

caderno do
PROFESSOR

QUÍMICA



ensino médio
1ª SÉRIE
volume **3** - 2009



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-Governador
Alberto Goldman

Secretário da Educação
Paulo Renato Souza

Secretário-Adjunto
Guilherme Bueno de Camargo

Chefe de Gabinete
Fernando Padua

Coordenadora de Estudos e Normas
Pedagógicas
Valéria de Souza

Coordenador de Ensino da Região
Metropolitana da Grande São Paulo
José Benedito de Oliveira

Coordenador de Ensino do Interior
Rubens Antonio Mandetta

Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE
Fábio Bonini Simões de Lima

EXECUÇÃO

Coordenação Geral
Maria Inês Fini

Concepção

Guiomar Namó de Mello
Lino de Macedo
Luís Carlos de Menezes
Maria Inês Fini
Ruy Berger

GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

Presidente do Conselho Curador:
Antonio Rafael Namur Muscat

Presidente da Diretoria Executiva:
Mauro Zilbovicius

**Diretor de Gestão de Tecnologias aplicadas
à Educação:** Guilherme Ary Plonski

Coordenadoras Executivas de Projetos:
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e
Normas Pedagógicas

Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghislaine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton
Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu
Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo,
Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

História: Paulo Miceli, Diego López Silva,
Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli e
Raquel dos Santos Funari

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza
Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe,
Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina
Schrijnemaekers

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Ghislaine Trigo Silveira, Fabíola Bovo
Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene
Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta
Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguilar
Santana, Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo
Venturoso Mendes da Silveira e Solange Soares
de Camargo

Ciências: Ghislaine Trigo Silveira, Cristina Leite,
João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Julio
César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida
Esperante Limp, Maira Batistoni e Silva, Maria
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo
Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro,
Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão,
Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

Física: Luis Carlos de Menezes, Estevam
Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel,
Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de
Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de
Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira,
Sonia Salem e Yassuko Hosoume

Química: Maria Eunice Ribeiro Marcondes,
Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de Souza,
Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa
Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Fernanda
Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Gisa Picosque, Mirian Celeste Martins,
Geraldo de Oliveira Suzigan, Jéssica Mami Makino e
Sayonara Pereira

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza, Jocimar
Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto, Mauro Betti
e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira da
Silva Shimoura, Lívia de Araújo Donnini Rodrigues, Priscila
Mayumi Hayama e Sueli Salles Fidalgo

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet Pezarim
de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar, José Luís Marques
López Landeira e João Henrique Nogueira Mateos

Matemática

Matemática: Nilson José Machado, Carlos Eduardo de
Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello, Roberto
Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca, Ruy César
Pietropaolo e Walter Spinelli

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murrice

Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Beatriz Blay, Carla de Meira Leite,
Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias de Oliveira, José
Carlos Augusto, Luiza Christov, Maria Eloisa Pires Tavares,
Paulo Eduardo Mendes, Paulo Roberto da Cunha, Pepita
Prata, Renata Elsa Stark, Solange Wagner Locatelli e
Vanessa Dias Moretti

Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Assessores: Denise Blanes e Luís Márcio Barbosa

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrice

Edição e Produção Editorial: Conexão Editorial,
Edições Jogo de Amarelinha, Glauco Moura Design Gráfico,
Adesign e Occy Design (projeto gráfico)

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação

CTP, Impressão e Acabamento

Esdeva Indústria Gráfica

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Catalogação na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.
Caderno do professor: química, ensino médio - 1ª série, volume 3 / Secretaria da
Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz
de Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa Santos, Luciane Hiromi
Akahoshi, Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Maria Fernanda Penteado Lamas, Yvone Mussa
Esperidião. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-367-7

1. Química 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Zambom, Denilse
Morais. III. Souza, Fabio Luiz de. IV. Peixoto, Hebe Ribeiro da Cruz. V. Santos, Isis Valença
de Sousa. VI. Akahoshi, Luciane Hiromi. VII. Marcondes, Maria Eunice Ribeiro. VIII. Lamas,
Maria Fernanda Penteado. IX. Esperidião, Yvone Mussa. X. Título.

CDU: 373.5:54

Caras professoras e caros professores,

Tenho a grata satisfação de entregar-lhes o volume 3 dos Cadernos do Professor.

Vocês constatarão que as excelentes críticas e sugestões recebidas dos profissionais da rede estão incorporadas ao novo texto do currículo. A partir dessas mesmas sugestões, também organizamos e produzimos os Cadernos do Aluno.

Recebemos informações constantes acerca do grande esforço que tem caracterizado as ações de professoras, professores e especialistas de nossa rede para promover mais aprendizagem aos alunos.

A equipe da Secretaria segue muito motivada para apoiá-los, mobilizando todos os recursos possíveis para garantir-lhes melhores condições de trabalho.

Contamos mais uma vez com a colaboração de vocês.

Paulo Renato Souza

Secretário da Educação do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

São Paulo faz escola – uma proposta curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
Orientação sobre os conteúdos do Caderno	8
Situações de Aprendizagem	10
Situação de Aprendizagem 1 – A linguagem química e a construção histórica da tabela periódica	10
Situação de Aprendizagem 2 – Processos de obtenção do ferro e do cobre: interpretação das reações químicas	17
Situação de Aprendizagem 3 – Como prever as quantidades ideais de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química?	25
Situação de Aprendizagem 4 – Metais e o sistema produtivo	35
Propostas de questões para avaliação	42
Propostas de situações de recuperação	45
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	45

SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que lhe entregamos mais um volume dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. É sempre oportuno lembrar que esta é a nova versão, que traz também a sua autoria, uma vez que inclui as sugestões e críticas recebidas após a implantação da Proposta.

É também necessário lembrar que os Cadernos do Professor espelharam-se, de forma objetiva, na Base Curricular, referência comum a todas as escolas da rede estadual, e deram origem à produção dos Cadernos dos Alunos, justa reivindicação de professores, pais e famílias para que nossas crianças e jovens possuíssem registros acadêmicos pessoais mais organizados e para que o tempo de trabalho em sala de aula pudesse ser melhor aproveitado.

Já temos as primeiras notícias sobre o sucesso do uso dos dois Cadernos em sala de aula. Este mérito é, sem dúvida, de todos os profissionais da nossa rede, especialmente seu, professor!

O objetivo dos Cadernos sempre será o de apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Podemos dizer que este objetivo está sendo alcançado, porque os professores da rede pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com bons resultados.

Ao entregar a você estes novos volumes, reiteramos nossa confiança no seu trabalho e contamos mais uma vez com seu entusiasmo e dedicação para que todas as crianças e jovens da nossa rede possam ter acesso a uma educação básica de qualidade cada vez maior.

Maria Inês Fini

Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola

FICHA DO CADERNO

Metais: constituição, obtenção e usos

Nome da disciplina:	Química
Área:	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Etapa da educação básica:	Ensino Médio
Série:	1 ^a
Volume:	3
Temas e conteúdos:	A linguagem química e a construção histórica da tabela periódica Processos de obtenção do ferro e do cobre: interpretação das reações químicas Como prever as quantidades ideais de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química? Metais e o sistema produtivo

RIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO CADERNO

Caro(a) professor(a),

Os metais, suas formas de obtenção e seus usos ocupam lugar de destaque no conteúdo proposto para o 3º bimestre. Serão estudados também novos aspectos das transformações químicas, da constituição da matéria e a representação simbólica própria da Química, ampliando, assim, os conhecimentos já adquiridos pelos estudantes até o momento.

Inicialmente, serão retomadas e ampliadas as ideias sobre a constituição da matéria propostas por Dalton e discutidas no final do bimestre anterior, formando uma sólida base conceitual e simbólica que permitirá o uso da linguagem química de forma mais precisa, bem como a compreensão de outros conceitos relacionados à produção dos metais. Em um segundo momento, verificaremos como as transformações químicas que ocorrem na produção de ferro e cobre constituem tanto um pano de fundo para o ensino do tópico “balanceamento de equações químicas” quanto um objeto de conhecimento fundamental por sua relevância para a sobrevivência e o desenvolvimento da humanidade. As relações proporcionais existentes entre as quantidades de reagentes e produtos serão tratadas no contexto da produção de ferro e cobre e em outras transformações químicas em termos de massas, partículas e energia. Finalmente, as aplicações tecnológicas de interesse social dos metais serão discutidas a fim de que os estudantes desenvolvam determinadas competências.

As competências priorizadas neste bimestre, também fundamentadas na matriz de compe-

tências do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), de forma resumida, são:

- ▶ compreender e utilizar a linguagem simbólica própria da Química na representação dos elementos químicos e das transformações químicas envolvidas na produção de ferro e cobre;
- ▶ construir explicações coerentes com os conhecimentos científicos já adquiridos que demonstrem a compreensão da constituição da matéria e da produção de metais com base nas ideias de Dalton;
- ▶ selecionar, organizar e interpretar dados e informações sobre a produção de metais e outras transformações químicas que auxiliem na tomada de decisões de forma mais consciente e pautada em princípios científicos, diante do consumo e descarte de produtos constituídos por esses materiais;
- ▶ construir uma visão mais abrangente de problemas referentes à produção e ao consumo de metais e outros materiais, utilizando informações sobre as diversas áreas do conhecimento, como características geográficas e socioeconômicas das regiões produtoras, distribuição dos recursos minerais e de outras matérias-primas, custo de produção, diferentes formas de comercialização e impactos ambientais relacionados à produção e ao uso dos metais; desenvolver argumentação sobre essas questões, utilizando também esse conjunto de conhecimentos interdisciplinares;

- ▶ propor intervenção na sociedade (casa, escola, comunidade local, país etc.) que promova, ao mesmo tempo, melhoria na qualidade de vida de todos e mudanças de atitudes que resultem em menores impactos ambientais.

Desenvolver esses conjuntos de conteúdos e competências exigirá muito de seu empenho, caro professor, na realização das atividades aqui propostas. O caminho será menos árduo se o estudante sentir-se motivado a participar das aulas. Isso pode ser obtido valorizando-se essa participação, propondo questões instigadoras, priorizando os contextos e temas de estudo tanto quanto os conceitos científicos, demonstran-

do interesse nos saberes prévios dos alunos e considerando-os na condução das aulas, além de investir na diversificação das estratégias de ensino. Podem-se utilizar para isso, por exemplo, pesquisas e demonstrações sobre o uso dos metais no cotidiano e no sistema produtivo; experimentos investigativos; análises e construção de gráficos, tabelas, esquemas e figuras que facilitem a compreensão dos conhecimentos discutidos nas aulas.

Para avaliar a aprendizagem, é importante contemplar não apenas os aspectos conceituais das aulas, mas especialmente as habilidades e competências a ser desenvolvidas e as atitudes dos estudantes diante de questões reais e complexas.

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 A LINGUAGEM QUÍMICA E A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA

Nesta Situação de Aprendizagem, os alunos tomarão contato com a linguagem simbólica da Química por meio de símbolos e fórmulas. Além disso, saberão como alguns cientistas propuseram a organização dos elementos químicos e, principalmente, qual foi a contribuição de Mendeleev para a chamada Lei Periódica e para o que se conhece hoje como tabela periódica dos elementos químicos.

Embora cause certa estranheza iniciar o estudo do tema “Metais: constituição, obtenção e usos” tratando da linguagem química (símbolos e fórmulas) e da tabela periódica, deve-se considerar que o domínio desses conteúdos, mesmo em nível introdutório, possibilitará a compreensão dos processos de produção de metais e outros materiais, objetivo fundamental deste bimestre.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: linguagem química (símbolos e fórmulas) e tabela periódica.

Competências e habilidades: ler símbolos químicos e compreender o significado dessa simbologia em termos de partículas (átomos).

Estratégias de ensino: simulação de um jogo para organizar elementos químicos de acordo com suas propriedades e produção de texto sobre a construção histórica da tabela periódica.

Recursos: cartões para simular a organização da tabela periódica.

Avaliação: participação nas atividades; leitura e avaliação dos textos produzidos.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 1

Atividade 1 – Representação das substâncias químicas: uso de símbolos e fórmulas

Algumas das ideias trabalhadas no semestre anterior podem ser retomadas no texto do modelo atômico de Dalton sobre a constitui-

ção da matéria. Recorde que, para Dalton, os átomos eram representados por símbolos e figuras. Como essas formas de representação são pouco práticas, diversos cientistas sugeriram outras formas, como Berzelius, que propôs usar a primeira letra em maiúscula do nome do elemento em latim, representação utilizada até hoje (no Caderno do Aluno – CA, Atividade 1, essas ideias constituem o exercício 1).

Lembre os alunos que as partículas que constituem as substâncias apresentam um número definido de átomos, e esse conhecimento permitiu que se começasse a representar as partículas das substâncias por meio de fórmulas. As substâncias são representadas pelos símbolos dos diferentes ele-

mentos químicos que as compõem; cada elemento é acompanhado de um número que indica quantos átomos desse elemento formam a partícula dessa substância. Assim, sugere-se que algumas fórmulas apresentadas anteriormente comecem a ser interpretadas, como:

Fe	{	representa o elemento ferro representa a substância ferro representa uma partícula de ferro, formada por um átomo do elemento ferro
O ₂	{	representa a substância oxigênio representa uma partícula de gás oxigênio, formada por dois átomos do elemento oxigênio
3 O ₂	{	representa três partículas de gás oxigênio, cada uma formada por dois átomos do elemento oxigênio
HCl	{	representa a substância cloreto de hidrogênio representa uma partícula de cloreto de hidrogênio, formada por um átomo do elemento hidrogênio e um átomo do elemento cloro
NaOH	{	representa a substância hidróxido de sódio representa uma partícula de hidróxido de sódio, formada por um átomo do elemento sódio, um átomo do elemento oxigênio e um átomo do elemento hidrogênio
Ca(OH) ₂	{	representa a substância hidróxido de cálcio (conhecida como cal extinta – 1º bimestre) representa uma partícula de hidróxido de cálcio, formada por um átomo do elemento cálcio, dois átomos do elemento oxigênio e dois átomos do elemento hidrogênio

(No CA, exercício 2, as três representações iniciais são propostas para o aluno; as três últimas são trabalhadas como exercícios propostos; e outras substâncias foram acrescentadas: magnésio e zinco.)

A linguagem simbólica da Química vem sendo utilizada desde o 1º bimestre. Neste momento, ela adquire um significado mais amplo, pois passa a representar a composição qualitativa e

quantitativa em termos de número de átomos de cada elemento nas diferentes substâncias de que fazem parte. Não se deve exigir que os alunos saibam por que cada substância tem essa representação, ou seja, por que a água é representada por H₂O, e não HO, por exemplo.

No momento, basta que compreendam que as substâncias são representadas por fórmulas e que essa linguagem é universal,

ou seja, quando depararem com esse tipo de representação, saibam qual substância está sendo representada.

Para desenvolver os conceitos de substância simples e composta e avaliar a aprendizagem da representação simbólica das substâncias e dos elementos químicos, você pode propor questões como as apresentadas a seguir:

- ▶ Substância simples é aquela formada por átomos de um único elemento e substância composta é aquela formada por átomos de mais de um elemento. Assim, entre as substâncias anteriores, indique quais são substâncias simples e quais são substâncias compostas.
- ▶ Quantos átomos de cada elemento formam as partículas das seguintes substâncias: H_2O_2 (peróxido de hidrogênio, conhecido comumente como água oxigenada); C_2H_5OH (álcool etílico ou etanol); $CaCO_3$ (carbonato de cálcio); $Ca(HCO_3)_2$ (hidrogenocarbonato de cálcio ou bicarbonato de cálcio); e SO_2 (dióxido de enxofre)? (Veja o CA, exercícios 3 e 4. No CA, Atividade 1, também consta como Lição de Casa um exercício em que os alunos

devem pesquisar as fórmulas de algumas substâncias e interpretá-las em termos de átomos constituintes.)

Atividade 2 – Classificação periódica dos elementos: uma atividade didática com abordagem histórica

Nesta atividade, pretende-se que os alunos tentem agrupar os elementos químicos considerando algumas de suas propriedades, uma estratégia que pode ser interessante para que compreendam como foi possível organizar a tabela periódica.

Antes de apresentar a classificação periódica dos elementos, sugere-se que você mostre aos alunos como a tabela periódica foi idealizada por Mendeleev. Para isso, peça aos alunos que, em grupos, reproduzam os cartões a seguir. Os cartões devem conter as seguintes informações: nome do elemento; símbolo; massa atômica (MA); temperatura de fusão (TF); temperatura de ebulição (TE); fórmula da substância simples formada por esse elemento a 1 atm de pressão; fórmulas das substâncias compostas com o elemento e o hidrogênio (H); fórmulas das substâncias compostas com o elemento e o oxigênio (O).

Sódio	Lítio	Potássio
Na	Li	K
MA: 23 u	MA: 7 u	MA: 39 u
TF: 97,8 °C	TF: 180,5 °C	TF: 63,6 °C
TE: 882,9 °C	TE: 1 347 °C	TE: 774 °C
Na	Li	K
NaH	LiH	KH
Na ₂ O	Li ₂ O	K ₂ O

Magnésio	Cálcio	Carbono
Mg	Ca	C
MA: 24 u	MA: 40 u	MA: 12 u
TF: 648,8 °C	TF: 839 °C	TF: 3 367 °C
TE: 2 970 °C	TE: 1 484 °C	TE: 4 827 °C
Mg	Ca	C
MgH ₂	CaH ₂	CH ₄
MgO	CaO	CO ₂
Silício	Flúor	Cloro
Si	F	Cl
MA: 28 u	MA: 19 u	MA: 35 u
TF: 1 410 °C	TF: -219,6 °C	TF: -100 °C
TE: 2 355 °C	TE: -188 °C	TE: -34,6 °C
Si	F ₂	Cl ₂
SiH ₄	HF	HCl
SiO ₂	OF ₂	Cl ₂ O

Após recortar cada cartão, pode ser simulado um jogo (CA, Atividade 2, exercício 1) no qual se organizem os elementos em conjuntos, de acordo com as seguintes regras:

1. Agrupar os elementos de acordo com as semelhanças das seguintes propriedades, justificando os critérios para esses agrupamentos:
 - a) temperatura de fusão;
 - b) temperatura de ebulição.
2. Agrupar os elementos de acordo com as semelhanças das fórmulas dos compostos formados, justificando os critérios para esses agrupamentos:
 - a) com hidrogênio;
 - b) com oxigênio.
3. Analisando as propriedades e os compostos formados, procurar organizar os elementos em quatro grupos, explicando como foi realizada a tarefa.

Nesta atividade, os alunos podem fazer livremente as associações dos elementos desde que consigam justificar o motivo dos agrupamentos. A intenção é que eles possam

trabalhar criativamente e tenham uma ideia de como os cientistas poderiam classificar os elementos de acordo com suas propriedades e compostos formados.

Para dar continuidade a esta atividade, solicite aos alunos que pesquem a respeito da história da tabela periódica ou da classificação dos elementos químicos (CA, Pesquisa em Grupo). Essas informações podem ser encontradas na maioria dos livros didáticos do Ensino Médio. Pode-se pedir que destaquem as principais informações pesquisadas e as apresentem para a turma. Este exercício poderá desenvolver habilidades de síntese e de organização das ideias.

Os pontos principais dessa pesquisa podem ser:

- ▶ em 1829, Johann W. Döbereiner propõe a organização dos elementos em conjuntos de três, chamados de tríades;
- ▶ em 1862, Alexander B. de Chancourtois propõe a organização em espiral, chamada de parafuso telúrico;
- ▶ em 1864, John A. R. Newlands propõe a organização em grupos de oito elementos, chamada de lei das oitavas;

- ▶ em 1869, Dmitri I. Mendeleev realiza um trabalho meticuloso e propõe uma tabela que organiza os elementos de acordo com uma lei periódica, ou seja, por meio da semelhança de propriedades.

Podem-se destacar, também, dois fatores que contribuíram para que Mendeleev propusesse sua organização dos elementos químicos, atualmente conhecida como tabela periódica:

- ▶ na época, eram conhecidos muitos elementos químicos (mais de 60);
- ▶ as propriedades das substâncias simples formadas por esses elementos eram bastante conhecidas.

Esses conhecimentos possibilitaram a Mendeleev verificar a periodicidade das propriedades, permitindo a proposição de uma organização em ordem crescente de massas atômicas para a maioria dos elementos, invertendo a ordem de alguns em virtude da semelhança nas propriedades. Ao deixar espaços vazios na tabela, ele previu a existência de elementos químicos ainda não descobertos e descreveu as propriedades que esses elementos deveriam possuir.

A seguir, apresenta-se a tabela de Mendeleev conforme ele a organizou.

ОПЫТ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ					
			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199	
		Cu = 63,4	Ag = 18	Hg = 200	
		Zn = 65,2	Cd = 112		
H = 1		? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
		? = 70	Sn = 118		
		As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
		Se = 79,4	Te = 128?		
		Be = 80	I = 127		
		Rh = 85,4	Cs = 133	Tl = 204	
		Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207	
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Extraída de: PETRIANOV, I. V.; TRIFONOV, D. N. *A lei grandiosa*. Tradução de Maria Helena Fortunato. Moscou: Mir, 1987, p. 15.

Ao mostrar esta tabela aos alunos, incentive a discussão a respeito da linguagem universal da Química, pois mesmo que não compreendam o título da tabela, escrito em alfabeto cirílico, eles ainda podem reconhecer os elementos químicos que a integram, pois seus símbolos são derivados de seus nomes em latim.

Neste momento, seria interessante apresentar uma tabela periódica atual, a mais simples possível (conforme exemplo a seguir). A intenção é permitir-lhes conhecê-la e utilizá-la para consultar valores de massa atômica. Cabe lembrar que, nesta tabela, a ordem dos elementos é diferente da proposta por Mendeleev, pois sua organização se dá em

ordem crescente de número atômico, e as massas não são mais calculadas tendo o hidrogênio como padrão, e sim o carbono 12. Neste momento, essas informações não são adequadas para os alunos porque o modelo atômico que conhecem ainda é o de Dalton, ou seja, eles ainda não sabem o que são prótons, nêutrons e elétrons, conteúdo que só será abordado na 2ª série do Ensino Médio, bem como a retomada da tabela periódica com a sua organização atual.

Nesta atividade, é interessante que os alunos façam também o exercício de tentar agrupar os elementos químicos utilizando algumas de suas propriedades, para compreender como foi possível organizar a tabela periódica.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H hidrogênio 1,0																	He hélio 4,0	
Li lítio 6,9	Be berílio 9,0											B boro 10,8	C carbono 12,0	N nitrogênio 14,0	O oxigênio 16,0	F flúor 19,0	Ne neônio 20,2	
Na sódio 23,0	Mg magnésio 24,3											Al alumínio 27,0	Si silício 28,1	P fósforo 31,0	S enxofre 32,1	Cl cloro 35,5	Ar argônio 39,9	
K potássio 39,1	Ca cálcio 40,1	Sc escândio 45,0	Ti titânio 47,9	V vanádio 50,9	Cr cromio 52,0	Mn manganês 54,9	Fe ferro 55,8	Co cobalto 58,9	Ni níquel 58,7	Cu cobre 63,5	Zn zinc 65,4	Ga gálio 69,7	Ge germânio 72,6	As arsênio 74,9	Se selênio 79,0	Br bromo 79,9	Kr criptônio 83,8	
Rb rubídio 85,5	Sr estrôncio 87,6	Y ítrio 88,9	Zr zircônio 91,2	Nb nióbio 92,9	Mo molibdênio 95,9	Tc tecnécio [97,9]	Ru rútenio 101,0	Rh ródio 102,9	Pd paládio 106,4	Ag prata 107,9	Cd cádmio 112,4	In índio 114,8	Sn estanho 118,7	Sb antimônio 121,8	Te telúrio 127,6	I iodo 126,9	Xe xenônio 131,3	
Cs césio 132,9	Ba bário 136,3	lanatídeos	Hf hafnio 178,5	Ta tântalo 180,9	W tungstênio 183,8	Re rênio 186,2	Os ósio 190,2	Ir irídio 192,2	Pt platina 195,1	Au ouro 197,0	Hg mercúrio 200,6	Tl talho 204,4	Pb chumbo 207,2	Bi bismuto 209,0	Po polônio [209,0]	At astato [210,0]	Rn radônio [222,0]	
Fr frâncio [223,0]	Ra rádio [226,0]	actínídeos	Rf rúberfórdio [261,1]	Db dúbio [262,1]	Sg seabórgio [266,1]	Bh bório [264,1]	Hs hássio [277]	Mt meitnério [268,1]	Ds damstádio [271]	Uuu unilírio [272]								
La lantânio 138,9	Ce cério 140,1	Pr praseodímio 140,9	Nd neodímio 144,2	Pm promécio [144,9]	Sm samário 150,4	Eu europio 152,0	Gd gadolínio 157,3	Tb térbio 158,9	Dy disprósio 162,5	Ho hólmio 164,9	Er érbio 167,3	Tm túlio 168,9	Yb itérbio 173,0	Lu lutécio 175,0				
Ac actínio [227,0]	Th tório 232,03	Pa protactínio 231,0	U urânio 238,0	Np neptúnio [237,0]	Pu plutônio [244,1]	Am américio [243,1]	Cm cúrio [247,1]	Bk berquílio [247,1]	Cf califórnio [252,1]	Es einstéinio [252,1]	Fm fêrmio [257,1]	Md mendelévio [258,1]	No nobélio [259,1]	Lr lawrêncio [262,1]				

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 1

Na Atividade 1, espera-se que os alunos compreendam a utilização da linguagem simbólica da Química, com a qual vêm se familiarizando desde o 1º bimestre, e se habituem a utilizá-la na construção de suas explicações e argumentações científicas.

Além disso, espera-se que consigam relacionar as fórmulas das substâncias à sua constituição em relação aos átomos dos elementos químicos que a compõem, transitando com fluência entre o nível representacional e o microscópico.

Na questão da página 11, espera-se que indiquem as seguintes composições:

H_2O_2 : dois átomos do elemento hidrogênio e dois átomos do elemento oxigênio;

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: dois átomos do elemento carbono, seis átomos do elemento hidrogênio e um átomo do elemento oxigênio;

CaCO_3 : um átomo do elemento cálcio, um átomo do elemento carbono e três átomos do elemento oxigênio;

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: um átomo do elemento cálcio, dois átomos do elemento hidrogênio, dois átomos do elemento carbono e seis átomos do elemento oxigênio;

SO_2 : um átomo do elemento enxofre e dois átomos do elemento oxigênio.

Na Atividade 2, eles podem associar livremente os elementos com base em alguns critérios, que podem ser:

- ▶ estado físico à temperatura ambiente;
- ▶ temperaturas de fusão e de ebulição positivas e negativas;
- ▶ temperaturas de fusão e de ebulição altas, médias e baixas (talvez colocando alguns intervalos de valores);
- ▶ em relação aos compostos formados com oxigênio, é possível agrupá-los de acordo com o tipo de fórmula geral (X_2O , OX_2 , XO , XO_2);
- ▶ em relação aos compostos formados com hidrogênio, é possível agrupá-los de acordo com o tipo de fórmula geral (HX , XH , XH_2 , XH_4).

É possível que, ao agrupar os compostos formados com hidrogênio, cuja fórmula geral seja HX ou XH , bem como os formados com oxigênio, cuja fórmula geral seja X_2O ou OX_2 , os alunos não os classifiquem em grupos distintos, pois a ordem em que os elementos são escritos nas fórmulas pode não ser um critério para agrupá-los separadamente. Espera-se, porém, que, no item 3, eles separem os elementos em quatro grupos (alcalinos, alcalinoterrosos, família do carbono e halogênios)*, mesmo que possam ter dificuldade em classificar o cloro no grupo dos halogênios, por ele apresentar a mesma fórmula com o oxigênio (Cl_2O) que aqueles pertencentes aos elementos do grupo dos alcalinos (X_2O). Neste caso, pode-se sugerir que os alunos verifiquem não só os compostos formados, mas também as temperaturas de fusão e de ebulição para tentar decidir se há mais proximidade entre o cloro e o flúor ou entre ele e o grupo dos alcalinos.

Nesta atividade também procura-se mostrar que a tabela periódica é fruto da construção coletiva de diversos cientistas que contribuíram, ao longo dos séculos XIX e XX, para a descoberta dos elementos químicos, a determinação de suas propriedades e sua organização, e, por fim, o formato de tabela que conhecemos atualmente. Por meio do agrupamento de alguns elementos químicos em função de suas propriedades, foi possível vivenciar um dos princípios que nortearam a construção das primeiras tabelas periódicas. A abordagem histórica da organização dos elementos químicos possibilita identificar que, além das propriedades, a ordenação em função das massas atômicas é um segundo critério para a construção dessas tabelas.

* Os nomes dos grupos ou famílias dos elementos químicos são apresentados apenas como informação para o professor. Entretanto, se considerar interessante, você pode comentar que os grupos obtidos pelos estudantes correspondem a tais grupos na tabela periódica atual.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

PROCESSOS DE OBTENÇÃO DO FERRO E DO COBRE: INTERPRETAÇÃO DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Nesta Situação de Aprendizagem, serão discutidos os processos de obtenção do ferro e do cobre a partir dos processos de transformação de minério em metal. Este será o contexto para a compreensão das reações de combustão completa e incompleta e para o entendimento de como ocorrem as transformações químicas em termos de mode-

los microscópicos, ou seja, do rearranjo dos átomos constituintes dos reagentes (Dalton) quando novas substâncias são formadas. O balanceamento das equações químicas é introduzido para representar as transformações químicas, a conservação dos átomos e a proporção entre as partículas de reagentes e de produtos.

Tempo previsto: 4 aulas.

Conteúdos e temas: processos siderúrgicos; produção de ferro e de cobre; combustão completa e incompleta; balanceamento de equações químicas.

Competências e habilidades: utilizar a linguagem simbólica para representar transformações químicas; utilizar a ideia de conservação de átomos para balancear as equações químicas; interpretar equações químicas balanceadas reconhecendo as proporções entre as espécies químicas envolvidas.

Estratégias: exposição dialogada; dramatização.

Recursos: lousa; texto; massa de modelar.

Avaliação: resolução de questões e participação nas atividades.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 2

Atividade 1 – Produção do ferro e do cobre

Inicialmente, pode-se perguntar aos alunos quais objetos conhecidos por eles são fabricados com ferro, aço ou cobre. Com base nisso, veja o que eles sabem a respeito dos processos de produção do ferro e do cobre. Algumas questões podem facilitar esse questionamento: *Como é obtido o ferro? Como é possível trans-*

formar um minério em um metal? As mesmas questões valem para o cobre.

Neste primeiro momento, os alunos vão conhecer o processo e as matérias-primas para a produção de ferro e de cobre. Depois, vão representá-los em equações químicas balanceadas. Solicite a um aluno que faça a leitura do texto a seguir e escreva na lousa as ideias principais.

Não é recomendável, neste momento, discutir a diferença entre as espécies químicas

Fe^{2+} e Fe^{3+} ou Cu^+ e Cu^{2+} , constituintes dos minérios apresentados no texto. Como o modelo atômico adotado neste momento é o proposto por Dalton, não seria possível explicar a existência das cargas elétricas

nos átomos de ferro e de cobre. Assim, basta que eles saibam que existem duas espécies de ferro (II e III) e de cobre (I e II) e que a diferença entre elas será explicada na série seguinte.

Produção do aço e do cobre

Denilse Morais Zambom, Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

Muitos metais são obtidos por meio de transformações químicas dos minerais que os contêm, como é o caso do ferro (Fe), que pode ser extraído do Fe_2O_3 (óxido de ferro III), principal componente do minério hematita. Para que essa transformação química ocorra, é necessário o fornecimento de energia. Nas siderúrgicas, essa energia é proveniente da queima do carvão (C). Essa transformação é realizada em grandes fornos – os altos-fornos. A queima do carvão, além de liberar energia térmica que provoca aumento de temperatura até cerca de 1500°C , fundindo o minério, também produz o reagente monóxido de carbono (CO), que irá interagir com o minério e formar o ferro. Este sai líquido do alto-forno e é chamado de ferro-gusa ou ferro de primeira fusão.

As matérias-primas utilizadas para a produção do aço são o minério de ferro, o carvão e o calcário (CaCO_3). Este último reage com impurezas do minério, como a sílica (SiO_2), formando a escória (CaSiO_3), que é utilizada como matéria-prima para a fabricação de cimento.

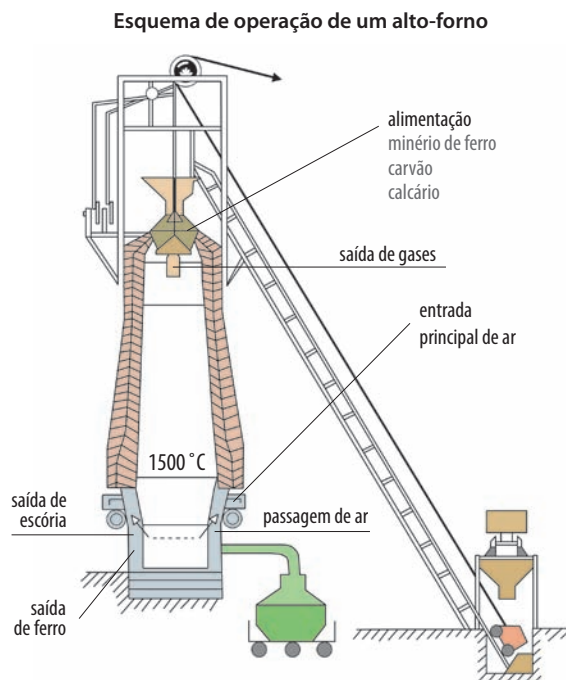
O ferro-gusa é levado para a aciaria* ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante a retirada de impurezas e a adição de outras substâncias.

O aço é utilizado na produção de materiais siderúrgicos empregados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, barras etc.

Além do ferro, um metal muito utilizado na indústria é o cobre, para a produção de fios, cabos elétricos e ligas metálicas, como o latão e o bronze.

A calcosita (composta principalmente por Cu_2S) e a calcopirita (composta principalmente por CuFeS_2) são minérios utilizados na produção do cobre metálico. Ao utilizar-se a calcopirita (CuFeS_2), as transformações químicas envolvem a produção de sulfeto de cobre I (Cu_2S), que é aquecido na presença de oxigênio, produzindo o cobre metálico.

© Claudio Ripinskas



GEPEQ (Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação Química). *Interações e transformações I*: elaborando conceitos sobre transformações químicas. GEPEQ/IQUSP. 9. ed. revista e ampliada. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

O processo é trabalhoso, pois envolve a separação do CuFeS_2 do minério, a reação com o gás oxigênio (O_2) para obter o Cu_2S , a retirada das impurezas – como ferro, resíduos de enxofre e metais preciosos – e o aquecimento em presença de oxigênio para a obtenção do cobre metálico (Cu), ainda impuro. Para obter-se o cobre puríssimo, exigido pela indústria elétrica, torna-se necessária uma refinação, feita pela eletrólise do produto obtido. Após este longo ciclo produtivo, o cobre puro pode ser utilizado pelas indústrias.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

* Aciaria: usina ou parte de uma siderúrgica destinada à produção do aço.

É importante ressaltar quais são os recursos utilizados na produção desses metais e que o minério é um dos reagentes do processo siderúrgico, que passa por transformações químicas para que o metal seja obtido. A frase “O metal é extraído do minério.” não significa que o metal saia do interior do minério pelo aquecimento (concepção que pode ser manifestada por algum estudante).

Chama-se de minério o mineral do qual se pode obter, de forma economicamente viável, algum material. Por exemplo, embora o elemento ferro esteja presente em diversos minerais, sua obtenção é economicamente viável (lucrativa) apenas a partir da hematita e da magnetita. Assim, os minerais de ferro hematita e magnetita são considerados minérios de ferro.

Para explorar o texto, podem ser propostas questões como as apresentadas a seguir (CA, Questões para Análise do Texto):

1. Descreva cada situação apresentada a seguir, referente à transformação do minério de ferro em aço, indicando o motivo de realizá-la nesse processo:
 - a) queima do carvão;
 - b) utilização do calcário;
 - c) minério de ferro + energia + produto obtido da queima do carvão;

d) produção de chapas de aço.

2. Identifique semelhanças e diferenças entre a produção do ferro e a do cobre.

Esta questão possibilita aos alunos ampliar a compreensão do processo de obtenção do ferro, e, para sua resolução, você pode orientá-los a identificar quais são os reagentes e produtos em cada processo.

Atividade 2 – Combustão completa e incompleta e balanceamento de equações químicas

Na atividade anterior, os estudantes puderam conhecer as matérias-primas necessárias à produção de ferro e obter uma noção geral das etapas envolvidas no processo. É possível ampliar o entendimento das transformações químicas que ocorrem na siderurgia com base na discussão sobre a combustão do carvão, um processo importante por gerar o monóxido de carbono, que vai reagir com o minério, e por fornecer energia, necessária à transformação do minério em metal.

Esta atividade tem como objetivo desenvolver o conceito de combustão (completa e incompleta) e as representações desses processos sob a forma de equações químicas. Assim, o processo de combustão será o contexto de estudo do balanceamento das equações químicas.

Você pode retomar o conceito de combustão tratado no bimestre anterior – “uma transformação química que envolve a interação de material combustível com um comburente (quase sempre o oxigênio), na qual há liberação de energia térmica (transformação exotérmica)” – para então ampliar esse conceito. Quando há excesso de oxigênio em relação ao combustível, tende-se a formar maior quantidade do gás dióxido de carbono (CO_2); por outro lado, quando a combustão ocorre com falta de oxigênio, tende-se a formar maior quantidade do gás monóxido de carbono (CO) ou fuligem (C). No primeiro caso, em que há formação de dióxido de carbono (CO_2), diz-se que a combustão é completa. No segundo caso, em que há formação de monóxido de carbono (CO) ou fuligem (C), diz-se que a combustão é incompleta. Destacar que uma combustão nunca é totalmente completa ou incompleta, pois, geralmente, há formação dos três produtos em diferentes proporções, dependendo da quantidade de oxigênio disponível. É importante observar também que essas classificações das combustões só se aplicam à queima de combustíveis que apresentem carbono em sua composição.

Com base no conhecimento da combustão e da composição das substâncias, expõe a representação da equação química segundo a concepção de Dalton: nas transformações químicas ocorrem recombinações de átomos, ou seja, eles se reorganizam de maneira diferente de como estavam organizados antes da transformação. A combustão completa do carvão, em que há quantidade suficiente de oxigênio para reagir, pode ser representada assim:



Ao iniciar a explicação da representação, informar que o carvão, formado por átomos do elemento carbono, é representado por C. Este reage com o gás oxigênio (O_2) e ocorre a

produção do gás dióxido de carbono, representado por CO_2 .

Pode ser proposta a seguinte leitura da equação: uma partícula de C interage com uma partícula de O_2 , formando uma partícula de CO_2 . A proporção entre as substâncias C e O_2 para formar o CO_2 é de uma partícula de C para uma partícula de O_2 .

Na combustão incompleta do carvão, ocorre a formação do monóxido de carbono (CO); a proporção entre o número de partículas de C e de O_2 é diferente da que se tem na combustão completa.

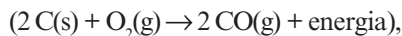
Considerando-se que o número de átomos de cada elemento deve ser o mesmo nos dois membros da equação, ressalte que, na formação de CO, a proporção é de um átomo de C para um átomo de O. Como na partícula O_2 há dois átomos de O, para não sobrar oxigênio são necessários dois átomos de C para uma partícula de O_2 , formando duas partículas de CO.

Isso pode ser mais bem compreendido com a seguinte dramatização:

- ▶ um aluno é convidado para representar um átomo de C e outros dois para representar a partícula de O_2 ;
- ▶ para formar o CO, são necessários um átomo de C e um de O; assim, sobrar um aluno (O);
- ▶ é necessário chamar mais um aluno (C) para, com o átomo de oxigênio que está isolado, formar o produto da reação (CO).

Neste momento, deve-se perguntar aos alunos se a concepção de Dalton sobre as transformações químicas permanece na combustão incompleta. Será que todos os átomos se reorganizam para formar novas substâncias? Como representar a equação?

Após a representação da equação



comentar que os números que aparecem antes das fórmulas representam a proporção de partículas das substâncias para que ocorra a recombinação dos átomos que formarão os produtos. É recomendável realizar a leitura dessa equação: duas partículas de C interagem com uma partícula de O_2 , ocorrendo a formação de duas partículas de CO.

Outras combustões, nas quais o combustível possui carbono e hidrogênio em sua composição, produzem CO_2 e H_2O , quando são completas, como se pode observar na combustão do etanol (no CA, os Exercícios em Sala de Aula 1 a 3 avaliam a compreensão dessas ideias):

Combustão completa do etanol – equação não balanceada



Com os alunos, faça o balanceamento da equação, passo a passo, utilizando as ideias de Dalton:

- ▶ se há dois átomos de carbono nos reagentes, então serão formadas duas partículas de CO_2 nos produtos:



- ▶ como existem seis átomos de hidrogênio nos reagentes, então serão formadas três partículas de H_2O nos produtos:



- ▶ como a formação de 2CO_2 e $3 \text{H}_2\text{O}$ envolve sete átomos de oxigênio, serão necessárias três partículas de O_2 , já que o etanol contém um átomo de oxigênio:



A equação, dessa maneira, está balanceada, pois o número de átomos de cada elemento nos reagentes e nos produtos é o mesmo.

Se a combustão for incompleta, os produtos formados serão CO e H_2O , e pode-se propor o mesmo raciocínio anterior.

Combustão incompleta do etanol – equação não balanceada



- ▶ Se há dois átomos de carbono e seis átomos de hidrogênio nos reagentes, então serão formadas duas partículas de CO e três partículas de H_2O nos produtos:



- ▶ Como nos produtos existem agora cinco átomos de oxigênio, são necessárias duas partículas de O_2 , já que o etanol contém um átomo de oxigênio:



A combustão completa e a incompleta do etanol são exemplos para discutir a proporção entre combustível e gás oxigênio e os diferentes produtos formados. Você pode apresentar as equações que representam as transformações químicas já balanceadas na lousa, solicitando aos alunos que apontem diferenças e semelhanças entre os dois tipos de combustão (no CA, o Exercício em Sala de Aula 4 avalia a compreensão dessa ideia).

Como semelhanças nas duas reações, eles podem observar que a quantidade de átomos nos reagentes e nos produtos é a mesma, os reagentes utilizados são os mesmos e a formação de água e a liberação de energia também

ocorrem nas duas combustões. Como diferenças, podem aparecer referências ao produto formado (CO e CO₂) e à quantidade de partículas de O₂ utilizadas.

Uma maneira de avaliar o entendimento da combustão incompleta pode ser feita por meio de atividades como a apresentada a seguir (no CA, é o primeiro exercício da Lição de Casa):

3. Se os motores de automóveis não estiverem bem regulados, poderá ocorrer a combustão incompleta da gasolina (formada principalmente por 2, 2, 4 trimetilpentano – C₈H₁₈). Essa combustão poluirá o ar atmosférico com:

- a) gás carbônico (CO₂);
- b) gás hidrogênio (H₂);
- c) gás monóxido de carbono (CO);
- d) gás oxigênio (O₂);
- e) vapor de água (H₂O).

(No CA, na Lição de Casa da Atividade 2, há mais dois exercícios em que os alunos devem identificar a representação de uma transformação química e de fórmulas de algumas substâncias.)

Atividade 3 – Transformações químicas no processo de obtenção do ferro e do cobre

Nesta atividade, as transformações químicas que ocorrem na metalurgia do ferro e do cobre serão estudadas mais detalhadamente e representadas na forma de equações químicas balanceadas.

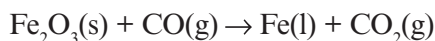
Propõe-se que se dê continuidade ao estudo do balanceamento das equações químicas, já iniciado na atividade anterior, agora

abordando as interações entre minério de ferro e monóxido de carbono e entre minério de cobre e oxigênio.

Produção de ferro

Nas indústrias siderúrgicas, é o monóxido de carbono (CO) formado na combustão incompleta do carvão que reagirá com o minério de ferro para promover a transformação do minério em ferro-gusa.

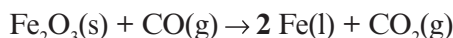
Realizando o balanceamento da equação química que representa a formação do ferro-gusa a partir do óxido de ferro III (Fe₂O₃) extraído do minério:



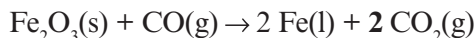
(equação não balanceada)

Solicitar aos alunos que façam a leitura dessa equação em termos de reagentes e produtos e orientá-los no balanceamento da equação, utilizando as ideias de Dalton:

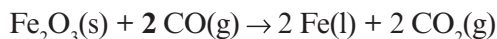
- ▶ se há dois átomos de ferro nos reagentes, então serão formadas duas partículas de ferro nos produtos:



- ▶ como existem quatro átomos de oxigênio nos reagentes, serão formadas duas partículas de CO₂ nos produtos:

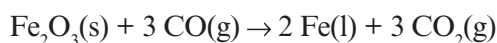


- ▶ agora existem dois átomos de C nos produtos, sendo necessárias então duas partículas de CO nos reagentes:



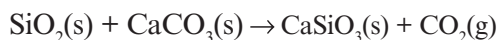
- ▶ como existem cinco átomos de oxigênio nos reagentes e quatro nos produtos, é

possível formar mais uma partícula de CO_2 utilizando mais uma partícula de CO . Ao final, foram utilizadas três partículas de CO e produzidas três partículas de CO_2 :



Um recurso facilitador para visualizar a recombinação de átomos é a utilização de bolinhas feitas com massa de modelar de diversas cores: cada elemento químico deve ser representado por uma cor. Em duplas, os alunos podem realizar os balanceamentos das transformações que ocorrem no processo siderúrgico. Para isso, é preciso fornecer a informação a seguir e pedir-lhes que representem as transformações no caderno e façam seu balanceamento:

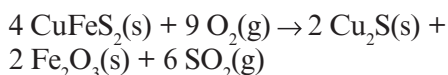
- ▶ remoção das impurezas (SiO_2) do minério de ferro pela adição de calcário (CaCO_3) com formação de escória (CaSiO_3) e dióxido de carbono (CO_2):



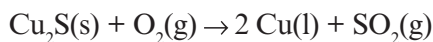
Produção de cobre

No caso da produção do cobre a partir do minério, é interessante apresentar as equações químicas já balanceadas e pedir aos alunos que indiquem se há conservação de átomos nessas transformações:

- ▶ transformação de um dos componentes do minério de cobre (CuFeS_2), ao reagir com gás oxigênio (O_2), em sulfeto de cobre I (Cu_2S), óxido de ferro III (Fe_2O_3) e gás dióxido de enxofre (SO_2):



- ▶ aquecimento do sulfeto de cobre I (Cu_2S), em presença de oxigênio (O_2), com formação de gás dióxido de enxofre (SO_2) e de cobre metálico (Cu):



(No CA, Atividade 3, os exercícios 1 e 2 avaliam a compreensão dessas ideias.)

Sugestão para a ampliação do estudo: trabalho interdisciplinar*

Como sugestão de trabalho com a disciplina de Geografia, pode-se solicitar uma pesquisa sobre os principais metais produzidos no Brasil, a localização das jazidas, o nome dos minérios dos quais são obtidos e a aplicação desses metais na sociedade. Em livros didáticos de Geografia ou na internet, os alunos encontram mapas do Brasil com informações sobre a localização das jazidas minerais.

Esta atividade pode auxiliar no desenvolvimento da Situação de Aprendizagem 4. Sugerem-se duas formas de aproveitamento da pesquisa: na primeira, você pode recolhê-la e, ao iniciar a Situação de Aprendizagem 4, disponibilizá-la aos grupos como fonte de informações; na segunda, a sua entrega pode coincidir com o início da referida Situação de Aprendizagem.

* No CA, a apresentação da proposta da pesquisa encontra-se no final da Situação de Aprendizagem 2.

Questões como as apresentadas a seguir podem ajudar a avaliar a aprendizagem.

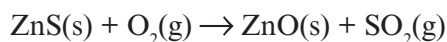
4. Na decomposição térmica do perclorato

de amônio (NH_4ClO_4), formam-se quatro produtos: um deles é a água e os outros três são substâncias simples formadas por dois átomos iguais, duas das quais são

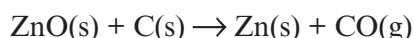
componentes naturais do ar atmosférico. Escreva a equação balanceada que representa essa decomposição.

5. As representações não balanceadas a seguir mostram as duas primeiras etapas de produção do metal zinco a partir do minério conhecido como blenda (composto principalmente por ZnS):

I. Aquecimento do minério com oxigênio (O₂) do ar, resultando óxido de zinco (ZnO) e dióxido de enxofre (SO₂):



II. Tratamento com carvão, a alta temperatura, do óxido de zinco, resultando na formação de monóxido de carbono:



Represente, por meio de equação química balanceada, as duas etapas citadas.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 2

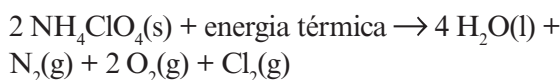
Ao final da Situação de Aprendizagem 2, espera-se que os alunos interpretem uma transformação química como um rearranjo de átomos e saibam equacioná-la, além de interpretar e representar equações de combustões completas e incompletas.

Na questão 1, não se espera que eles escrevam equações químicas para representar as transformações que ocorrem na produção do ferro. Eles podem mencionar que a queima do carvão fornece energia e que o reagente necessário às reações de transformação do minério em metal é o monóxido de carbono; que o calcário retira impurezas, como a sílica,

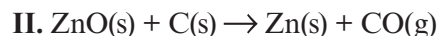
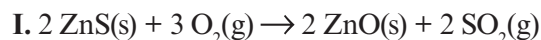
transformando-as em escória; que o minério de ferro interage com o CO a altas temperaturas para produzir o ferro-gusa; e que a chapa de aço é produzida a partir da retirada de impurezas do ferro-gusa e da adição de outras substâncias.

Na questão 3, os estudantes devem considerar que na combustão incompleta da gasolina formam-se CO e H₂O, e que o poluente é o monóxido de carbono (CO). A água formada é considerada não poluente.

Na questão 4, espera-se que os estudantes interpretem e representem corretamente a transformação química e façam o balanceamento da equação. Como o reagente é composto por átomos de nitrogênio, hidrogênio, cloro e oxigênio, os possíveis produtos formados na decomposição do perclorato de amônio (NH₄ClO₄), além da água, são os gases formados por moléculas constituídas por dois átomos iguais, nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂) – componentes do ar –, além de outro gás, o gás cloro (Cl₂). Portanto, a equação corretamente balanceada é:



Na questão 5, os alunos passam a conhecer e podem representar as transformações que envolvem a produção de outro metal, o zinco, muito utilizado também em materiais diversos do cotidiano e no sistema produtivo. Se enfrentarem dificuldades no balanceamento de equações, pode-se utilizar massa de modelar para facilitar a compreensão. As equações corretamente balanceadas que devem ser apresentadas são:



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 COMO PREVER AS QUANTIDADES IDEAIS DE REAGENTES E PRODUTOS ENVOLVIDOS NUMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA?

Nas próximas atividades, espera-se que os estudantes possam reconhecer as relações proporcionais existentes entre as quantidades de reagentes e de produtos envolvidos em transformações químicas, em termos de massas, partículas e energia. Espera-se também que possam aplicar essas relações de proporcionalidade na resolução de problemas teóricos e prático-teóricos de Química.

Para desenvolver essas competências, pode-se retomar o processo de produção do cobre, abordado na Situação de Aprendizagem 2. Partindo desse contexto de estudo, mas sem restringir-se a ele, discutir com os alunos a interpretação das equações químicas em termos de quantida-

des de partículas de reagentes e de produtos envolvidos.

As massas moleculares das substâncias e seus coeficientes estequiométricos expressos nas equações químicas balanceadas fornecerão as proporções em massa das substâncias em uma transformação química. Essas massas são expressas em unidades de massa atômica. Dessa maneira, possibilita-se a aplicação dessas mesmas proporções em termos de massas mensuráveis (grama, quilograma etc.). Com isso, é possível estabelecer uma ponte entre os modelos de constituição da matéria (microscópico), a linguagem simbólica da química (representacional) e as quantidades em massas mensuráveis de reagentes e produtos (macroscópico).

Tempo previsto: 5 aulas.

Conteúdos e temas: transformações químicas; produção de cobre e ferro; proporção em número de partículas, massa e energia nas transformações químicas.

Competências e habilidades: representar transformações químicas por meio de equações químicas; interpretar equações químicas em termos de quantidades de partículas, massa e energia; realizar cálculos de massas moleculares; identificar, representar e aplicar as proporções em número de partículas, massa e energia na resolução de problemas químicos.

Estratégias: aula expositiva dialogada; registros dos tópicos principais; resolução de exercícios e problemas.

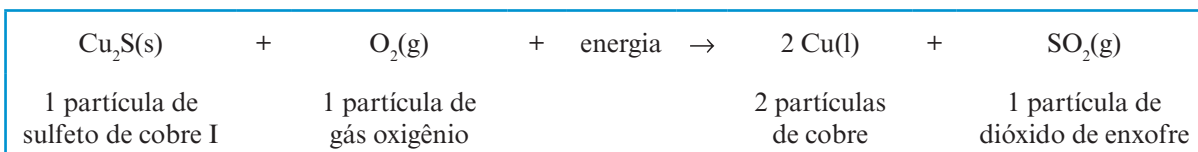
Recursos: giz, lousa e exercícios propostos.

Avaliação: participação na aula e resolução dos exercícios e problemas propostos.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 3

Atividade 1 – Quantidade de partículas envolvidas em uma transformação química

Como foi visto, o cobre pode ser produzido pela ustulação* da calcosita**, minério de cobre constituído basicamente por sulfeto de cobre I (Cu_2S). A equação química que representa este processo pode ser escrita e interpretada da seguinte forma:



Após a apresentação da equação química da ustulação da calcosita e sua interpretação em âmbito microscópico, com destaque para a ideia de conservação dos átomos, podem-se propor algumas questões, a fim de possibilitar a exploração das relações de proporcionalidade entre as partículas envolvidas nessa transformação, tais como: *Quantas partículas de gás oxigênio (O_2) são necessárias para interagir com duas partículas de sulfeto de cobre I (Cu_2S)? Quantas partículas de cobre (Cu) podem ser formadas a partir de duas partículas de sulfeto de cobre I? Que quantidade de partículas de reagentes deve ser usada na produção de 684 partículas de cobre? Que quantidades de partículas de cobre e de dióxido de enxofre podem ser produzidas a partir de cinco partículas de Cu_2S e dez partículas de O_2 ? Explique sua resposta (CA, Atividade 1, questões 1 a 4).*

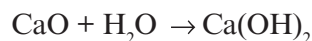
Neste momento, é importante chamar a atenção para o fato de que na representação das transformações químicas utilizam-se pequenas quantidades de partículas, mas na prática não é possível isolar quantidades tão pequenas de reagentes ou de produtos e observar as interações entre elas. Entretanto, as proporções entre as quantidades envolvidas em uma transformação química permanecem as mesmas, quer se pense em pequenas quantidades de partícu-

las, quer se trabalhe com números muito grandes, como será abordado com mais detalhes no bimestre seguinte, ao tratarmos o conceito de quantidade de matéria (mol).

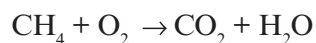
Além da produção do cobre, as relações em termos de quantidades de partículas podem ser exploradas em outras transformações químicas. É recomendável evitar, neste momento, equações químicas com coeficientes estequiométricos muito grandes e de difícil balanceamento. Algumas transformações químicas discutidas anteriormente em âmbito macroscópico podem ser retomadas para que sejam reinterpretadas, agora, em âmbito microscópico, como no exemplo anterior, da ustulação da calcosita. Algumas sugestões são dadas a seguir (CA, Atividade 1, questão 5).

1. Faça o balanceamento das equações químicas a seguir e interprete-as em termos das quantidades de partículas envolvidas:

a) hidratação da cal viva:



b) queima de gás natural:



* Ustulação: processo de aquecimento de um minério na presença do oxigênio ou de corrente de ar.

** Também chamada de calcocita.

Para explorar as relações de proporcionalidade nessas transformações químicas, podem ser elaboradas questões similares àquelas propostas na análise da produção de cobre ou outras, conforme as necessidades e possibilidades de cada turma.

(No CA, Lição de Casa, Atividade 1, foi incluído um exercício em que os alunos devem interpretar equações químicas em termos do número de partículas de reagentes e de produtos envolvidos, além de estabelecer proporções entre essas quantidades.)

Atividade 2 – Massas atômicas e massas moleculares

É possível também interpretar as equações químicas em termos de massa, considerando que cada elemento químico tem uma massa atômica determinada e que as massas das partículas que formam as substâncias são dadas pelo somatório das massas dos átomos que as compõem.

O conceito de massa atômica foi apresentado anteriormente quando as ideias de John Dalton sobre a constituição da matéria foram discutidas. Naquele contexto, a massa dos átomos dos diferentes elementos químicos era estipulada adotando-se como padrão o átomo de hidrogênio.

As massas atômicas atuais são dadas em função do isótopo do carbono de número de massa* 12. Cada unidade de massa atômica (u) equivale à massa de 1/12 da massa de um átomo de carbono de número de massa 12 (1/12 de ^{12}C). Em outras palavras, cada átomo de carbono equivale a 12 unidades de massa atômica.

Assim como o átomo de carbono, a grande maioria dos elementos químicos é formada por diferentes isótopos. Desta forma, a massa

atômica de um elemento químico corresponde a uma média ponderada das diferentes espécies isotópicas existentes.

O elemento cloro, por exemplo, aparece na natureza como ^{35}Cl (75,8%) e ^{37}Cl (24,2%). A massa atômica do cloro pode ser calculada da seguinte forma:

$$MA = \frac{(75,8 \times 35 + 24,2 \times 37)}{100} = 35,5 \text{ u}$$

Neste terceiro bimestre, entretanto, o conceito de massa atômica apresentado não precisa ser tratado nesse nível de detalhamento, pois estamos trabalhando com as ideias de Dalton. Assim, basta que os estudantes saibam que:

- ▶ cada elemento químico apresenta um valor de massa específico;
- ▶ é impossível determinar a massa de qualquer átomo em balanças, pois são partículas muito pequenas;
- ▶ não se adota mais o hidrogênio como padrão de massa atômica (ao qual era atribuído o valor 1 u), mas o átomo de carbono (ao qual se atribui o valor de massa 12 u). Em outras palavras, 1 u equivale a 1/12 da massa de um átomo de C.

A discussão a respeito das massas de isótopos pode ser realizada nas próximas séries, se necessário, quando os modelos atômicos conhecidos pelos estudantes apresentarem prótons, elétrons e nêutrons e possibilitarem a compreensão do conceito.

É importante mencionar que as massas atômicas calculadas por Dalton a partir da quantidade proporcional que se combinava com 1 g de hidrogênio foram revistas e que os valores

* Soma das quantidades de prótons e nêutrons presentes no núcleo de um átomo.

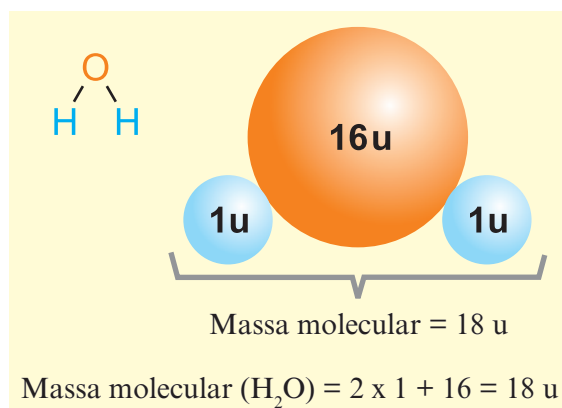
conhecidos atualmente são bem mais precisos do que aqueles do início do século XIX.

Após discutir esses tópicos, pode-se perguntar aos alunos: *Qual seria a massa de uma partícula de água, sabendo-se que cada átomo de hidrogênio tem massa atômica 1 u e que os átomos de oxigênio têm massa 16 u (CA, Atividade 2, questões 1 e 2)?*

É importante dar tempo para que eles pensem e respondam à questão e pedir-lhes que expliquem suas respostas. É provável que alguns alunos lembrem-se da fórmula da água e proponham que as massas dos átomos que a compõem sejam somadas para obter a massa da molécula de água. Questioná-los da mesma forma, usando outras substâncias conhecidas por eles, como oxigênio, cálcio ou gás carbônico. É necessário fornecer os dados de massa para que eles respondam às questões. Finalizar este momento organizando o raciocínio desenvolvido e definindo o conceito de massa molecular (MM): massa de uma partícula de uma substância expressa em unidades de massa atômica (u).

É importante lembrar – mas não é necessário aprofundar – que muitas substâncias não são formadas por moléculas (conjuntos de átomos unidos por ligações químicas), mas por estruturas tridimensionais nas quais os átomos estão ligados uns aos outros por ligações químicas em quantidade indefinida, formando uma rede de átomos ou íons, como é o caso dos sais, metais e óxidos metálicos. O conceito de massa molecular também se aplica a esses casos. Massa molecular é a massa de uma molécula ou outra partícula de uma substância expressa em unidades de massa atômica (u). Para evitar conflitos e erros conceituais, é recomendável utilizar o termo mais genérico *partícula* em vez de *molécula*, pois o primeiro pode ser aplicado a moléculas, íons, átomos ou qualquer outra espécie química.

Neste momento, o uso de figuras, como a apresentada a seguir, pode auxiliar na compreensão de que a massa molecular expressa a soma das massas atômicas dos átomos que compõem a menor partícula de uma substância, representada por sua fórmula química. Enfatizar novamente que, por se tratar da massa de uma única molécula, esse valor deve ser expresso em unidades de massa atômica (u) e não pode ser medido em balanças. Não é recomendado discutir a geometria da molécula de água ou as ligações químicas entre oxigênio e hidrogênio neste momento, visto que os alunos ainda não têm os conhecimentos necessários para compreender essas noções. Se eles questionarem a geometria da molécula ou as ligações entre os átomos, você pode informar que esses assuntos serão tratados apenas na série seguinte.



Massa molecular da água

Para avaliar e reforçar a compreensão do conceito de massa molecular, peça-lhes que façam o cálculo das massas moleculares de algumas substâncias conhecidas até agora: CaO, Ca(OH)₂, CO₂, Cu₂S, Fe₂O₃, CH₄ e outras (no CA, Atividade 2, a questão 3 possibilita exercitar esse tipo de raciocínio).

Um dos objetivos desta Situação de Aprendizagem é que os alunos consigam obter proporções em massas mensuráveis

com base nas proporções em massas atômicas das substâncias envolvidas em uma transformação química. Um passo importante nesse sentido consiste em exercitar a capacidade de expressar as relações de massas atômicas entre as substâncias envolvidas em uma transformação química. Assim, pode-se propor a interpretação da equação química da decomposição da água em termos de massas atômicas. Solicite a eles que façam o balanceamento da equação química;

que calculem as massas moleculares das substâncias envolvidas a partir das massas atômicas dos elementos químicos hidrogênio e oxigênio; e que proponham uma proporção em massa para esta transformação química (CA, Atividade 2, questão 4). É preciso fornecer o tempo necessário para a realização da tarefa e acompanhar o seu desenvolvimento, resolvendo as dúvidas individualmente. Espera-se que os estudantes proponham algo como:

$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	\rightarrow	$2 \text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$
2 partículas de água	produzem	2 partículas de gás hidrogênio	e	1 partícula de gás oxigênio
$2 \times 18 \text{ u} = 36 \text{ u}$		$2 \times 2 \text{ u} = 4 \text{ u}$		32 u
Massa molecular (H_2O) = $2 \times 1 + 16 = 18 \text{ u}$		Massa molecular (H_2) = $2 \times 1 = 2 \text{ u}$		Massa molecular (O_2) = $2 \times 16 = 32 \text{ u}$

Antes de passar para a atividade seguinte, outros casos simples podem ser trabalhados da mesma forma. Abordar, por exemplo, a combustão completa do carbono ou a calcinação do calcário.

Atividade 3 – Previsões das massas de reagentes e produtos

As massas das partículas envolvidas em uma transformação química, expressas em unidades de massa atômica, podem ser relacionadas às massas mensuráveis dessas substâncias em qualquer unidade de massa, mantendo-se a proporcionalidade entre elas. A tabela a seguir (CA, início da Atividade 3) ilustra essa ideia.

Equação	$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	\rightarrow	$2 \text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$
Número de partículas	2 partículas de água	produzem	2 partículas de gás hidrogênio	e	1 partícula de gás oxigênio
Massa das partículas	36 u	produzem	4 u	e	32 u
Exemplos de massas mensuráveis que guardam a mesma proporção	36 g	produzem	4 g	e	32 g
	9,0 kg	produzem	1,0 kg	e	8,0 kg
	2,7 kg	produzem	0,3 g	e	2,4 g

O objetivo da construção e da análise dessa tabela é mostrar que, independentemente da unidade de massa utilizada (u, g, kg ou outras), as relações em massa em uma dada transformação química são constantes. Além disso, pode-se retomar a lei de conservação de massa, proposta inicialmente por Lavoisier, e mostrar que os dados apresentados na tabela

estão de acordo com a constatação experimental de que nas transformações químicas a massa do sistema permanece a mesma. No caso da decomposição da água, evidenciar que a proporção entre a massa de água decomposta e a massa de hidrogênio formada é a mesma, seja em unidades de massa atômica, gramas ou quilogramas.

$$\frac{\text{massa de água}}{\text{massa de hidrogênio}} = \frac{36 \text{ u}}{4 \text{ u}} = \frac{36 \text{ g}}{4 \text{ g}} = \frac{9,0 \text{ kg}}{1,0 \text{ kg}} = \frac{2,7 \text{ g}}{0,3 \text{ g}} = \frac{9}{1}$$

Dessa forma, é possível obter uma proporção em massa em unidade de massa atômica para qualquer transformação química, desde que se conheçam sua equação química balanceada e as massas moleculares dos reagentes e produtos envolvidos. Essa proporção em unidade de massa atômica de uma transformação química pode ser usada para prever massas mensuráveis dos reagentes e produtos. Vejamos os seguintes problemas referentes à decomposição da água

(CA, Atividade 3, exercício 1) e à produção do ferro (CA, Atividade 3, exercício 2):

2. A partir das informações da tabela anterior, sobre a decomposição da água, que massas de gás oxigênio e de gás hidrogênio podem ser produzidas, aproximadamente, na decomposição de 100 g de água?

Propostas de resolução da questão 2

$$\frac{\text{massa de água}}{\text{massa de hidrogênio}} = \frac{36 \text{ u}}{4 \text{ u}} = \frac{100 \text{ g}}{X} \Rightarrow X = \frac{100 \text{ g} \times 4 \text{ u}}{36 \text{ u}} \Rightarrow X \cong 11 \text{ g de hidrogênio}$$

$$\frac{\text{massa de água}}{\text{massa de oxigênio}} = \frac{36 \text{ u}}{32 \text{ u}} = \frac{100 \text{ g}}{Y} \Rightarrow Y = \frac{100 \text{ g} \times 32 \text{ u}}{36 \text{ u}} \Rightarrow Y \cong 89 \text{ g de oxigênio}$$

Assim, na decomposição de 100 g de água podem ser obtidos aproximadamente 11 g de gás hidrogênio e 89 g de gás oxigênio.

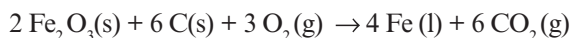
3. Que massa de ferro pode ser obtida a partir de 1280 kg de óxido de ferro III (Fe_2O_3), tendo carvão (C) e oxigênio (O_2) suficientes para consumir todo este minério de ferro? Considere que essa transformação pode ser representada pela seguinte equação química:



Propostas de resolução da questão 3

Como visto anteriormente, a produção do ferro ocorre em etapas sucessivas (queima incompleta do carvão e reação entre monóxido de

carbono e óxido de ferro III). Entretanto, este processo pode ser representado por uma única equação química, apresentada a seguir:



Calculando as massas moleculares dos reagentes e produtos:

$$\text{Massa molecular } (\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 56 + 3 \times 16 = 160 \text{ u}$$

$$\text{Massa molecular } (\text{C}) = 12 \text{ u}$$

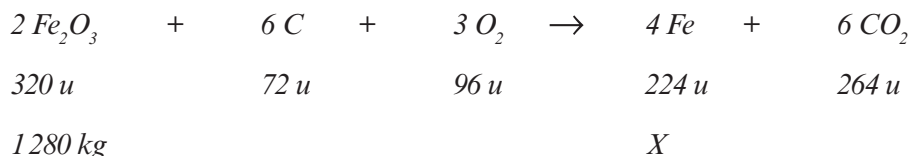
$$\text{Massa molecular } (\text{O}_2) = 2 \times 16 = 32 \text{ u}$$

$$\text{Massa molecular } (\text{Fe}) = 56 \text{ u}$$

$$\text{Massa molecular } (\text{CO}_2) = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ u}$$

Observação: foram calculadas as massas de todas as substâncias participantes da transformação química, mas poderiam ser calculadas apenas as massas das substâncias envolvidas no problema, ou seja, óxido de ferro III (Fe_2O_3) e ferro (Fe).

E, considerando as quantidades de partículas de cada um, temos a seguinte proporção em unidades de massa atômica para essa transformação:



A razão entre as massas de óxido de ferro III consumido e de ferro produzido é:

$$\frac{\text{massa de óxido de ferro III}}{\text{massa de ferro}} = \frac{320 \text{ u}}{224 \text{ u}} = \frac{1280 \text{ kg}}{X} \Rightarrow X = \frac{1280 \text{ kg} \times 224 \text{ u}}{320 \text{ u}} = 896 \text{ kg}$$

Assim, a partir de 1280 kg de óxido de ferro III é possível produzir 896 kg de ferro.

As questões acima ilustram como o domínio da linguagem química e dos modelos teóricos sobre a constituição da matéria podem ser úteis na resolução de problemas práticos, como prever as quantidades possíveis de produtos nas transformações químicas.

Podem ser propostas questões desse tipo a partir de outros contextos do sistema produtivo. Retomar, por exemplo, a questão da produção de cobre ou da queima de combustíveis. Aí, os estudantes deverão mobilizar seus conhecimentos sobre transformações químicas, balan-

ceamento de equações químicas, cálculo de massas moleculares e raciocínio proporcional, a fim de prever quantidades de reagentes necessárias para conseguir certa quantidade de produto ou mesmo prever a quantidade de produtos obtidos de determinada quantidade de reagente.

(No CA, Atividade 3, Lição de Casa, consta um exercício em que os alunos devem analisar a combustão do magnésio, balancear equações químicas, calcular massas molares e fazer previsões das massas envolvidas.)

Atividade 4 – Previsões da quantidade de energia envolvida nas transformações químicas

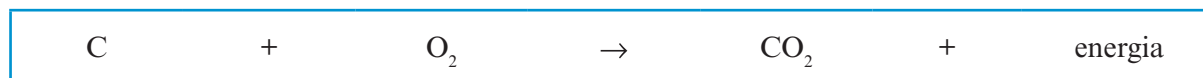
O aspecto energético também pode ser abordado ao se discutirem as transformações químicas e suas formas de representação. Isso é especialmente relevante quando tratamos de processos que liberam energia – como as combustões – e transformações que absorvem energia – como o cozimento de alimentos. Nesses casos, podem-se representar os valores de energia como um dos termos da equação química; entretanto, deve-se deixar claro que a energia apresentada na equação, do lado dos reagentes (processos endotérmicos) ou do lado dos produtos (processos exotérmicos), não é um material, ou seja, não é reagente nem produto.

Pode-se explorar a relação proporcional existente entre as quantidades de reagentes e produtos e a energia consumida ou liberada em uma transformação química. Os estudantes deverão compreender apenas as relações entre massas mensuráveis (g, kg, mg, t etc.) e ener-

gia. A relação entre quantidade de partículas e energia não deve ser discutida neste momento, pois eles ainda não estudaram a grandeza “quantidade de matéria” e sua unidade (mol), o que acontecerá apenas no próximo bimestre (no CA, a Atividade 4 busca avaliar a compreensão dessas ideias).

Cabe retomar e ter como ponto de partida o conceito de poder calorífico de combustíveis, tratado no bimestre anterior. Relembre o fato de que, quanto maior a massa de certo combustível queimado na presença de oxigênio suficiente, maior será a energia liberada nesse processo. Tome cuidado, entretanto, para deixar claro que os poderes caloríficos são valores médios, já que os combustíveis em geral são misturas de diversas substâncias.

Veja o exemplo da combustão completa do carvão, que tem poder calorífico de cerca de 6 800 kcal/kg, ou seja, 6,8 kcal/g. Se considerarmos o carvão constituído principalmente de carbono, podemos representar sua combustão pela equação química:



Podemos calcular as massas moleculares das substâncias presentes nesta equação e

apresentar a proporção em massa a seguir.

C	+	O ₂	→	CO ₂	+	energia
12 g		32 g		44 g		12 x 6,8 = 81,6 kcal
1 g						6,8 kcal

Esses valores de massa e energia podem ser representados pelas seguintes razões:

$$\frac{\text{energia}}{\text{massa de C}} = \frac{6,8 \text{ kcal}}{1 \text{ g}} = \frac{X}{12 \text{ g}} \Rightarrow X = \frac{6,8 \text{ kcal} \times 12 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 81,6 \text{ kcal}$$

Os estudantes podem tentar fazer o mesmo raciocínio para a queima do álcool combustível (poder calorífico = 6 500 kcal/kg ou 27 000 kJ/kg). Pode-se considerar que o álcool combustível é formado principalmente por etanol (C₂H₅OH). Pode-se ajudá-los na escrita da equação química balanceada (C₂H₅OH(g) + 3 O₂(g) → 2 CO₂(g) + 3 H₂O(g)) e nos cálculos de massas moleculares. É possível que eles tenham dificuldade também em compreender que o poder calorífico de 6 500 kcal/kg equivale a 6,5 kcal/g ou que 27 000 kJ/kg equivalem a 27 kJ/g (no CA, essas ideias são exploradas na Atividade 4, questão 2).

$$6500 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 6500 \frac{\text{kcal}}{1000 \text{ g}} = 6,5 \frac{\text{kcal}}{\text{g}}$$

A seguir, são apresentados alguns exemplos de questões desse tipo (CA, Lição de Casa, Atividade 4, questões 1 e 2).

CaCO ₃	+	energia	→	CaO	+	CO ₂
100 u		_____ kcal		_____ u		_____ u
_____ g		_____ kcal		56,0 g		_____ g
1,00 g		2,90 kcal		_____ g		_____ g

6. Qual a massa mínima de carbonato de cálcio (CaCO₃) necessária para se obter 112 t de cal viva (CaO) por decomposição, sabendo que nesse processo forma-se também gás carbônico?

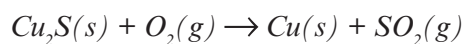
Sugere-se orientar a resolução desses problemas retomando as etapas seguidas nas resoluções dos exemplos anteriores.

4. Que massa de cobre pode ser obtida a partir de 15,9 kg de sulfeto de cobre I (Cu₂S), tendo oxigênio suficiente para essa produção?

Dados – massas atômicas:

$$\text{Cu} = 63,5 \text{ u}; \text{S} = 32,0 \text{ u}; \text{O} = 16,0 \text{ u}$$

Equação química não balanceada da ustulação da calcosita:



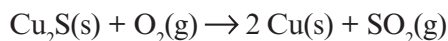
5. Complete as lacunas na tabela a seguir, sabendo que são necessárias 2,90 kcal para decompor 1,00 g de calcário.

Dados – massas atômicas:

$$\text{Ca} = 40,0 \text{ u}; \text{C} = 12,0 \text{ u}; \text{O} = 16,0 \text{ u}$$

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 3

Na questão 4, espera-se que os estudantes façam inicialmente o balanceamento da equação química apresentada:



Logo em seguida, eles devem calcular as massas moleculares das substâncias envolvidas no problema proposto (Cu₂S e Cu).

$$\text{massa molecular (Cu}_2\text{S)} = 2 \times 63,5 + 32,0 = 159,0 \text{ u}$$

$$\text{massa molecular (Cu)} = 63,5 \text{ u}$$

A partir das massas moleculares e dos coeficientes estequiométricos da equação, deve-se estabelecer a proporção em massa atômica dessas substâncias. Tendo essa proporção, pode-se, então, calcular a massa de cobre obtida a partir de 15,9 kg do minério de cobre.

Para cada duas partículas de Cu formadas, uma partícula de Cu₂S é consumida, ou seja, para cada 127,0 u de Cu formadas (2 x 63,5 u), 159,0 u de Cu₂S são consumidas. Como a proporção em massa é a mesma, seja em unidades de massas atômicas ou em quilogramas, pode-se estabelecer a seguinte proporção:

$$\frac{\text{massa de Cu}}{\text{massa de Cu}_2\text{S}} = \frac{127,0 \text{ u}}{159,0 \text{ u}} = \frac{X}{15,9 \text{ kg}} \Rightarrow X = \frac{127,0 \text{ u} \times 15,9 \text{ kg}}{159,0 \text{ u}} = 12,7 \text{ kg de cobre}$$

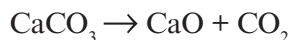
Assim, a partir de 15,9 kg de Cu₂S podem ser produzidos 12,7 kg de Cu.

Na questão 5, deve-se verificar se a equação química está balanceada, calcular as mas-

sas moleculares das substâncias e completar a tabela como apresentado a seguir:

CaCO ₃	+	energia	→	CaO	+	CO ₂
100 u		290 kcal		56 u		44 u
100 g		290 kcal		56,0 g		44,0 g
1,00 g		2,90 kcal		0,56 g		0,44 g

Na questão 6, desenvolve-se um raciocínio semelhante ao da primeira questão:



$$\text{MM (CaCO}_3\text{)} = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100 \text{ u}$$

$$\text{MM (CaO)} = 40 + 16 = 56 \text{ u}$$

$$\frac{\text{massa de CaCO}_3}{\text{massa de CaO}} = \frac{100 \text{ u}}{56 \text{ u}} = \frac{X}{112 \text{ t}} \Rightarrow X = \frac{100 \text{ u} \times 112 \text{ t}}{56 \text{ u}} = 200 \text{ t de CaCO}_3$$

Assim, são necessárias 200 t de CaCO₃ para produzir 112 t de CaO.

As relações entre as quantidades de reagentes, produtos e energia envolvidas em uma transformação química podem ser ampliadas para outras transformações químicas que não as abordadas neste Caderno. É recomendável evitar fenômenos muito complexos,

difíceis de representar ou que não tenham relevância social, científica ou tecnológica. O tempo de aula é limitado e os estudantes devem aproveitá-lo da melhor maneira, discutindo fenômenos que tenham relevância em sua formação geral.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 METAIS E O SISTEMA PRODUTIVO

Nesta Situação de Aprendizagem, a compreensão do tema “metais” será ampliada com a discussão de aspectos relacionados à sua produção e seus usos.

A discussão, até então focada no cobre e no ferro, passa a abranger outros metais presentes no cotidiano, como alumínio, zinco, ouro, prata, chumbo etc. No final desta Situação de Aprendizagem, o tema “metais” será discutido em um contexto mais amplo, isto é, o dos materiais recicláveis. Essa contextualização do tema é fundamental para consolidar sua importância, não apenas no campo das Ciências da Natureza, mas também no da Geografia, da História, da Economia e da Sociologia, mostrando assim que os conhecimentos químicos adquiridos até então, junto dos saberes de outras áreas do conhecimento, são necessários para compor uma visão mais ampla da realidade em que vivemos.

São propostas três atividades para a realização desta Situação de Aprendizagem:

1. na primeira atividade, analisaremos os diversos usos de metais no cotidiano e a

relação entre seus usos e suas propriedades físicas e químicas;

2. na segunda atividade, discutiremos os aspectos geográficos, sociais e econômicos relacionados à produção de ferro, ressaltando aspectos do sistema produtivo que podem ser aplicados em outros contextos;

3. a terceira atividade, a ser realizada em grupo e fora do horário de aula, procura abordar a importância das empresas de sucata e ferro-velho no processo de reciclagem de metais e outros materiais recicláveis. É importante lembrar que esta atividade deve ser solicitada já na primeira aula desta Situação de Aprendizagem para que os estudantes tenham o prazo de uma semana para realizá-la.

Com essas atividades, espera-se que os estudantes possam construir uma visão mais abrangente sobre a produção e os usos dos metais e, assim, desenvolver competências que lhes possibilitem julgar seus padrões de consumo de forma mais consciente e embasada em conhecimentos científicos e interdisciplinares.

Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdos e temas: relação entre propriedades e aplicações de metais e ligas metálicas; influência dos aspectos geográficos, socioeconômicos e tecnológicos na produção de ferro-gusa e aço; reciclagem de materiais metálicos e outros.

Competências e habilidades: relacionar as propriedades dos materiais metálicos a suas aplicações tecnológicas; identificar a influência dos aspectos geográficos, socioeconômicos e tecnológicos no sistema produtivo; reconhecer a importância socioeconômica da reciclagem de materiais diversos.

Estratégias: atividades coletivas de investigação; visita a um ferro-velho; aula expositiva dialogada.

Recursos: giz e lousa; tabela com dados da produção de ferro no mundo (Atividade 2).

Avaliação: participação na aula e relatórios (folhas de atividade).

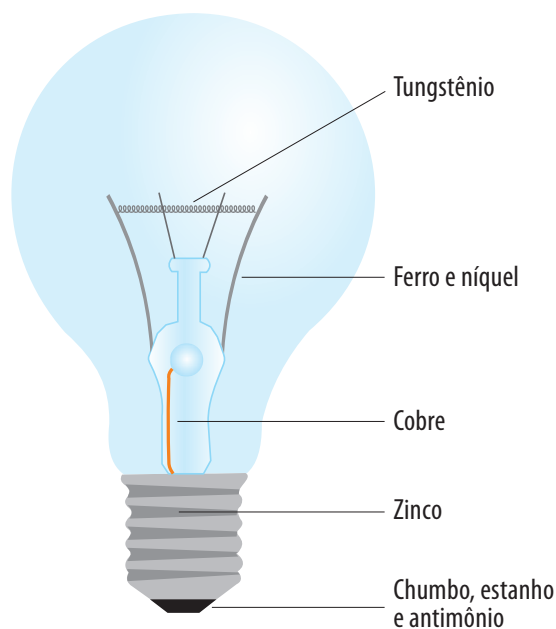
Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 4

Atividade 1 – Metais no cotidiano

Esta atividade visa sensibilizar e conscientizar os alunos sobre a grande utilização de metais e ligas metálicas no cotidiano. A atividade pode ser iniciada com uma discussão a respeito do uso de metais na produção de uma lâmpada comum incandescente.

A figura a seguir mostra que, para a fabricação de uma lâmpada incandescente, são utilizados diversos metais, e que a função de cada um deles está diretamente ligada às suas propriedades.

Para esta parte da atividade, utilize como referência a figura seguinte ou traga uma lâmpada para que os alunos a observem.



Filamento de tungstênio (W): este metal possui condutibilidade elétrica moderada (cerca de 340 vezes menor do que a da prata, excelente condutor elétrico); por isso, oferece resistência à passagem da corrente elétrica, gerando calor a ponto de se tornar incandescente e emitir luz. Apresenta também elevada temperatura de fusão (3 410 °C), resistindo a altas temperaturas sem sofrer fusão.

Haste de ferro (Fe) e níquel (Ni): esta liga metálica apresenta elevada resistência mecânica (não entorta facilmente) e suporta altas temperaturas sem fundir (cerca de 1 500 °C), sendo um material ideal para sustentar o filamento da lâmpada.

Fios de cobre (Cu): metal com boa condutibilidade elétrica e alta temperatura de fusão.

Rosca de zinco (Zn): metal maleável (fácil de moldar), que suporta temperaturas moderadas sem fundir (420 °C) e possui boa condutibilidade elétrica.

Ponto de contato de chumbo (Pb), estanho (Sn) e antimônio (Sb): esta liga metálica é útil para fazer soldagem porque seus com-

ponentes apresentam temperaturas de fusão relativamente baixas (327, 232 e 631 °C, respectivamente) e, conseqüentemente, sua liga também. O antimônio é misturado ao chumbo e ao estanho para que a liga suporte temperaturas um pouco maiores sem fundir e tenha maior dureza.

É interessante comentar que o interior das lâmpadas incandescentes é preenchido com gás argônio em vez de ar. Esse gás cumpre a função de dissipar parte da energia térmica gerada no filamento, o qual precisa de um meio material para se propagar, ao mesmo tempo que evita a oxidação das estruturas de tungstênio, ferro, níquel e cobre, que poderia ocorrer pela interação com o oxigênio do ar (no CA, Atividade 1, essas ideias foram incorporadas em um texto com duas questões de interpretação).

Após a discussão da relação entre propriedades e usos de metais na fabricação das lâmpadas, sugerir aos alunos que façam, em grupos, um levantamento de objetos metálicos (metais e ligas metálicas) que estão presentes em suas casas ou na escola. Esse levantamento pode ser organizado em um quadro, como o mostrado a seguir.

Objeto	Metal ou liga que compõe o objeto	Relação entre propriedades e aplicação

Pedir aos estudantes que completem a primeira e a segunda colunas do quadro com materiais encontrados em casa e os respectivos metais ou ligas metálicas neles presentes.

Na terceira coluna, eles podem escolher dois dos objetos destacados por eles e, pensando nas características dos materiais metálicos que for-

mam esses objetos, relacionar suas propriedades à sua finalidade. Para finalizar a atividade, alguns deles podem apresentar os objetos que analisaram e as relações estabelecidas entre as propriedades e os usos dos materiais metálicos (no CA, esta parte da atividade corresponde à questão 3 da Atividade 1).

Atividade 2 – Produção de ferro no mundo: do minério ao aço

Nesta atividade discutiremos as relações entre reserva e extração de minério de ferro, a produção de ferro-gusa e aço e os aspectos tecnológicos, geográficos e socioeconômicos de cada país.

É interessante dividir a turma em grupos e fornecer a cada grupo os dados de produção de um dos países apresentados

nos quadros* a seguir. No início da atividade, procure interpretar alguns desses dados com os alunos, explicando seus significados. Por exemplo, dizer que o Brasil detém 7,1% da reserva mundial conhecida de minério de ferro, o que lhe confere a posição de quinta maior reserva de minério de ferro do mundo. Dizer, também, que o Japão é responsável por 9,7% de todo o ferro-gusa produzido no mundo, ocupando o terceiro lugar no *ranking* de produtores mundiais de ferro-gusa.

Brasil			
Reserva de minério 7,1% (5º no mundo)	Extração de minério 18,8% (2º no mundo)	Produção de ferro-gusa 3,8% (6º no mundo)	Produção de aço 2,6% (9º no mundo)

Estados Unidos			
Reserva de minério 4,1% (7º no mundo)	Extração de minério 3,2% (7º no mundo)	Produção de ferro-gusa 4,5% (5º no mundo)	Produção de aço 8,0% (4º no mundo)

Rússia			
Reserva de minério 15,1% (2º no mundo)	Extração de minério 6,2% (5º no mundo)	Produção de ferro-gusa 6,1% (4º no mundo)	Produção de aço 5,8% (5º no mundo)

China			
Reserva de minério 12,4% (3º no mundo)	Extração de minério 30,8% (1º no mundo)	Produção de ferro-gusa 44,3% (1º no mundo)	Produção de aço 35,0% (1º no mundo)

Japão			
Reserva de minério 0%	Extração de minério 0%	Produção de ferro-gusa 9,7% (3º no mundo)	Produção de aço 9,5% (3º no mundo)

Ucrânia			
Reserva de minério 18,4% (1º no mundo)	Extração de minério 4,3% (6º no mundo)	Produção de ferro-gusa 3,7% (7º no mundo)	Produção de aço 3,3% (8º no mundo)

* Dados obtidos de: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Sumário Mineral 2007*. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2009. De acordo com este documento, têm-se como estimativa os seguintes dados: reserva mundial de minério de ferro = $3,7 \times 10^{11}$ t; produção (extração) mundial de minério = $1,7 \times 10^9$ t; produção mundial de ferro-gusa = $8,6 \times 10^8$ t; produção mundial de aço = $1,2 \times 10^9$ t.

Para auxiliar a análise e discussão das tabelas, podem ser propostas as seguintes questões (CA, Atividade 2, exercícios 1 a 4):

1. Que informações vocês têm sobre esse país em relação a:
 - a) geografia física;
 - b) desenvolvimento socioeconômico;
 - c) desenvolvimento tecnológico.

2. Compare os valores entre a reserva e a extração de minério de ferro nesse país. Esses valores são compatíveis? Se não forem compatíveis, como vocês explicariam esse fato?
3. Compare os valores de extração de minério de ferro e a produção de ferro-gusa e de aço nesse país. Esses valores são compatíveis? Se não forem compatíveis, como vocês explicariam esse fato?

Neste ponto, seria interessante discutir a diferença entre ferro-gusa e aço. Até este momento, o material obtido no alto-forno foi tratado como ferro-gusa ou simplesmente ferro, mas trata-se de uma liga metálica constituída por Fe (92,5%), C (3,4%), Si (2,3%), Mn, Ni, Cr e outros elementos em menores quantidades. Na aciaria, o ferro-gusa tem seu teor de carbono reduzido a cerca de 0,1% e as quantidades de outros elementos químicos modificadas de acordo com o uso a que se destinará o aço produzido. Para a produção do aço, então, necessita-se de mais desenvolvimento tecnológico do que para a produção do ferro-gusa. Esta diferença está relacionada ao fato de alguns países produzirem muito ferro-gusa, mas pouco aço, e vice-versa.

4. Elabore uma síntese que relacione os aspectos gerais desse país, abordados na questão 1, e a produção de ferro, analisada nas questões 2 e 3.

Não se espera que os estudantes, ou mesmo você, professor, tenham vastos conhecimentos a respeito dos países analisados. Pretende-se apenas que os conhecimentos compartilhados dentro do grupo, sobre cada país, possam ser relacionados, com o seu auxílio, aos dados de

produção de ferro apresentados nas tabelas. Uma alternativa de trabalho que talvez dê mais segurança na realização dessa atividade é providenciar antecipadamente algumas informações sobre esses países, em páginas da internet, livros de Geografia ou atlas. Essas informações podem ser fornecidas aos grupos antes ou durante a realização da atividade ou, caso os alunos tenham realizado a pesquisa sugerida na Situação de Aprendizagem 2, pode-se orientar os alunos a consultá-la, agora, com esta finalidade.

A atividade pode ser encerrada com uma breve apresentação de cada grupo dos aspectos gerais da produção de ferro em cada país analisado. Pode-se destacar as ideias principais discutidas ao longo da atividade e que podem ser aplicadas em outros contextos do sistema produtivo. Por exemplo, mencionar que o fato de um país possuir grandes reservas naturais não significa que ele seja um grande produtor de determinado bem de consumo, pois isso depende de investimentos internos e externos, além de suas condições de desenvolvimento tecnológico e econômico. Isso acontece com a Ucrânia, que tem 18,4% das reservas de

minério de ferro, mas produz apenas 3,3% do aço do mundo; por outro lado, o Japão, mesmo não tendo reservas de minério de ferro, produz 9,5% do aço mundial, ocupando a terceira posição no *ranking*.

Atividade 3 – Visita ao ferro-velho

Nesta atividade, os alunos, divididos em grupos, deverão investigar a comercialização de materiais recicláveis em ferros-velhos. Para isso, propõe-se a seguir um modelo de folha de atividade que pode ser adaptada de acordo com os interesses locais (CA, Atividade 3, Pesquisa de Campo).

Dados gerais sobre o ferro-velho			
1. Nome e localização:			
2. Número de pessoas que trabalham no local (funcionários, cooperados, catadores etc.) e condições de trabalho desses profissionais:			
3. Descrição física do local (área ocupada, organização etc.):			
Materiais comercializados			
Material	Objetos mais comuns	Preço médio de compra e venda	Destino do material
Problemas identificados:			
Outras informações:			

Caso existam poucos ferros-velhos, usinas ou cooperativas de reciclagem na região, o que levaria os grupos a apresentar dados semelhantes, é possível diversificar a atividade propondo que alguns grupos realizem entrevistas estruturadas (com questões predefinidas) com pessoas envolvidas nessa área de atividade (proprietário de ferro-velho, catador autônomo ou cooperado, funcionário, comprador e vendedor de recicláveis etc.). Outros grupos podem apresentar pesquisas sobre formas de reciclagem

de diversos materiais. As atividades podem ser acompanhadas de exposições de fotos dos locais estudados ou relatos dos entrevistados.

A seguir, apresentamos um modelo de como os grupos podem registrar dados sobre os materiais comercializados no ferro-velho. Note que o cobre foi utilizado como exemplo, mas a pesquisa não deve ficar restrita aos metais; ela deve abranger todos os materiais recicláveis comercializados, incluindo vidro, plástico e papel.

Material	Objetos mais comuns	Preço médio de compra e venda	Destino do material
Cobre	Fios, painelas, transformador	C = R\$ 7,00/kg V = R\$ 13,00/kg	Usina de reciclagem (90%), venda no varejo (10%)

O encerramento da atividade pode ocorrer com uma apresentação dos resultados das pesquisas realizadas e um debate sobre os pontos positivos e negativos (comércio de materiais furtados, por exemplo) da comercialização de recicláveis. A apresentação dos resultados pode ser feita por meio de exposição de fotografias, recortes de reportagens e apresentação de vídeo, entre outras formas. Ela pode ocorrer tanto em sala de aula quanto em outros espaços da escola.

Grade de Avaliação da Situação de Aprendizagem 4

Espera-se que, ao final da Atividade 1, os alunos possam compreender que os metais têm um número muito grande de aplicações nas mais diversas áreas, como construção civil, eletroeletrônica, medicina e indústria automobilística, entre outras. Eles devem identificar uma grande variedade de materiais metálicos em suas casas e na própria escola, relacionando seus usos a suas propriedades.

A Atividade 2 tem como objetivo conduzir os estudantes à reflexão sobre outros fatores que influenciam a produção de ferro, como a localização das reservas, os investimentos financeiros, as políticas públicas e o desenvolvimento científico-tecnológico. Espera-se que eles relacionem os dados apresentados nas tabelas com esses fatores e construam um panorama geral do modelo de produção de ferro em cada país.

Na Atividade 3, os estudantes devem conhecer de forma mais aprofundada como ocorre a comercialização de materiais recicláveis nos ferros-velhos ou em empresas similares. Este mergulho na realidade local da coleta e comercialização de materiais recicláveis, incluindo os metais, deve complementar a macrovisão do sistema produtivo desenvolvida na Atividade 2 e esclarecer dúvidas a respeito do ciclo de vida desses bens de consumo. A extração de matérias-primas, a produção, o uso e a reciclagem são as principais etapas deste ciclo, e o conhecimento de cada uma delas é necessário para que se entenda e avalie o custo ambiental gerado pelo ser humano ao se apropriar dos recursos disponíveis na natureza.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO*

1. Faça o balanceamento da equação química que representa a produção de cobre a partir de calcosita e complete o quadro a seguir, interpretando as equações químicas em termos de quantidades de

partículas e de massa.

Dados – massas atômicas:

Cu = 63,5 u; S = 32 u; O = 16 u.

	Calcosita	Oxigênio	Cobre	Dióxido de enxofre
	_____ Cu ₂ S	+ _____ O ₂	→ _____ Cu	+ _____ SO ₂
Em partículas				
Em massa (u)				

Resposta:

	Calcosita	Oxigênio	Cobre	Dióxido de enxofre
	_____ Cu ₂ S	+ _____ O ₂	→ _____ Cu	+ _____ SO ₂
Em partículas	<i>1 partícula de calcosita reage com</i>	<i>1 partícula de gás oxigênio formando</i>	<i>2 partículas de cobre e</i>	<i>1 partícula de dióxido de enxofre.</i>
Em massa (u)	159	32	127	64

2. Relacione as duas colunas a seguir:

Aplicações	Metais/ligas
A – trilhos de trem, lataria de automóveis, ferramentas	(D) alumínio
B – solda, latas de alimentos	(A) ferro/aço
C – fios elétricos, panelas, tubulações de água quente	(B) estanho
D – fios elétricos, latas de bebidas, esquadrias	(C) cobre

*No CA, seção você Aprendeu?.

3. Reveja suas anotações sobre os problemas ambientais relacionados à queima de combustíveis (2º bimestre) e responda: Quais problemas ambientais podem ser agravados com as emissões na atmosfera dos gases provenientes da produção de cobre e de ferro?

- a) Efeito estufa e chuva ácida, respectivamente.
- b) Efeito estufa e intoxicação por monóxido de carbono, respectivamente.
- c) Buraco na camada de ozônio e chuva ácida, respectivamente.
- d) Chuva ácida e efeito estufa, respectivamente.
- e) Intoxicação por monóxido de carbono e buraco na camada de ozônio, respectivamente.

*Deve-se recordar que o gás proveniente da produção do cobre é o dióxido de enxofre, uma das substâncias responsáveis pela chuva ácida. Na produção do ferro, forma-se como produto gasoso o dióxido de carbono, que é o grande responsável pelo agravamento do efeito estufa. Portanto, alternativa **d**.*

4. Uma embalagem de alimento orgânico apresentava a frase “Produto sem elementos químicos”. Sobre essa afirmação, é correto afirmar que:

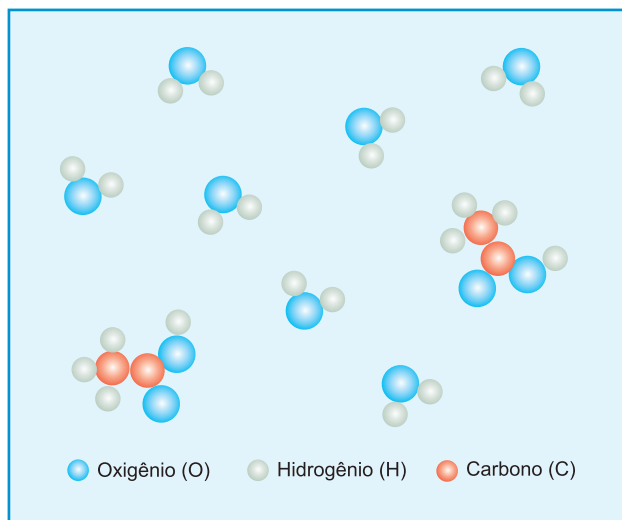
- a) a frase está errada porque toda matéria é formada por substâncias compostas de elementos químicos, inclusive os alimentos orgânicos;
- b) a frase está correta porque produtos orgânicos são naturais e, portanto, não contêm elementos químicos;

c) a frase está errada. O correto seria dizer que “os produtos orgânicos não contêm substâncias químicas”;

d) a frase está correta porque os alimentos orgânicos são produzidos sem a adição de substâncias químicas, tais como fertilizantes industrializados e agrotóxicos.

*A frase está errada, pois toda a matéria, incluindo os alimentos orgânicos, é formada por substâncias, e estas são compostas por elementos químicos. Portanto, alternativa **a**.*

5. A figura a seguir representa:



- a) uma mistura de duas substâncias formadas por três elementos químicos;
- b) uma substância formada por dois elementos químicos;
- c) uma mistura de três substâncias formadas por dois elementos químicos;
- d) uma substância formada por três elementos químicos.

A figura mostra dois tipos de conjuntos de átomos (moléculas). Um deles é formado por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H_2O , moléculas da substância água). O segundo tipo de moléculas é formado por dois átomos de carbono, dois de oxigênio e quatro de hidrogênio ($H_3C_2O_2H$, molécula da substância ácido acético ou etanoico, presente no vinagre. Obs.: os alunos não sabem desta última informação, mas devem compreender que existem duas substâncias diferentes representadas na figura). Assim, tem-se uma mistura de duas substâncias, de fórmulas H_2O e $H_3C_2O_2H$, que são formadas por três elementos químicos, H, O e C. Portanto, resposta **a**.

6. O titânio é produzido a partir de um minério chamado ilmenita, formado de um óxido de ferro magnético (FeO) e de dióxido de titânio (TiO_2). A produção do metal pode ser dividida em quatro etapas:

1ª etapa – separação magnética do FeO usando um ímã;

2ª etapa – reação entre óxido de titânio sólido, carvão (C) e gás cloro (Cl_2), que produz dióxido de carbono gasoso (CO_2) e cloreto de titânio líquido ($TiCl_4$);

3ª etapa – destilação do cloreto de titânio (temperatura de ebulição = 136 °C);

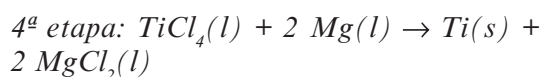
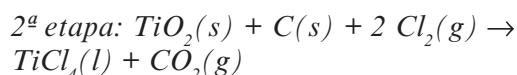
4ª etapa – reação entre cloreto de titânio líquido e magnésio líquido (Mg), produzindo titânio sólido e cloreto de magnésio líquido.

a) Quais dessas etapas envolvem transformações químicas? Explique sua resposta.

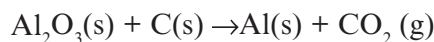
Apenas a 2ª e a 4ª etapas envolvem transformações químicas, pois nelas são geradas novas

substâncias. Na 1ª e na 3ª etapas, os processos de separação dessas misturas por meio das propriedades físicas, magnetismo e temperatura de ebulição não resultam em novas substâncias.

b) Represente as equações químicas balanceadas envolvidas na produção do titânio.



7. Calcule a quantidade de partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) que se combinam com seis partículas de carbono (C) durante a produção de alumínio (Al), de acordo com a equação química não balanceada a seguir:



a) 2

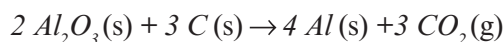
b) 4

c) 6

d) 8

e) 10

Pode-se inicialmente fazer o balanceamento da equação química, como mostrado a seguir:



A partir desta equação, estabelece-se a seguinte proporção:

$$\frac{2 \text{ partículas de } Al_2O_3}{3 \text{ partículas de C}} = \frac{X}{6 \text{ partículas de C}} \Rightarrow X = 4 \text{ partículas de } Al_2O_3$$

PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

Entre os conteúdos abordados neste Caderno, é provável que os estudantes apresentem dificuldades em: expressar as transformações químicas por meio de equações químicas; prever as proporções em massa com que as transformações químicas ocorrem a partir das equações químicas e das massas moleculares das substâncias envolvidas.

Esses conhecimentos são fundamentais para o estudo da quantidade de matéria (mol) e dos cálculos estequiométricos a ser desenvolvidos no próximo bimestre.

Uma primeira sugestão de atividade de recuperação é utilizar simulações do *site* do projeto LabVirt (Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br>>. Acesso em: 31 mar. 2009). É

importante que seja elaborada uma atividade em papel, com base nas simulações – alguma forma de registro ou relatório da realização da atividade. As simulações “Balanceando a equação”, “Supermicroscópio virtual”, “A construção”, “Podemos recuperar a produção da indústria Sodis?” e “A química dentro de um bolo” podem ser úteis.

Outra possibilidade de atividade de recuperação é o uso de massas de modelar para representar átomos, moléculas e equações químicas. A parte prática desta atividade pode ser combinada com uma atividade envolvendo papel e lápis, na qual os estudantes realizem cálculos para as transformações representadas por meio das massas de modelar.

RECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

Artigos de periódicos

BRAATHEN, P. C.; LUSTOSA, A. A.; FONTES, A. C.; SEVERINO, K. G. Entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio: uma experiência simples de calorimetria com material de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 29, p. 42-45, ago. 2008. Este artigo trata da construção de um calorímetro simples e da determinação experimental do calor de decomposição do peróxido de hidrogênio.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. *Química Nova na Escola*.

São Paulo, v. 10, p. 53-54, nov. 1999. Neste artigo apresenta-se um experimento simples que permite explorar o assunto estequiometria, mesmo não dispondo de uma balança de alta precisão.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 3, p. 27-31, mai. 1996. Este artigo relata uma investigação sobre o papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem e nas relações que se estabelecem entre o professor, o aluno e o objeto de conhecimento, com ênfase no conceito de átomo.

Livros

BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. *Química*. São Paulo: Cortez, 1991, p. 133-160. (Coleção Magistério). Este livro apresenta alguns textos que discutem a construção histórica da tabela periódica com enfoque no trabalho desenvolvido por Mendeleev em sua busca por uma lei periódica.

CANTO, E. L. *Minerais, minérios, metais: de onde vêm? Para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1996. Neste livro podem-se encontrar informações sobre a obtenção de diferentes metais a partir de seus minérios, sua importância econômica e alguns impactos ambientais causados por sua exploração.

ESPERIDIÃO, Y. M.; NÓBREGA, O. *Os metais e o homem*. 5. ed. São Paulo: Ática, 2002. Neste livro podem-se encontrar informações sobre a importância de metais e de ligas metálicas para o ser humano, alguns exemplos de sua utilização e atividades para ser trabalhadas com os alunos.

STRATHERN, P. *O sonho de Mendeleiev*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. O autor

narra diversos aspectos históricos ligados à construção do conceito de elemento químico e da tabela periódica.

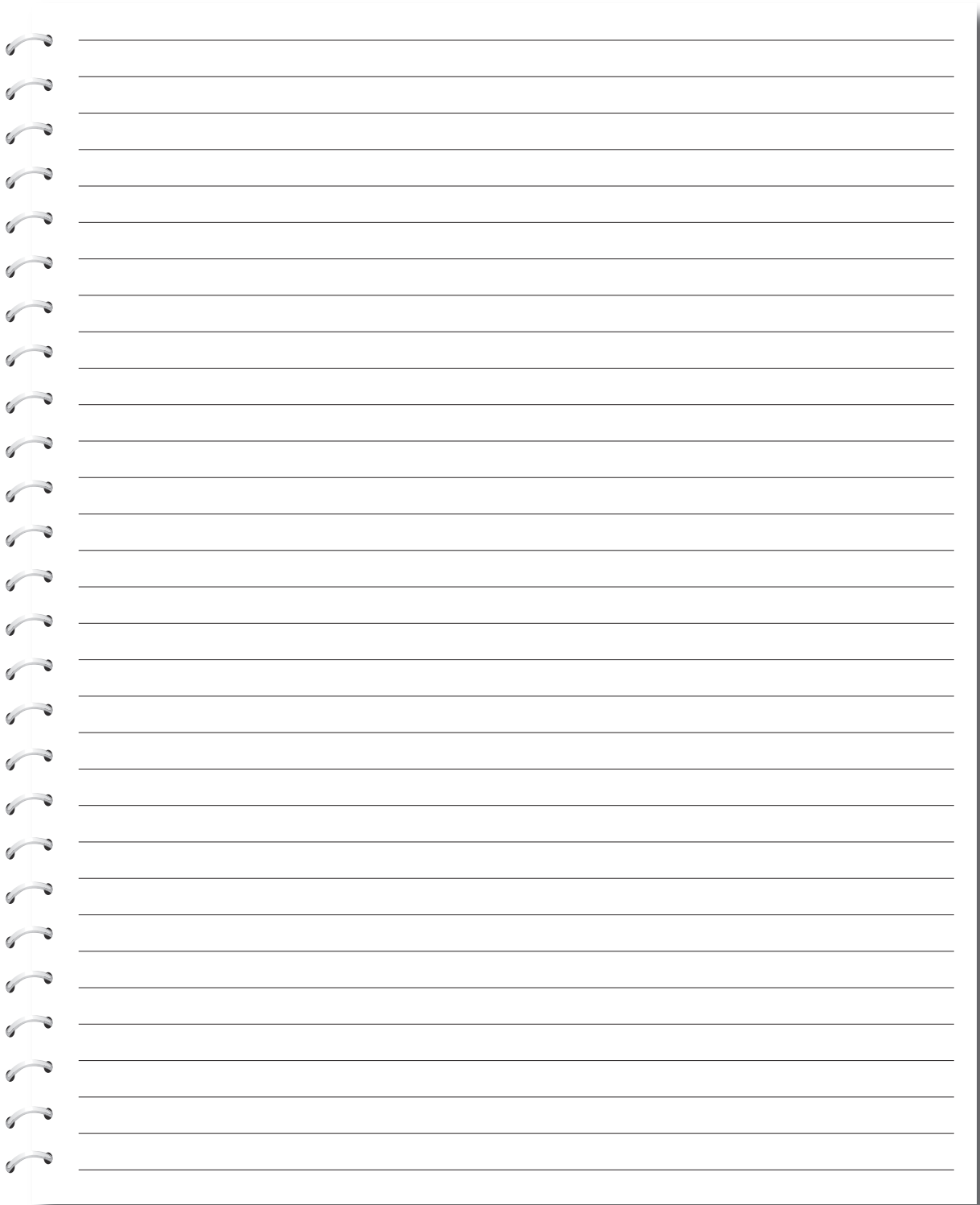
VAITSMAN, D. S.; AFONSO, J. C.; DUTRA, P. B. *Para que servem os elementos químicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. O livro traz informações básicas dos elementos químicos, tais como propriedades físicas e químicas, data em que cada um foi descoberto, abundância na natureza e usos mais comuns.

Sites

PROCOBRE. Disponível em: <<http://www.procobre.org/pr/index.html>>. Acesso em: 30 abr. 2009. Esta página da internet apresenta informações gerais relacionadas à produção e aplicação do cobre.

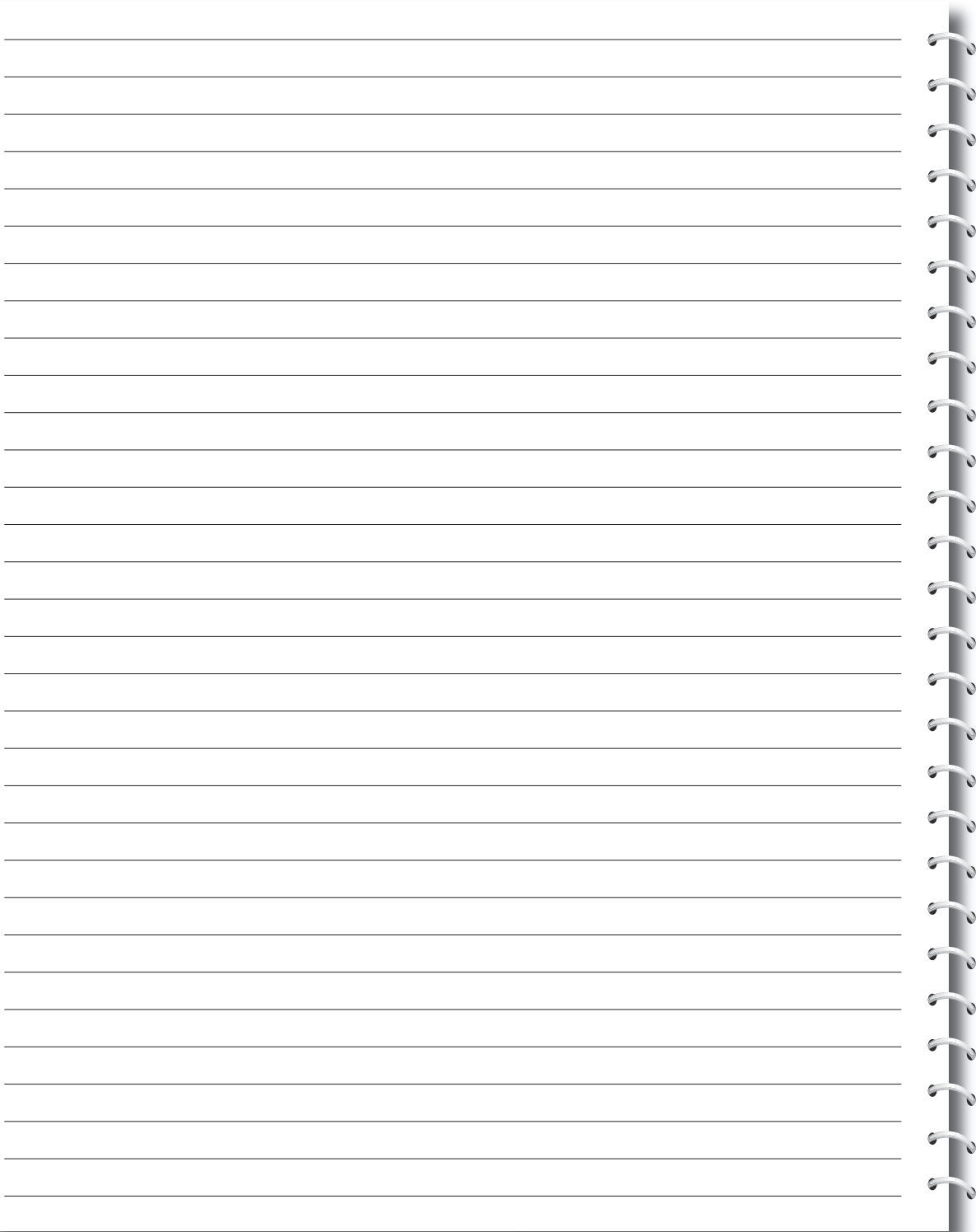
SUMÁRIO MINERAL 2007. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 4 maio 2009. Esta página da internet apresenta informações gerais sobre a produção mineral brasileira e a compara com a produção mundial em diversos anos.

 Anotações



A spiral-bound notebook page with 25 horizontal lines. The spiral binding is on the left side. The page is otherwise blank.

 *Anotações*



A spiral-bound notebook page with horizontal ruling lines. The spiral binding is visible on the right side of the page.