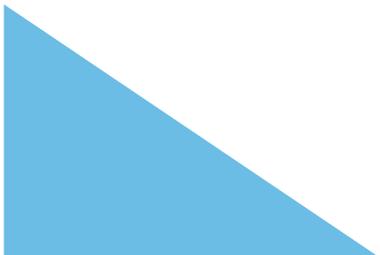


ensino médio
1ª SÉRIE
volume 1 - 2009



caderno do
PROFESSOR

QUÍMICA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-Governador
Alberto Goldman

Secretária da Educação
Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária-Adjunta
Iara Gloria Areias Prado

Chefe de Gabinete
Fernando Padula

Coordenadora de Estudos e Normas
Pedagógicas
Valéria de Souza

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

Coordenadora de Ensino do Interior
Aparecida Edna de Matos

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
Luis 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

Ghisleine 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: Ghisleine 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: Ghisleine Trigo Silveira, Cristina
Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto,
Julio César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida
Esperante Limp, Máira 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, Sonia Salem,
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 e
Yassuko Hosoume

Química: 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 e Yvone Mussa Esperidião

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Geraldo de Oliveira Suzigan, Gisa Picosque,
Jéssica Mami Makino, Mirian Celeste Martins 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, Antonio Carlos de
Carvalho, 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 Luis Márcio Barbosa
Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrice
Edição e Produção Editorial: Conexão Editorial,
Edições Jogo de Amarelinha, Jairo Souza Design
Gráfico e Occy Design (projeto gráfico)

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da
Educação

CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

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.

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.
S239c Caderno do professor: química, ensino médio - 1ª série, volume 1 / 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 978-85-7849-172-7
1. Química 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Zambom, Denilse Moraes. 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

Prezado(a) professor(a),

Dando continuidade ao trabalho iniciado em 2008 para atender a uma das prioridades da área de Educação neste governo – *o ensino de qualidade* –, encaminhamos a você o material preparado para o ano letivo de 2009.

As orientações aqui contidas incorporaram as sugestões e ajustes sugeridos pelos professores, advindos da experiência e da implementação da nova proposta em sala de aula no ano passado.

Reafirmamos a importância de seu trabalho. O alcance desta meta é concretizado essencialmente na sala de aula, pelo professor e pelos alunos.

O Caderno do Professor foi elaborado por competentes especialistas na área de Educação. Com o conteúdo organizado por disciplina, oferece orientação para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas.

Esperamos que você aproveite e implemente as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer dúvidas ou dificuldades, assim como para promover ajustes ou adaptações que aumentem a eficácia deste trabalho.

Aqui está nosso novo desafio. Com determinação e competência, certamente iremos vencê-lo!

Contamos com você.

Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária 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 bimestre	8
Situações de Aprendizagem	10
Situação de Aprendizagem 1 – Produção e uso da cal	10
Situação de Aprendizagem 2 – Interações e transformações	14
Situação de Aprendizagem 3 – Fatores que podem ser analisados nas transformações químicas	26
Situação de Aprendizagem 4 – A produção do álcool combustível e do ferro	33
Situação de Aprendizagem 5 – Como reconhecer que houve uma transformação química quando não há evidências?	37
Situação de Aprendizagem 6 – Necessidade de separar misturas e sua importância para o sistema produtivo	50
Propostas de questões para aplicação em avaliação	54
Propostas de Situação de Recuperação	57
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	59
Considerações finais	60

SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que apresento a todos a versão revista dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5^a a 8^a séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. Esta nova versão também tem a sua autoria, uma vez que inclui suas sugestões e críticas, apresentadas durante a primeira fase de implantação da proposta.

Os Cadernos foram lidos, analisados e aplicados, e a nova versão tem agora a medida das práticas de nossas salas de aula. Sabemos que o material causou excelente impacto na Rede Estadual de Ensino como um todo. Não houve discriminação. Críticas e sugestões surgiram, mas em nenhum momento se considerou que os Cadernos não deveriam ser produzidos. Ao contrário, as indicações vieram no sentido de aperfeiçoá-los.

A Proposta Curricular não foi comunicada como dogma ou aceite sem restrição. Foi vivida nos Cadernos do Professor e compreendida como um texto repleto de significados, mas em construção. Isso provocou ajustes que incorporaram as práticas e consideraram os problemas da implantação, por meio de um intenso diálogo sobre o que estava sendo proposto.

Os Cadernos dialogaram com seu público-alvo e geraram indicações preciosas para o processo de ensino-aprendizagem nas escolas e para a Secretaria, que gerencia esse processo.

Esta nova versão considera o “tempo de discussão”, fundamental à implantação da Proposta Curricular. Esse “tempo” foi compreendido como um momento único, gerador de novos significados e de mudanças de ideias e atitudes.

Os ajustes nos Cadernos levaram em conta o apoio a movimentos inovadores, no contexto das escolas, apostando na possibilidade de desenvolvimento da autonomia escolar, com indicações permanentes sobre a avaliação dos critérios de qualidade da aprendizagem e de seus resultados.

Sempre é oportuno lembrar que os Cadernos espelharam-se, de forma objetiva, na Proposta Curricular, referência comum a todas as escolas da Rede Estadual, revelando uma maneira inédita de relacionar teoria e prática e integrando as disciplinas e as séries em um projeto interdisciplinar por meio de um enfoque filosófico de Educação que definiu conteúdos, competências e habilidades, metodologias, avaliação e recursos didáticos.

Esta nova versão dá continuidade ao projeto político-educacional do Governo de São Paulo, para cumprir as 10 metas do Plano Estadual de Educação, e faz parte das ações propostas para a construção de uma escola melhor.

O uso dos Cadernos em sala de aula foi um sucesso! Estão de parabéns todos os que acreditaram na possibilidade de mudar os rumos da escola pública, transformando-a em um espaço, por excelência, de aprendizagem. O objetivo dos Cadernos sempre será apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Posso dizer que esse objetivo foi alcançado, porque os docentes da Rede Pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com vida e resultados.

Conto mais uma vez com o entusiasmo e a dedicação de todos os professores, para que possamos marcar a História da Educação do Estado de São Paulo como sendo este um período em que buscamos e conseguimos, com sucesso, reverter o estigma que pesou sobre a escola pública nos últimos anos e oferecer educação básica de qualidade a todas as crianças e jovens de nossa Rede. Para nós, da Secretaria, já é possível antever esse sucesso, que também é de vocês.

Bom ano letivo de trabalho a todos!

Maria Inês Fini
Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola

FICHA DO CADERNO

Transformações químicas e propriedades dos materiais

Nome da disciplina: Química

Área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Etapa da educação básica: Ensino Médio

Série: 1^a

Período letivo: 1^o bimestre de 2009

Temas e conteúdos: Transformações químicas no dia-a-dia e no sistema produtivo

Tempo, energia, reverbilidade e evidências – fatores que podem ser considerados nas interações e transformações químicas

Identificação e separação de substâncias a partir de suas propriedades

Usos das substâncias a partir de suas propriedades

ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Caro(a) professor(a),

Esperamos que este material possa atender a seus anseios e auxiliá-lo no planejamento, na execução e na avaliação de suas aulas. Os conteúdos que aqui serão abordados levam em consideração as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, a matriz de competências e habilidades do Enem, a contextualização do conhecimento científico e a interdisciplinaridade. Acreditamos que, ao tratar de conteúdos socialmente relevantes, em que os alunos tenham a oportunidade de participar ativamente na elaboração de seus próprios conhecimentos, poderemos alcançar o objetivo de melhorar a qualidade do Ensino Médio.

Na 1ª série serão estudadas as transformações químicas que ocorrem no dia-a-dia e no sistema produtivo e como o conhecimento científico permite ao ser humano compreender, prever e controlar esses processos. Isso vai possibilitar aos alunos a ampliação desse conhecimento e a compreensão das aplicações da Química e de suas aplicações na sociedade, na economia e no meio ambiente.

Neste primeiro bimestre, a produção da cal será o ponto de partida e o fio condutor para o desenvolvimento dos conteúdos relacionados ao conceito principal, as transformações químicas. O tema “Produção e uso da cal” foi

escolhido para iniciar o estudo da Química, pois apresenta um contexto de estudo conceitualmente rico e socialmente relevante, a partir do qual serão abordados os seguintes tópicos:

- a) interações entre materiais e entre materiais e energia;

Quando se utiliza o termo “interação entre materiais” isso não significa que não haja energia envolvida, pois nas transformações químicas ocorrem rompimentos e formações de ligações químicas que envolvem, respectivamente, absorção e liberação de energia. Já o termo “interação entre materiais e energia” refere-se aos processos que necessitam de fornecimento de alguma forma de energia para que ocorram, independentemente de serem endoergônicos ou exoergônicos.

- b) transformações químicas;
- c) evidências de transformações químicas;
- d) os fatores tempo, energia e revertibilidade nas transformações químicas;
- e) identificação, separação e usos das substâncias a partir de suas propriedades específicas.

“Ao iniciar o estudo da Química por transformações químicas, o professor pode recorrer aos conhecimentos e saberes que os alunos já têm, e que muitas vezes não relacionam à Química, e promover, assim, uma aproximação entre o conhecimento científico e a vivência de seus alunos” (PEC – Programa de Educação Continuada. Módulo 1. 2002, p. 13).

Na vivência das Situações de Aprendizagem e realização das atividades, espera-se que os alunos desenvolvam as seguintes competências e habilidades:

1. Dominar a linguagem científica empregada na descrição de fenômenos naturais do cotidiano e do sistema produtivo: empregar corretamente termos como produtos, reagentes, transformações químicas, mudança de estado físico, densidade, temperatura de fusão e de ebulição.
2. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para compreender as transformações químicas que ocorrem no dia-a-dia e no sistema produtivo, em especial na produção e usos da cal, do etanol e do ferro, e para compreender as propriedades específicas necessárias à identificação e separação de substâncias.
3. Selecionar, organizar, relacionar e interpretar dados e informações representados em textos, tabelas e gráficos referentes às transformações químicas e às propriedades espe-

cíficas das substâncias para tomar decisões e enfrentar as diversas situações-problema.

4. Relacionar informações, como dados de observações diretas, textos descritivos e dados de propriedades específicas, para construir argumentações consistentes.
5. Recorrer aos conhecimentos sobre as transformações químicas e as propriedades específicas dos materiais para propor intervenções na realidade da comunidade escolar tendo em vista a melhoria da qualidade de vida.

Para o desenvolvimento dessas competências e habilidades, foram sugeridas estratégias diversificadas: experimentos, leituras de textos, atividades de papel e lápis, uso da lousa e de aulas expositivas dialógicas, etc. Acreditamos no potencial dos professores de Química do Estado de São Paulo para que as devidas adaptações às condições de cada escola e de cada turma possam ser feitas sem perder de vista as habilidades que se pretende alcançar nas atividades aqui propostas.

O resultado do produto dos alunos ao longo do bimestre e das avaliações finais deve ser examinado tendo em vista as expectativas de aprendizagem dos conhecimentos essenciais não só para o prosseguimento dos estudos nas etapas subsequentes, mas especialmente para a compreensão do mundo físico que os cerca. Estes conhecimentos serão discutidos em cada uma das Situações de Aprendizagem deste Caderno.

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 PRODUÇÃO E USO DA CAL

Nesta Situação de Aprendizagem serão conhecidos e analisados, de forma preliminar, alguns aspectos relevantes sobre a produção e os usos da cal (óxido de cálcio e hidróxido de cálcio). Este tema foi escolhido em razão de um contexto de estudo no qual as transformações químicas podem ser compreendidas de maneira significativa pelos alunos. Entretanto, isso não significa que este seja o único tema pelo qual os conceitos básicos ligados às transformações químicas possam ser desenvolvidos. Trata-se, sim, de uma proposta que, a nosso ver, é plausível e frutífera. Você, professor, pode – e deve – definir se vai implementar essa proposta, e de que forma fará isso ou mesmo se vai propor outro tema. Cabe ressaltar, no entanto, que o tema “produção e uso da cal” permeará todo este bimestre e, portanto, caso você opte pela substituição do tema inicial, deve saber que vai repercutir nas

demais atividades aqui propostas. Assim, é recomendável que o tema seja implementado sem maiores mudanças de conteúdos e sequência.

O texto de abertura tem a função de ser um organizador do conhecimento que será explorado ao longo de todo este bimestre. É também o fio condutor por meio do qual serão desenvolvidos alguns dos principais tópicos selecionados para esta etapa inicial dos estudos da Química, que são: transformações químicas, evidências de transformações, alguns fatores envolvidos nas transformações químicas e propriedades específicas dos materiais. Não se pretende que o professor esgote o assunto apenas a partir da leitura e discussão do texto, visto que este tem como função principal suscitar o debate sobre os tópicos que serão abordados nas atividades posteriores.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: produção e uso da cal.

Competências e habilidades: ler e compreender as informações referentes à produção da cal, bem como os fatores que nela influem.

Estratégias de ensino: levantamento das ideias dos alunos; leitura e discussão do texto e das questões para a interpretação do texto.

Recursos: Texto 1 – Produção e uso da cal.

Avaliação: respostas às questões e participação na discussão do texto.

Sugere-se que a atividade seja iniciada com um levantamento das ideias que os alunos têm sobre a produção e o uso da cal. Algumas das questões que podem ser feitas são: quais os materiais de construção mais usados e para que servem? Você sabe como são produzidos? E a cal, você sabe o que é e como é produzida? Que características têm? Em quais setores a cal pode ser utilizada, além da construção civil?

As respostas dos alunos podem ser escritas em um canto da lousa e, depois, revistas ao fim da atividade.

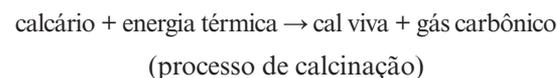
Depois do levantamento inicial, sugere-se a leitura, pelos alunos, do texto a seguir:

Texto 1 – Produção e uso da cal

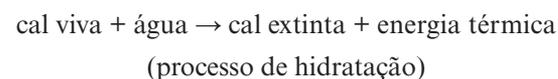
A cal é um dos materiais de maior importância para a sociedade atual. Poucas substâncias possuem tantas aplicações quanto ela. Embora seja conhecida pelas civilizações (egípcia, grega e romana) desde há muito tempo, sua produção e seu uso foram deixados de lado por alguns séculos, sendo redescobertos no fim da Idade Média. Na América colonial, por exemplo, havia produção de cal por meio de processos primitivos de calcinação do calcário em fornos escavados nos barrancos e revestidos de tijolos ou pedras, onde se queimava carvão ou madeira. Esses processos eram, entretanto, muito demorados, levando cerca de três dias para que a cal fosse produzida. Esse período é muito superior ao tempo médio nos fornos modernos, onde a produção da cal consome algumas poucas horas.

Em geral, fornos modernos consomem 1 kg de carvão na produção de 3,2 kg de cal. O calor obtido pela queima do carvão é necessário para

secagem, aquecimento e decomposição térmica do calcário (CaCO_3). Esse processo, conforme a representação a seguir, necessita de energia térmica e ocorre em temperaturas superiores a $900\text{ }^\circ\text{C}$.



A cal viva (CaO) pode ser assim comercializada ou passar por uma segunda etapa, na qual é adicionada água. Enquanto na calcinação há consumo de energia térmica e diminuição de massa e de volume de material, na hidratação há liberação de energia térmica e aumento de massa e de volume de material. Neste último processo forma-se como produto a cal extinta ou cal apagada, Ca(OH)_2 .



Dependendo do tipo de calcário empregado, a cal obtida poderá ter diferentes aplicações. Entre as mais comuns e importantes podemos citar:

a) agricultura (correção da acidez do solo); b) siderurgia (fundente e escorificante); c) fabricação de papel (agente branqueador e correção da acidez); d) tratamento de água (correção da acidez e agente floculante); e e) construção civil (agente cimentante). Assim, pode-se perceber que a cal é um material versátil e, por isso, importante em diversos setores da sociedade.

Vocabulário

Fundente: material que facilita a fusão de outro sólido, neste caso, fusão da sílica (areia) presente nos minérios de ferro.

Escorificante: material que auxilia na purificação de um produto, neste caso, o ferro.

Você pode conduzir a leitura de modo a envolver a turma toda. A leitura oral com a participação de diversos alunos geralmente resulta em um maior engajamento da classe, diminui problemas de indisciplina e reduz o tempo gasto na leitura. Caso você considere interessante, faça pequenas intervenções ao longo da leitura para explicar termos desconhecidos pelos estudantes ou destacar os pontos principais do texto. Essa forma de intervenção é mais efetiva que longos períodos de explicação do texto depois de sua leitura.

Encerrado o período de leitura e intervenções, solicite aos alunos que respondam, individualmente ou em duplas, às questões referentes ao texto. Não se espera que os alunos compreendam de imediato todas as informações apresentadas. Eles devem aprender a extrair dos textos que serão trabalhados neste Caderno – e em qualquer outro – as informações que sejam essenciais, sem deixar que informações desconhecidas por eles sejam motivo de desistência e abandono das atividades. As partes incompreendidas dos textos (termos técnicos ou científicos, unidades de medida, etc.) devem levar

os alunos à curiosidade e não à desmotivação. Nesse aspecto, é fundamental a forma como o professor trata as informações, não sendo necessário que se ensine tudo de uma vez apenas na leitura deste texto, já que é preciso deter-se naquilo que é essencial no momento.

A correção das questões deve ser feita de modo que os alunos se sintam à vontade para expressar suas ideias, mesmo que estas sejam incoerentes no início. Quando eles têm liberdade para se expressar, geralmente confrontam as ideias incoerentes que surgem nas respostas dadas pelos colegas. De outro modo, permitir que surjam respostas erradas durante as discussões não significa que o professor precise apoiá-las ou mesmo ignorá-las, mas apenas não é indicado que sejam inicialmente rebatidas sem flexibilidade. Não se pode esquecer da dimensão afetivo-social das interações em sala de aula e que, nessas primeiras aulas de Química, os alunos devem se sentir confortáveis ao expor suas ideias sobre os temas em debate.

Esses princípios de condução das atividades são indicados para todo o restante do curso.

Não são regras, mas apenas sugestões de formas de trabalho que, em nosso modo de pensar, podem apoiá-lo na realização de suas aulas.

A seguir são apresentadas algumas sugestões de questões que podem ser aplicadas em sala de aula para melhor aproveitamento da leitura do texto:

1. Quais as matérias-primas empregadas na produção da cal? Quais materiais podem ser formados?
2. Proponha uma explicação para o aumento e a diminuição da quantidade do material durante os processos de calcinação e hidratação, respectivamente.
3. Comente a importância, em termos econômicos, de se controlar o tempo de produção nas transformações que ocorrem na indústria e em nosso dia-a-dia.
4. Na indústria, o tempo de produção é um fator importante a ser considerado. De acordo com o texto, quais outros fatores devem ser levados em conta na produção da cal?

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 1

Espera-se que os estudantes, após esta atividade, conheçam os aspectos gerais da produção da cal: matérias-primas envolvidas, consumo de combustível e energia, produtos e subprodutos obtidos e alguns usos da cal no sistema produtivo. Espera-se também que os alunos com-

preendam a importância desse material para a sociedade em razão de suas diversas utilidades.

Na questão 1, espera-se que os estudantes citem a necessidade do calcário como matéria-prima, assim como a do carvão para a obtenção da energia necessária ao processo de produção da cal. De outro modo, os materiais formados seriam a cal viva e o gás carbônico.

É possível que os alunos tenham dificuldades para responder à questão 2, pelo fato de acharem necessário que a resposta seja muito bem elaborada ou que exija conhecimento sobre a estrutura da matéria, assunto que será iniciado apenas no segundo bimestre. Entretanto, essa questão busca permitir que os alunos compreendam que a saída do gás carbônico na calcinação do calcário resulta em perda de massa e que, na hidratação da cal viva, a entrada de água acarreta um aumento de massa.

O controle do tempo nas transformações químicas que ocorrem tanto na indústria quanto no dia-a-dia (questão 3) pode definir, ao menos em parte, se a produção de um certo material é economicamente viável. No caso da cal, os avanços tecnológicos permitiram que a transformação do calcário em cal (e gás carbônico), que antes demorava alguns dias, pudesse ser feita em algumas horas, resultando em aumento da produção e, conseqüentemente, dos lucros. Em outros casos é desejável que as transformações químicas demorem muito tempo para ocorrer. O uso da geladeira, por exemplo, tem a finalidade não apenas de guardar os alimentos, mas principalmente de dimi-

nuir a rapidez com que eles se degradam, ou seja, sofram transformações químicas.

Em relação à questão 4, você pode motivar os alunos a expor o maior número de fatores possíveis. Podem surgir nas respostas dos alunos as seguintes palavras: energia, consumo de combustíveis, tempo de produção, disponibilidade de matérias-primas, mercado consumidor, rendimento do processo, impactos ambientais, etc. Não é preciso deter-se apenas nos aspectos químicos ou físicos do processo. Aspectos ambientais, econômicos e geográficos/geológicos, tecnológicos, históricos e outros compõem um quadro mais amplo da questão da produção industrial e são uma perspectiva condizente com um ensino interdisciplinar.

Caso você e a turma tenham interesse em ampliar o conhecimento sobre as indústrias de produção da cal, sugira uma pesquisa sobre dados de produção e consumo desse material ou mesmo visitar o *site* da Associação Brasileira de Produtores de Cal (www.abpc.org.br).

Pode-se finalizar a aula com a retomada de ideias iniciais levantadas pelos alunos. Ao se valorizar a participação dos alunos, gera-se motivação para as próximas aulas e é possível se avaliar o nível de conhecimento adquirido por eles sobre assuntos referentes à Ciência e a importância na construção de novos conhecimentos no contexto escolar. Esses princípios devem ser levados em consideração em todo o restante do curso.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES

Propõe-se nesta Situação de Aprendizagem que o conceito de “transformação química” seja formado a partir de um conceito mais amplo – o de “interação”–; e que os alunos aprendam a identificar a ocorrência de transformações químicas em algumas interações entre materiais entre si, e entre materiais e energia.

O objetivo principal dessa atividade é formar o conceito de transformação química, e não, simplesmente, treinar os alunos para classificar os fenômenos como transformações químicas ou transformações físicas – mesmo porque os limites entre uma e outra muitas vezes não são bem definidos – ou mesmo classificá-las em

“diferentes tipos”, como decomposição, síntese, deslocamento etc.

Propõe-se ainda, na Atividade 2 desta Situação de Aprendizagem, uma atividade experimental – que pode ser demonstrativa – para que os alunos observem algumas evidências indicativas de transformações químicas. É importante que compreendam que a Química não é um amontoado de fórmulas e conceitos a se memorizar, mas, sim, um conjunto organizado de conhecimentos conceituais, práticos e metodológicos, que buscam explicar as transformações da matéria e suas propriedades, de modo que se possa fazer previsões e intervenções nesses processos.

Esta Situação de Aprendizagem, caro professor, presta-se, então, a aproximar o mundo macroscópico e observável, acessível aos alunos, do mundo microscópico com seus modelos explicativos, seus conceitos e suas re-

presentações próprias. A atividade é encerrada ao discutir-se o fato de que nem toda transformação química é acompanhada de evidências e nem toda evidência indica a ocorrência de uma transformação química.

Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdos e temas: interações entre materiais e entre materiais e energia; transformações químicas; evidências de transformações químicas.

Competências e habilidades: reconhecer a ocorrência de transformações químicas no dia-a-dia e no sistema produtivo (produção da cal); empregar corretamente a linguagem científica na descrição de transformações químicas.

Estratégias de ensino: levantamento das ideias dos alunos; aula expositiva dialógica; experimento; problemas, questões abertas e questões de classificação.

Recursos: giz, lousa e os materiais e reagentes para a realização do experimento.

Avaliação: respostas a questões e problemas e participação na discussão do experimento.

Como sugestão de trabalho, você pode elaborar suas próprias notas de aula, de modo a resumir o conteúdo apresentado nesta atividade, destacando apenas os principais tópicos. É importante que na Atividade 1 sejam destacadas as seguintes ideias:

- ▶ o ser humano transforma os materiais da natureza para suprir suas necessidades;
- ▶ as interações entre materiais e entre materiais e energia podem gerar transformações químicas;
- ▶ nas transformações químicas, os materiais de partida (reagentes) dão origem aos novos materiais (produtos);

- ▶ a calcinação do calcário e a hidratação da cal são exemplos de transformações químicas.

Deve-se estar atento para que os alunos possam construir o conceito de transformação química, visto que este é um conceito-chave no ensino de Química. Muitas pesquisas realizadas nas últimas três décadas têm mostrado que os alunos costumam apresentar dificuldades na construção desse conceito, embora seja quase consensual entre os professores que o ensino deste conteúdo/conceito não seja problemático.

Pesquisas indicam que alunos que passaram pelo ensino formal e foram aprovados nas avaliações realizadas podem considerar como correto que:

- ▶ mudanças de estado físico ou de aparência das substâncias como sendo transformações químicas;
- ▶ a simples mistura de substâncias como sendo transformação química;
- ▶ fenômenos que ocorrem em organismos vivos, por exemplo, digestão e fotossíntese, como não sendo transformações químicas, pois, segundo eles, “são processos que ocorrem naturalmente”;
- ▶ sempre será necessária mais de uma substância para que ocorra uma transformação química;
- ▶ um dos reagentes é mais importante que os outros;
- ▶ fenômenos que ocorrem espontaneamente ou sem a intervenção humana, como por exemplo o enferrujamento, não são transformações químicas.

Essas ideias são concepções alternativas ao conceito de transformação química e podem constituir entraves à aprendizagem de outros conteúdos desenvolvidos na Química. Daí a importância de se estar atento às intervenções dos alunos e a ter um olhar mais cuidadoso sobre seus “erros”, que podem revelar concepções sólidas e compartilhadas sobre o conceito de transformação química. Considerando essas concepções, você vai poder auxiliá-los melhor na reconstrução de suas ideias – o que facilita a aprendizagem em Química na direção desejada.

Atividade 1 – Transformações químicas

Esta atividade pode ser iniciada ao se questionar os alunos sobre o que sabem a respeito de uma transformação química. Embora esse assunto ainda não tenha sido ensinado formalmente, é provável que alguns deles tenham ideias sobre esse conceito advindas de outras fontes de informação. Essas ideias prévias concebidas pelos alunos podem tanto auxiliar no ensino do conceito de transformação química como constituir obstáculos à aprendizagem, daí a importância de se conhecê-las.

Depois do levantamento das ideias iniciais dos alunos, você pode dividir a turma em duplas e propor que os alunos completem a primeira coluna da tabela com mais três materiais que sejam muito utilizados pelo ser humano e que podem ser extraídos diretamente da natureza. A segunda coluna da tabela deve ser preenchida com mais três materiais igualmente importantes, mas que só podem ser obtidos mediante processos de transformação de matérias-primas. Não é necessário haver relação entre esses materiais.

Materiais obtidos diretamente da natureza	Materiais obtidos por transformações de matérias-primas
Ouro	Cal

Na discussão deste exercício, podem-se destacar as ideias a seguir:

- ▶ Desde o princípio, o ser humano tem buscado modificar o ambiente que o cerca, quer seja por necessidade de proteção e segurança, obtenção de alimentos ou por fatores estéticos. Independentemente dos motivos, o ser humano desde cedo aprendeu a transformar a matéria disponível, de modo que esta passasse a suprir seus anseios e necessidades, das mais básicas às mais supérfluas.
- ▶ Quase sempre essa modificação da matéria envolve a formação de substâncias diferentes daquelas que já existiam. Outras vezes busca-se, ao contrário, impedir a ocorrência de transformações na matéria.
- ▶ As transformações da matéria, na maioria das vezes, envolvem a interação entre diferentes materiais ou entre materiais e alguma forma de energia. Assim, vale a pena considerar o importante papel desempenhado pelo domínio da produção e manutenção do fogo pelo ser humano desde os tempos mais remotos, nas mais diversas áreas da vida: alimentação, segurança, conforto etc.
- ▶ Nem toda interação entre a energia e a matéria promove a formação de novas substâncias. Pode ser que o estado físico do material sofra alterações sem que isso implique a formação de outro material. É o que ocorre, por exemplo, quando um artesão derrete parafina para a confecção de velas decorativas. A barra de parafina é aquecida em uma panela até

passar do estado sólido para o líquido a fim de ser moldada na produção da vela. No decorso da confecção da vela, a parafina líquida volta a ser sólida. Pode-se propor aos alunos o seguinte questionamento: A parafina neste processo sofreu alguma mudança em sua composição ou apenas em seu estado físico e sua aparência? Esse exemplo é diferente do que ocorre quando a mesma vela é queimada. Nesse processo, a parafina e o oxigênio do ar são transformados em gás carbônico, vapor de água e fuligem, e esse processo é acompanhado pela liberação de energia térmica e luminosa. Assim, no caso do derretimento da parafina, a interação não gera uma transformação na composição química da parafina. Isto é bem diferente do que ocorre no caso da queima, na qual a interação gera uma transformação na composição química dos materiais de partida.

- ▶ As interações que geram transformações na composição química dos materiais de partida são chamadas **transformações químicas**. Os materiais de partida, necessários para esta transformação, são chamados **reagentes**, e aqueles que são formados no fim do processo são chamados **produtos** da transformação química. Em outras palavras, pode-se dizer que **nas transformações químicas ocorre a formação de novas substâncias**, diferentes dos reagentes em sua composição e suas propriedades.

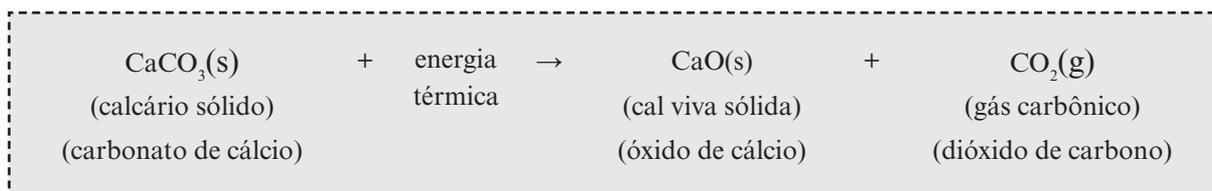
É importante lembrar que os alunos ainda não têm em mente um modelo corpuscular da matéria (modelos atômicos de Dalton,

Thomson etc.). Por isso, a definição de transformação química a ser adotada neste momento não pode considerar as ideias de rearranjo de átomos ou de quebra e formação de ligações químicas, assuntos estes que serão abordados apenas nos próximos bimestres. Então, a definição que será empregada neste momento é a de que “uma transformação química é um processo no qual há a formação de novas substâncias”.

O conceito de substância será definido com maior rigor nas próximas atividades, mas neste momento basta a compreensão de substância como um material com composição fixa (diferente das misturas que podem variar sua composição) e com propriedades e características que serão estudadas mais adiante. Embora substância e material tenham significados diferentes, é aceitável, neste momento, enquanto os conceitos estão sendo construídos (e não apenas memorizados), tratá-los indistintamente. Em outras palavras, uma transformação química pode também ser entendida como um processo em que se forma um novo material.

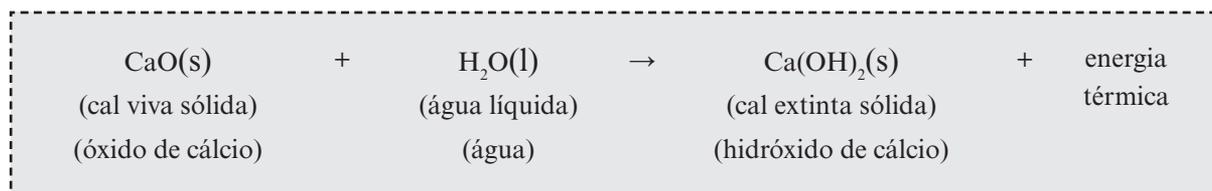
Retome a produção da cal e discuta se nela ocorrem transformações químicas. O texto da Situação de Aprendizagem 1 mostra, de forma esquemática, que o calcário, quando aquecido a temperaturas superiores a 900 °C, se transforma em cal viva e gás carbônico. O calcário é uma rocha sedimentar formada basicamente por uma substância chamada carbonato de cálcio, cuja fórmula química é CaCO_3 . Já a cal viva, formada na calcinação, é um material constituído especialmente de óxido de cálcio, CaO . O gás carbônico que também foi formado é o dióxido de carbono, CO_2 .

É interessante destacar o fato de que as transformações sofridas pelo material de partida (reagente), neste caso, foram muito mais que uma mudança de estado físico ou de aparência; houve mudança na composição química e a formação de duas novas substâncias. Por isso, a calcinação pode ser considerada uma transformação química. Este processo pode ser representado pela equação química a seguir.



De forma semelhante, a hidratação da cal viva para a formação da cal extinta (hidróxido

de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) pode ser representada por meio da equação química:



É importante destacar que você não deve esperar que os alunos compreendam totalmente as fórmulas e equações químicas neste momento. Elas devem ser tratadas como representações químicas das substâncias. Os alunos provavelmente sabem que H_2O representa a substância água. Dessa maneira, pode ser mencionado que CaO representa a substância óxido de cálcio presente na cal viva. As equações químicas devem ser tratadas como representações das interações e transformações químicas, sem a preocupação com balanceamento, rearranjo de átomos ou ligações químicas. Devem sempre estar acompanhadas dos nomes das substâncias envolvidas como reagentes ou produtos e é recomendável também a indicação dos estados físicos das substâncias. Neste momento, uma equação química sem os nomes das substâncias tem pouco ou nenhum significado para os alunos, mas acompanhada dessa “tradução” pode auxiliá-los no domínio da linguagem própria da Química. É importante lembrar que as representações da Química possibilitam o estabelecimento de uma conexão entre o que é visível e macroscópico (substâncias e fenômenos) com o que é invisível e microscópico (modelos da constituição e da transformação da matéria) e que o processo de aquisição e domínio dessa linguagem é fundamental na aprendizagem da Química, que ocorre de forma contínua e progressiva, em um constante processo de reelaboração de significados.

A linguagem simbólica da Química pode ser introduzida nas aulas aos poucos, para que os alunos se acostumem com ela, mes-

mo que não sejam completamente entendidas e exploradas neste momento. Assim, deve-se usar essa linguagem nas aulas, mas não se pode exigir que os alunos decorem ou saibam interpretá-la em nível (sub)microscópico. Eles serão capazes de fazer estas relações somente após a discussão da natureza corpuscular da matéria, a partir do segundo bimestre.

Você pode utilizar como instrumento de avaliação para esta parte da atividade as questões propostas a seguir.

Questões

1. Comente de que forma o domínio do fogo na Antiguidade poderia proporcionar ao ser humano melhores condições de:
 - a) segurança;
 - b) alimentação;
 - c) conforto.
2. Muitas pessoas relacionam mudanças de estado físico com a ocorrência de transformações químicas.

Analise os fenômenos a seguir e comente essa ideia.

I – Queima do gás de cozinha.

II – Evaporação do álcool em contato com a pele.

3. Uma ideia muito comum é que são necessárias pelo menos duas substâncias interagindo para que ocorra uma transformação química.

- a) Você concorda com esta ideia? Justifique.
b) Considere os casos de transformações químicas a seguir:

calcinação do calcário	calcário \rightarrow cal viva + gás carbônico
efervescência da água oxigenada	água oxigenada \rightarrow água + gás oxigênio
formação do gás ozônio	gás oxigênio \rightarrow gás ozônio

A análise desses casos confirma ou contraria suas ideias? Explique.

Grade de avaliação da Atividade 1

Espera-se que os alunos ao fim dessa atividade tenham ampliado sua visão sobre a importância das transformações químicas para a sobrevivência e o desenvolvimento da humanidade. Os estudantes também deverão compreender e aplicar os conceitos de transformação química, reagente e produto na análise de diversos fenômenos.

Na Questão 1, pode-se dizer que o domínio da produção do fogo possibilitou iluminar as cavernas durante a noite, espantar animais perigosos e aquecer o ambiente, ao prover conforto e segurança. Além disso, foi possível cozinhar os alimentos, o que diminui a ação de micro-organismos prejudiciais ao ser humano e torna a carne mais macia.

Na Questão 2, espera-se que os alunos compreendam que, na queima do gás de cozinha, embora não haja mudança de estado físico, já que reagentes (oxigênio e butano/pro-

pano) e produtos (dióxido de carbono e vapor de água) estão todos no estado gasoso, ocorre uma transformação química. Eles devem também compreender que, na evaporação do álcool, embora haja mudança de estado físico, não ocorre transformação química.

Na Questão 3, espera-se que os alunos possam compreender que não é sempre necessária a presença de mais de uma substância para que ocorra uma transformação química. Nas transformações químicas citadas no item **b**, a formação de produtos ocorre a partir de um único reagente: a calcinação do calcário ocorre devido à interação desse material com energia térmica; a efervescência da água oxigenada ocorre devido à interação de peróxido de hidrogênio com um catalisador, como por exemplo enzimas presentes no sangue e na batata, mas que não são consideradas reagentes; a formação do gás ozônio ocorre devido à interação entre gás oxigênio e radiação ultravioleta. Não é aconselhável entrar no mérito da classificação das transformações químicas (decomposição, síntese, dupla-troca etc.) visto que estas de nada servem para a compreensão desses fenômenos.

As questões propostas buscam confrontar algumas das concepções alternativas sobre transformações químicas, mas cabe a você identificar essas ideias e debatê-las com os alunos. Pode-se ainda propor outras questões que avaliem a aprendizagem dos conceitos trabalhados.

Atividade 2 – Como reconhecer a ocorrência de transformações químicas?

Pode-se iniciar a atividade perguntando aos alunos: Como podemos identificar a ocorrência de uma transformação química? Como podemos saber se numa interação houve a formação de novas substâncias?

Sugestão de experimento – Evidências de transformações químicas

Neste experimento, os alunos poderão observar algumas evidências indicativas de ocorrência de transformações químicas. O objetivo aqui é mostrar que alguns sinais indicam (e não confirmam) a ocorrência de transformações químicas.

Caso não tenha algum dos materiais ou reagentes indicados no roteiro experimental, é possível substituir ácido clorídrico por vinagre e carbonato de cálcio por mármore triturado ou qualquer carbonato ou bicarbonato disponível. É possível ainda não realizar uma ou mais partes do experimento ou até substituí-lo por outras reações que atendam aos mesmos objetivos. Sugere-se, contudo, que a tradicional experiência de precipitação de iodeto de chumbo seja evita-

da devido à poluição que o descarte inadequado de compostos de chumbo causa ao ambiente. O mais importante é que os estudantes tenham a oportunidade de observar essas evidências e que isso resulte em maior compreensão do conceito de transformação química. Procure explorar os sentidos dos estudantes na observação das evidências: sons de efervescência, mudanças de temperatura, cheiros característicos e mudanças de cor e textura fazem parte dos sinais que indicam (mas não garantem) a ocorrência de transformações químicas, além das tradicionais precipitação e formação de gás.

Os alunos devem ser alertados quanto a alguns cuidados de segurança em laboratório, mesmo que a atividade seja demonstrativa e realizada em sala de aula:

- ▶ prender os cabelos ao trabalhar com fogo;
- ▶ usar aventais e óculos de segurança;
- ▶ não tocar em vidros quentes;
- ▶ evitar contato da pele e dos olhos com qualquer reagente (principalmente ácidos e bases);
- ▶ não aquecer substâncias com a boca do frasco voltada para o próprio rosto ou na direção de algum colega;
- ▶ não inalar vapores de forma direta ao tentar identificar cheiros característicos;
- ▶ não ingerir nenhum alimento enquanto estiver realizando o experimento.

Esses alertas devem ser feitos antes de toda e qualquer atividade experimental, pois os alunos tendem a esquecê-los.

Outra orientação importante, embora pareça óbvia, é que todo experimento deve ser testado com antecedência, bem como

a forma como será executado pelos alunos ou com eles. Nunca realize com os alunos um experimento que não tenha sido previamente testado. É muito comum ocorrer imprevistos com os materiais e reagentes empregados, mesmo com os professores mais experientes.

Roteiro de experimentação

Materiais e reagentes

- ▶ 5 tubos de ensaio;
- ▶ 2 béqueres de 100 mL ou 250 mL ou copos de vidro;
- ▶ 1 canudinho de refrigerante;
- ▶ 1 bastão de vidro ou colher de plástico;
- ▶ 1 espátula ou palito de sorvete;
- ▶ 1 pisseta com água;
- ▶ sulfato de cobre pentaidratado;
- ▶ hidróxido de sódio;
- ▶ água de cal ou solução de hidróxido de cálcio filtrada (prepare antecipadamente);
- ▶ raspa de magnésio ou zinco;
- ▶ palha de aço ($\frac{1}{2}$ esponja);
- ▶ solução de ácido clorídrico (aproximadamente 1 mol/L) ou vinagre;
- ▶ carbonato de cálcio (ou mármore triturado ou qualquer carbonato ou hidrogenocarbonato (bicarbonato)).

Preparo da água de cal: adicione 1 colher (café) de cal em 100 mL de água, agite a mistura e filtre.

Procedimento experimental

1ª parte: Solução de ácido clorídrico (ou vinagre) e carbonato de cálcio

1. Coloque cerca de 2 mL (orientar aos alunos que 2 mL correspondem a aproximadamente 2 cm de altura) da solução de ácido clorídrico (HCl(aq)) em um tubo de ensaio.
2. Adicione uma quantidade de carbonato de cálcio (CaCO_3) equivalente a um grão de feijão (uma ponta de espátula) no tubo contendo a solução ácida.
3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

2ª parte: Solução de sulfato de cobre e solução de hidróxido de sódio

1. Coloque uma ponta de espátula de sulfato de cobre pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) em um tubo de ensaio.
2. Adicione cerca de 4 mL de água no tubo de ensaio contendo o sulfato de cobre. Agite até dissolver completamente o sólido.
3. Coloque duas pontas de espátula de hidróxido de sódio (NaOH) em outro tubo de ensaio. Cuidado ao manusear o hidróxido de sódio, pois é extremamente perigoso se entrar em contato com a pele e os olhos ou se ingerido.
4. Adicione cerca de 4 mL de água no tubo de ensaio contendo o hidróxido de sódio. Agite até dissolver completamente. Envolve o fundo do tubo de ensaio com uma das mãos e observe.
5. Transfira a solução de sulfato de cobre para o tubo de ensaio contendo a solução de hidróxido de sódio.
6. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

3ª parte: Solução de sulfato de cobre e palha de aço

1. Coloque uma quantidade equivalente a $\frac{1}{2}$ colher (café) de sulfato de cobre pentaidratado em um béquer.
2. Adicione água até a metade da capacidade do béquer. Agite até dissolver completamente.

3. Adicione a palha de aço na solução de sulfato de cobre contida no béquer. Agite levemente por alguns minutos (o aço é, na verdade, uma liga formada principalmente por ferro e carbono).
4. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

4ª parte: Solução de ácido clorídrico e magnésio ou zinco

1. Coloque cerca de 2 mL da solução de ácido clorídrico em um tubo de ensaio.

Observação: neste caso, se não dispuser de magnésio, apenas de zinco, não é possível substituir o ácido clorídrico por vinagre.

2. Adicione uma raspa de metal (magnésio (Mg) ou zinco (Zn)) na solução ácida do tubo de ensaio. Agite levemente.
3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

5ª parte: Solução de ácido clorídrico e hidróxido de sódio

1. Coloque cerca de 2 mL da solução de ácido clorídrico em um tubo de ensaio.
2. Adicione cuidadosamente uma ponta de espátula de hidróxido de sódio no tubo de ensaio contendo o ácido. Agite com cuidado.

3. Envolve o tubo de ensaio com uma das mãos.
4. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

Faça isso por cerca de um minuto.

3. Observe e anote o que está sendo solicitado na tabela que se encontra no final deste roteiro.

6ª parte: Gás carbônico e água de cal

1. Coloque água de cal filtrada no outro béquer até metade de sua capacidade.
2. Com o canudinho, sopre vigorosamente na água de cal de modo a fazer bolhas de ar.

Atenção: na coluna “Estado inicial”, descreva os aspectos gerais das substâncias presentes no sistema antes da interação; na coluna “Estado final”, os aspectos gerais das substâncias depois da interação; em “Evidências de transformações químicas”, descreva os sinais observados nas transformações.

Sistema	Estado inicial	Estado final	Evidências de transformações químicas
Ácido clorídrico (ou vinagre) e carbonato de cálcio			
Solução de sulfato de cobre e solução de hidróxido de sódio			
Solução de sulfato de cobre e palha de aço			
Ácido clorídrico e magnésio ou zinco			
Ácido clorídrico e hidróxido de sódio			
Gás carbônico e água de cal			

Caso a experiência seja realizada de forma demonstrativa, esta tabela pode ser completada na lousa no decorrer do experimento. Dois ou mais alunos podem participar deste processo, ao realizar partes do experimento sob a orientação do professor e preencher a tabela na lousa.

Sugestão de questões para a interpretação dos dados do experimento

1. Ao analisar as anotações da tabela de registro de observações do experimento, em quais das interações você considera que houve a formação de novas substâncias?

2. Quais das interações realizadas no experimento você considera que são transformações químicas? Explique.
3. Considere os fenômenos a seguir, cite as evidências de interações e diga se são transformações químicas ou não:
- a) água sanitária em roupa colorida;
 - b) ferver água;
 - c) obtenção de sal a partir da água do mar;
 - d) enferrujamento de um portão de ferro;
 - e) amadurecimento de uma fruta;
 - f) evaporação da acetona.

Grade de avaliação da Atividade 2

Espera-se que nesta atividade experimental sejam observadas as seguintes evidências de transformações químicas:

Sistema	Evidências	É transformação química?
Ácido clorídrico e carbonato de cálcio	Desprendimento de gás	Sim
Sulfato de cobre pentaidratado, água e hidróxido de sódio	Formação de um sólido gelatinoso (hidróxido de cobre)	Sim
Sulfato de cobre pentaidratado, água e palha de aço (ferro)	Descoramento da solução e formação de um sólido vermelho-escuro (cor de cobre)	Sim
Ácido clorídrico e magnésio ou zinco	Desprendimento de gás, corrosão do metal e liberação de energia térmica	Sim
Ácido clorídrico e hidróxido de sódio	Liberação de energia térmica	Sim
Gás carbônico e água de cal	Formação de um sólido branco em pó	Sim

Espera-se que os estudantes possam identificar as transformações químicas a partir da análise das evidências das transformações.

Antes de discutir a Questão 3, é interessante chamar a atenção para o fato de que na dissolução do hidróxido de sódio (2ª Parte) houve liberação de energia térmica, mas as

dissoluções geralmente não são consideradas transformações químicas, pois a solução não é uma nova substância, e sim uma mistura de substâncias. Ao aquecer essa mistura até evaporar toda a água, obtém-se novamente o hidróxido de sódio sólido. Entretanto, na interação entre hidróxido de sódio e ácido clorídrico houve também a liberação de

energia térmica, mas essa interação é considerada uma transformação química, já que a evaporação da água dessa mistura mostraria a formação do sal cloreto de sódio, uma substância que não existia anteriormente no sistema. Assim, o fato de haver liberação de energia térmica não garante a ocorrência de uma transformação química. Da mesma forma, a mudança de cor pode não estar relacionada a uma transformação química, como no caso do aquecimento do ferro, que pode ficar

incandescente (vermelho), mas não deixa de ser ferro. Você pode também chamar a atenção para a formação de gás na ebulição da água, como outro exemplo. Assim, deve-se levar os alunos a refletir se o sinal percebido está ou não relacionado ao aparecimento de uma substância diferente daquelas que existiam no início do processo. Dessa forma, espera-se que os estudantes possam identificar os itens **a**, **d** e **e** da Questão 3 como transformações químicas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 FATORES QUE PODEM SER ANALISADOS NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Propõe-se, nesta Situação de Aprendizagem, que sejam analisados três diferentes fatores envolvidos nas interações entre materiais e entre materiais e energia, quer sejam transformações químicas ou não: o tempo gasto; o consumo e a produção de energia; e a possibilidade de se reverter esses processos. Essa percepção vai permitir aos estudantes ampliar sua compreensão sobre as transformações químicas e poste-

riormente vai servir como ponto de ancoragem para facilitar a aprendizagem dos conceitos da cinética química, termoquímica e equilíbrio químico. Além disso, esses fatores são importantes também no sistema produtivo e no dia-a-dia, como será evidenciado nas discussões sobre as transformações químicas que ocorrem na produção da cal, do álcool etanol e do ferro nesta atividade e nas subsequentes.

Tempo previsto: 4 aulas.

Conteúdos e temas: transformações químicas; energia em processos endo/exotérmicos e endo/exoergônicos; tempo envolvido nas transformações; revertibilidade de algumas transformações.

Competências e habilidades: reconhecer a importância dos fatores tempo, energia e revertibilidade nas interações e transformações químicas que ocorrem no dia-a-dia e no sistema produtivo.

Estratégias de ensino: levantamento das ideias dos alunos; aula expositiva dialógica; experimento; problemas, questões abertas e questões de classificação.

Recursos: materiais e reagentes para realização do experimento.

Avaliação: respostas às questões e problemas e participação na discussão do experimento.

Atividade 1 – O fator tempo nas transformações químicas

Para que o aluno possa construir um conceito mais amplo de transformação química, pode-se analisar o tempo envolvido nesses fenômenos, ao se considerar, por exemplo, o tempo necessário para que se observe o surgimento de algum sinal perceptível de transformação no material ou o tempo necessário para que esta se complete.

Você pode iniciar esta atividade retomando a questão do tempo gasto na calcinação do calcário, como foi visto no texto de abertura deste bimestre. Pode-se, em seguida, questionar os alunos: Vocês consideram que todas as transformações químicas demoram o mesmo

tempo para ocorrer? Quais exemplos podem ser citados de transformações químicas que sejam muito demoradas? E que demorem pouco tempo? Qual a importância desse aspecto para as indústrias?

O seguinte exercício pode ser proposto:

Roteiro de exercício

Analise as transformações químicas a seguir, classificando-as como instantâneas (percebem-se sinais de transformação imediatamente, ou seja, em até um segundo após o início da transformação) ou não-instantâneas. Complete a tabela a seguir com a “Classificação” e os “Sinais perceptíveis” para cada fenômeno.

Transformação química	Classificação	Sinais perceptíveis
Calcinação do calcário		
Interação entre carbonato de cálcio e ácido clorídrico		
Queima do álcool		
Apodrecimento de uma fruta		
Formação de sólido gelatinoso (hidróxido de cobre) na interação entre soluções de sulfato de cobre e de hidróxido de sódio		
Enferrujamento de um portão de ferro		
Cozimento de um ovo		

Na discussão deste exercício, as seguintes ideias podem ser destacadas:

- ▶ Um dos fatores importantes em relação às interações, sejam transformações químicas (processos que resultam na formação de novas substâncias) ou não, é o tempo necessário para que elas ocorram.
- ▶ Avaliar o tempo em que as transformações ocorrem é especialmente relevante no sistema produtivo em seus mais diversos setores: indústria, agropecuária e serviços. Vamos considerar, por exemplo, o caso da produção da cal. Os processos de calcinação usados durante o período colonial em alguns países apresentavam eficiência muito baixa, pois eram necessários cerca de três dias para completar a transformação do calcário em gás carbônico e cal viva. Atualmente, com a modernização dos fornos, diminuiu-se o tempo de produção para apenas algumas horas.
- ▶ Além dos contextos industriais, o fator tempo também é importante no dia-a-dia do cidadão comum. Como exemplos, pode-se pensar na importância de se reduzir o tempo de cozimento dos alimentos e de se aumentar o tempo envolvido na deterioração dos mantimentos. Esses exemplos mostram que, algumas vezes, precisa-se diminuir o tempo em que as transformações químicas ocorrem e, em outros, é desejável que esse tempo seja o maior possível.

Grade de avaliação da Atividade 1

Nesta atividade da Situação de Aprendizagem 3, os estudantes devem compreender a importância do fator tempo nas transformações químicas e saber identificar as que ocorrem instantaneamente ou não, de acordo com o critério estabelecido na atividade. Entre as transformações químicas apresentadas no exercício, espera-se que os estudantes identifiquem como instantâneas apenas a interação entre carbonato de cálcio e ácido clorídrico, a queima do álcool e a formação do hidróxido de cobre.

Atividade 2 – O fator energia nas interações e transformações químicas

Outro aspecto importante das transformações químicas está relacionado ao processo de absorção e liberação de energia. Essa energia pode ou não ser percebida pelo ser humano e depende das condições em que ocorrem as transformações e do balanço energético envolvido. Este tópico será aprofundado na 2ª série do Ensino Médio, ao se discutir a energia de ligação. Entretanto, neste bimestre, é suficiente que os alunos compreendam que algumas transformações químicas vão liberar energia, comumente na forma de energia térmica, ao passo que outras vão absorvê-la. Você pode discutir essas ideias apenas no nível macroscópico das transformações químicas. Podem ser citados exemplos de transformações que liberam energia térmica, como a queima da madeira, e de outras que a absorvem, como o cozimento de um ovo.

Além da energia térmica, a luz, a eletricidade e o som são outras formas de energia que podem estar presentes nas transformações químicas.

Os processos que envolvem a produção de qualquer forma de energia são chamados exoergônicos e os que envolvem o consumo de energia são chamados endoergônicos. Se a energia liberada ou absorvida foi a térmica, diz-se que estes processos são exotérmicos ou endotérmicos, respectivamente. As definições desses termos podem ser escritas na lousa para que os alunos tomem nota e apliquem esses conceitos nas questões do experimento a seguir.

Sugestão de experimento: aquecimento e hidratação do sulfato de cobre

Você pode realizar este experimento de forma demonstrativa, contudo o mais indi-

cado é que a turma seja dividida em oito ou nove grupos de cinco alunos para que cada um deles possa realizá-lo, dependendo da disponibilidade dos recursos. Caso não haja tripé, tela de amianto ou béquer, o experimento pode ser feito em um tubo de ensaio de vidro refratário com uma pinça de madeira; basta fazer algumas adaptações no procedimento experimental.

Deve-se retomar as orientações sobre segurança no laboratório, como descrito na atividade experimental sobre evidências de transformações químicas.

Neste experimento, é possível explorar os conceitos de transformação química, tempo e energia.

Roteiro para realização do experimento

Materiais e reagentes

- ▶ 1 lâmparina a álcool;
- ▶ 1 tripé;
- ▶ 1 tela de amianto;
- ▶ 1 béquer de 100 mL;
- ▶ 1 espátula de madeira;
- ▶ 1 pisseta ou conta-gotas com água;

- ▶ 1 pinça de madeira;
- ▶ sulfato de cobre pentaidratado;
- ▶ 1 colher (de café).

Procedimento experimental

1. Coloque o béquer sobre o tripé e a tela de amianto.
2. Adicione cerca de ½ colher (café) de sulfato de cobre pentaidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) no béquer.

3. Aqueça o sulfato de cobre pentaidratado sobre a chama da lamparina misturando-o com a espátula de madeira até que a transformação observada seja completada. Se necessário, segure o béquer com a pinça de madeira.
4. Apague o fogo, anote suas observações e deixe o béquer esfriar por alguns minutos.
5. Depois que o béquer estiver frio, coloque-o sobre a palma de uma das mãos e solicite a um colega que adicione algumas gotas de água sobre o sólido do béquer até que este fique úmido.
6. Observe e anote suas observações.

Questões sobre o experimento e ampliação dos conceitos de transformação química e energia

1. Analisando o aspecto do sulfato de cobre pentaidratado antes e depois do aquecimento

sulfato de cobre pentaidratado + energia térmica → sulfato de cobre anidro + água (desidratação)

(sólido azul) (sólido branco)

sulfato de cobre anidro + água → sulfato de cobre pentaidratado + energia térmica (hidratação)

(sólido branco) (sólido azul)

- a) Explique o que estas representações significam.
- b) Reescreva estas representações substituindo os nomes das substâncias pelas suas respecti-

to, você considera que houve uma transformação química? Explique sua resposta e, em caso afirmativo, quais materiais seriam reagentes e produtos?

2. Como você explica essa observação? O que você observou ao adicionar água ao sólido contido no béquer?
3. A interação da água com o sólido do béquer pode ser considerada uma transformação química? Explique sua resposta e, em caso afirmativo, quais materiais seriam reagentes e quais seriam produtos?
4. Classifique o aquecimento do sulfato de cobre pentaidratado e a hidratação do sólido resultante desse aquecimento como fenômenos endo ou exotérmicos.

5. Os fenômenos observados neste experimento podem ser representados da seguinte forma:

vas fórmulas químicas (sulfato de cobre pentaidratado = $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; sulfato de cobre anidro = CuSO_4 ; água = H_2O).

6. Complete a tabela a seguir.

Etapa	Formas de energia envolvidas	Classificação	É uma transformação química?
Queima do carvão			
Secagem do calcário			
Aquecimento do calcário			
Decomposição do calcário			
Hidratação da cal viva			

Grade de avaliação da Atividade 2

A partir deste experimento pode-se conhecer um exemplo de fenômeno endoergônico e endotérmico (que absorve energia na forma de calor), a desidratação do sulfato de cobre pentaidratado (sólido azul) formando sulfato de cobre anidro (sólido branco). A mudança de cor e o desprendimento de vapor de água são evidências que indicam que esse fenômeno se trata de uma transformação química. Pode-se também conhecer um exemplo de fenômeno exoergônico e exotérmico, a hidratação do sulfato de cobre, outro exemplo de transformação química.

Na discussão da Questão 6, é importante insistir na ideia de que alguns dos processos exoergônicos ou exotérmicos, que produzem energia, envolvem transformações químicas e outros não. Da mesma forma, alguns processos endoergônicos ou endotérmicos, que

envolvem o consumo de energia, podem ser transformações químicas ou não. Ao se considerar o que ocorre na produção da cal, essas ideias ficam bem evidentes. A queima do carvão nos fornos de calcinação e a hidratação da cal viva são processos exoergônicos e exotérmicos e envolvem transformações químicas. Já a secagem, o aquecimento e a decomposição do calcário são processos endoergônicos ou endotérmicos, sendo apenas a decomposição uma transformação química.

Atividade 3 – Revertibilidade nas interações e transformações químicas

Outro fator a ser considerado nas interações e transformações químicas é a possibilidade de revertê-las. Este fator é importante, pois grande parte das transformações químicas é irrevertível, ou seja, uma vez que o reagente se transforma em produto, pode ser difícil recuperá-lo.

Podem-se classificar os processos que são facilmente revertidos sem a adição de novos materiais como revertíveis; por exemplo, o

derretimento da parafina na produção de vela e a desidratação do sulfato de cobre pentaidratado.

parafina sólida + energia térmica → parafina líquida (derretimento)

parafina líquida → parafina sólida + energia térmica (solidificação)

sulfato de cobre pentaidratado + energia térmica → sulfato de cobre anidro + água (desidratação)

sulfato de cobre anidro + água → sulfato de cobre pentaidratado + energia térmica (hidratação)

Podem-se classificar como processos irrevertíveis aqueles que, para recuperar os reagentes, requeiram o uso de outros materiais e processos, como a corrosão de um portão de ferro e a dissolução de um comprimido efervescente de sal de fruta.

não ocorre necessariamente nas transformações revertíveis, ou seja, o caminho de reação da regeneração dos reagentes não precisa ser o mesmo da formação do produto nem a reação precisa se processar nos dois sentidos ao mesmo tempo. Essa discussão não precisa ser levantada em sala de aula neste momento. A questão da reversibilidade será estudada somente na 3ª série do Ensino Médio.

Não se deve confundir os termos revertível e reversível. Nas transformações químicas reversíveis a formação do produto e a regeneração do reagente ocorrem ao mesmo tempo e seguem os mesmos caminhos. Isso

São apresentadas agora sugestões de exercícios para esta parte da atividade.

Roteiro de exercício

Classifique os fenômenos a seguir como revertíveis ou irrevertíveis:

Fenômeno	Classificação
Queima de uma vela	
Amadurecimento de legumes	
Hidratação da cal viva	
Corrosão do magnésio ou zinco por ácido	
Cozimento de um ovo	

Grade de avaliação da Atividade 3

Nesta atividade espera-se que os alunos possam compreender que algumas transformações químicas podem ser revertidas, ao passo que outras não. Eles devem identificar os fenômenos da queima de uma vela, do amadurecimento de legumes, da corrosão de metais por ácido e do cozimento de um ovo como transformações químicas irreversíveis.

Espera-se que os estudantes compreendam, ao fim desta Situação de Aprendizagem, que as interações e as transformações químicas ocorrem em tempos diferentes, algumas demorando, talvez, centésimos de segundo, ao passo que outras podem levar horas, dias ou mesmo anos para que se possa perceber algum sinal de mudança no sistema. É fundamental que os alunos percebam também as implica-

ções desse fato no meio produtivo e nas situações do dia-a-dia.

Os alunos devem analisar ainda o aspecto energético envolvido nas interações e transformações. É importante atentar para as seguintes competências dos alunos: identificar os fenômenos que produzem e consomem energia em suas mais diversas formas; classificá-los como endo/exoergônicos e endo/exotérmicos.

Além desses aspectos, deve-se avaliar se os estudantes compreendem que algumas interações podem ser revertidas, havendo a restauração dos materiais de partida, e que outras interações e transformações são definitivas, não havendo a possibilidade de reverter o processo, a não ser pela adição de outros materiais e novos processos de transformação química.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 A PRODUÇÃO DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E DO FERRO

Nesta Situação de Aprendizagem busca-se ampliar os conhecimentos dos alunos sobre as transformações químicas, abordando dois importantes processos industriais – a fermentação alcoólica e a siderurgia – que levam à obtenção, respectivamente, do etanol e do ferro. O texto apresentado nesta unidade traz informações sobre aspectos relevantes da produção do etanol e

do ferro e procura estabelecer relações com os conhecimentos até aqui adquiridos pelos alunos sobre as transformações químicas. Novamente cabe ressaltar, caro professor, que não se pretende esgotar esses assuntos apenas nesta atividade, e sim introduzi-los a fim de que os alunos percebam a relevância dos conhecimentos já adquiridos em outros contextos do meio produtivo.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: fermentação alcoólica; siderurgia do ferro; transformações químicas.

Competências e habilidades: reconhecer no sistema produtivo a importância das transformações químicas.

Estratégias de ensino: levantamento das ideias dos alunos; leitura e discussão do texto.

Recursos: Texto 2 – Fermentação alcoólica na produção de etanol; Texto 3 – A produção do ferro nas siderúrgicas.

Avaliação: participação na discussão do texto.

Você pode iniciar a aula com o levantamento das ideias dos alunos sobre quais materiais industrializados eles consideram mais importantes para a sociedade moderna. Pode-se listar esses materiais na lousa. Procure conduzir esse questionamento inicial de modo que eles citem materiais e substâncias industrializados, e não equipamentos como computadores, automóveis etc. Caso o ferro e o etanol não sejam citados pelos alunos, pode-se questioná-los sobre a importância dessas substâncias com perguntas como: “E o ferro, usado na construção de casas, pontes, automóveis, vocês acham que é um dos materiais mais importantes? E o álcool, tam-

bém é fundamental? Em que setores da sociedade essas substâncias são importantes?”. Espera-se que, com esta sondagem/sensibilização inicial, os alunos despertem o interesse para as questões relativas à produção dessas substâncias.

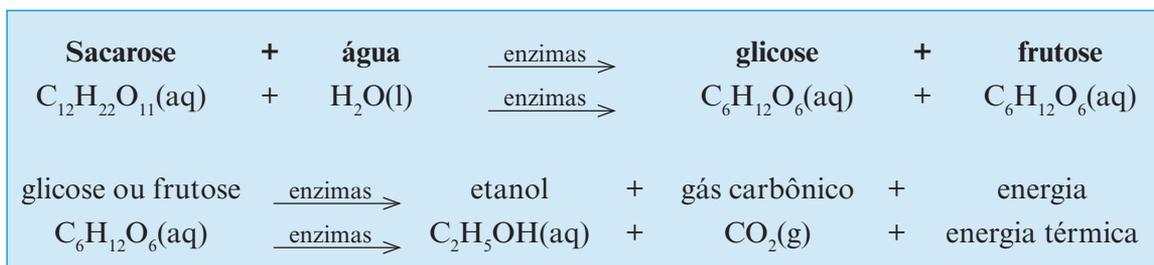
Depois desta sensibilização, sugere-se a leitura dos textos seguintes, propondo aos estudantes algumas questões previamente elaboradas que contemplem o reconhecimento das transformações químicas e a análise dos fatores tempo, energia e reutilização envolvidos na produção de etanol e de ferro.

Texto 2 – Fermentação alcoólica na produção do etanol

O Brasil é um dos poucos países do mundo que utiliza álcool (etanol) como combustível automotivo. Esse fato lhe garante não apenas a posição de um dos maiores produtores do mundo, mas também de detentor da melhor tecnologia de produção de álcool a partir da cana-de-açúcar. Mas você sabe como é produzido o álcool a partir da cana-de-açúcar?

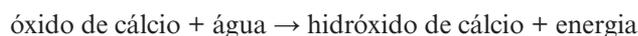
A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima usada na produção de álcool no Brasil. Em 1 ha (um hectare, ou seja, 10 000 m²) de plantação pode-se obter cerca de 3 mil litros de etanol. A

cana-de-açúcar passa inicialmente pelo processo de moagem, no qual o suco da cana, a garapa, é separado do bagaço, que pode ser queimado como combustível ou usado na alimentação do gado. Em seguida, a garapa é aquecida até que boa parte da água evapore e se forme um líquido viscoso e rico em açúcares, chamado melaço. Este material é acidificado para que esteja em condições ideais ao desenvolvimento das leveduras (micro-organismos que possuem substâncias denominadas enzimas, capazes de transformar açúcares em álcool e gás carbônico). É na presença das leveduras que o melaço vai passar pelo processo de fermentação alcoólica, que dura cerca de 50 horas, ocorrendo a formação do etanol.



A mistura obtida na fermentação apresenta cerca de 14% em volume de álcool, mas após o processo de destilação obtém-se álcool com 96 °GL (4% de água e 96% de etanol). Para obter etanol puro (100%) pode-se adicionar cal viva ao

álcool 96 °GL. Nesse caso, haverá interação entre a cal e a água formando um composto pouco solúvel em água e em etanol, o hidróxido de cálcio ou cal extinta, conforme as representações a seguir:



Embora tenhamos tratado aqui da produção do álcool a partir da cana-de-açúcar, esta não é a única matéria-prima da qual se pode obtê-lo. Tam-

pouco o uso do álcool etanol se restringe ao mercado de combustíveis, pois ele apresenta inúmeras outras aplicações na indústria e no dia a dia*.

* O teor alcoólico do álcool comercial é atualmente expresso em °INPM (porcentagem em massa de álcool).

Texto 3 – A produção do ferro nas siderúrgicas

O ferro é o metal mais utilizado no mundo, especialmente por seu baixo custo de produção e resistência à tração. Quando misturado a pequenas quantidades de carbono e outros metais, produz-se o aço.

O ferro raramente é encontrado na natureza na forma metálica. Em geral, ele está presente na composição química de outras substâncias. A

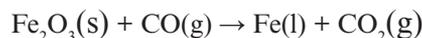
hematita, por exemplo, é formada basicamente de óxido de ferro III (Fe_2O_3) e é um minério relativamente abundante na natureza, e o Brasil é o país que possui uma das maiores reservas desse minério no mundo.

Nas siderúrgicas, a hematita é misturada ao carvão, que é um reagente e também o combustível que fornece a energia necessária a fim de que ocorra a transformação química para a produção do ferro metálico (Fe).

Carvão + gás oxigênio do ar \rightarrow gás monóxido de carbono + energia térmica



Óxido de ferro III + gás monóxido de carbono \rightarrow ferro + gás carbônico



Além do oxigênio do ar e do carvão, para a produção do ferro mistura-se calcário ou cal viva, que tem a função de retirar impurezas, especialmente areia, presentes no minério. O calcário se decompõe e forma cal viva, que reage

com as impurezas formando a escória derretida (silicato de cálcio, CaSiO_3). Essa escória líquida é depois facilmente separada do ferro – que também sai do forno na forma líquida.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 4

A avaliação desta Situação de Aprendizagem deve contemplar a participação dos alunos

na leitura e discussão dos textos e as respostas dadas às questões formuladas pelo professor.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5

COMO RECONHECER QUE HOUE UMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA QUANDO NÃO HÁ EVIDÊNCIAS?

Nesta Situação de Aprendizagem serão discutidas as propriedades específicas e sua importância para caracterizar as substâncias e reconhecer quando ocorre uma transforma-

ção química pela identificação de reagentes e produtos. Para isso, retoma-se a transformação química que ocorre na produção da cal que tem como matéria-prima o calcário.

Tempo previsto: 4 aulas.

Conteúdos e temas: propriedades das substâncias – temperaturas de ebulição e fusão, densidade, solubilidade; importância das propriedades para caracterizar substâncias puras.

Competências e habilidades: empregar a linguagem química para expressar transformações químicas; construir e interpretar tabelas e gráficos com dados de propriedades das substâncias.

Estratégias de ensino: levantamento das ideias dos alunos; leitura e discussão do texto e das questões para a interpretação do texto; atividade experimental; uso de objetos de aprendizagem (simulação).

Recursos: material para experimentos e textos.

Avaliação: atividades e questões propostas.

Você pode iniciar a Situação de Aprendizagem retomando o processo de calcinação, no qual o calcário sólido (CaCO_3) é aquecido a $900\text{ }^\circ\text{C}$ e transforma-se em cal viva sólida (CaO). Uma vez que os dois sólidos são brancos, como saber se realmente foi formado um novo material após o aquecimento? Como saber se ocorreu transformação química, ou seja, nesse processo o material de partida (reagente) é diferente do material obtido (produto)?

Estas questões visam mostrar a importância de conhecer as propriedades das substâncias de modo a identificá-las. Na falta de evidências perceptíveis para observar se houve transfor-

mação química, é necessário identificar os produtos obtidos de forma indireta, tal como a identificação do CO_2 (gás carbônico) por meio de seu borbulhamento em água de cal como visto na Situação de Aprendizagem 2. Pode-se destacar que deve haver uma diminuição na quantidade de material após a calcinação (conforme citado no Texto 1).

Para ampliar essa discussão, retome a seguinte tabela com a equação da produção da cal a partir de calcário para que os alunos possam comparar as características dos reagentes e produtos da calcinação do calcário e, assim, concluir se houve ou não uma transformação química.

	CaCO₃ (s) (calcário sólido)	$\xrightarrow[\text{aquecimento}]{\Delta (900\text{ }^\circ\text{C})}$	CaO (s) (cal viva sólida)	+	CO₂ (g) (gás carbônico)
Cor	Branco		Branco		Incolor
Estado físico a temperatura e pressão ambientes (25 °C e 1 atm)	Sólido		Sólido		Gasoso
Como as substâncias se comportam durante mudanças de temperatura	Decompõe-se a 900 °C, formando cal e gás carbônico		Funde a 2 624 °C e vaporiza a 2 850 °C		Sublima a -78,5 °C
Massa de 1 cm³ dessa substância (25 °C e 1 atm)	2,7 g		3,3 g		0,002 g
Quanto é possível dissolver dessa substância em 100 mL de água à temperatura ambiente (25 °C)	0,0014 g		0,12 g		0,15 g

A partir da análise das características das substâncias apresentadas na tabela, espera-se que os estudantes possam concluir que houve a formação de uma nova substância e, portanto, a ocorrência de transformação química. Para isso, as seguintes questões são sugeridas:

- ▶ Há diferenças de comportamento entre o calcário sólido e a cal viva a 900 °C?
- ▶ Se compararmos amostras de 1 cm³ de calcário e 1 cm³ de cal, qual vai apresentar maior massa?
- ▶ Quanto se pode dissolver de calcário sólido em 100 mL de água à temperatura ambiente? E de cal viva?

- ▶ Quais são as características semelhantes e diferentes entre o calcário e a cal?
- ▶ A partir dessas características, é possível diferenciar uma amostra de calcário de uma amostra de cal? Como você faria?
- ▶ Você pode dizer que ocorreu transformação química no processo de calcinação do calcário?

É desejável que os alunos apontem pelo menos uma maneira para diferenciar o calcário da cal. As possibilidades são: verificar a quantidade de sólido dissolvido em certo volume de água; aquecer as amostras e observar o comportamento dos sólidos; e medir a quantidade (massa) de sólido tendo o mesmo volume de amostra.

Essas questões podem auxiliar na discussão e interpretação dos dados da tabela e servem também como instrumento de avaliação para esta parte da atividade. Como apontado em atividade anterior, é preciso salientar aos alunos que, quando se denominar substância, trata-se do material que apresenta propriedades características constantes em condições específicas (temperatura e pressão – quando dessas condições depender o valor da propriedade, ou seja, temperatura de fusão e ebulição em determinado valor de pressão, solubilidade em determinada temperatura, etc.), independentemente de sua quantidade ou procedência.

Atividade 1 – Temperatura de ebulição e de fusão: pode-se identificar uma substância pura por suas temperaturas de ebulição e de fusão?

Nesta atividade serão discutidos os conceitos de temperatura de fusão e de ebulição como propriedades que permitem a caracterização de uma substância.

Pode-se iniciar a atividade com os seguintes questionamentos:

- ▶ O gelo não derrete no congelador. O que é preciso para o gelo derreter?
- ▶ Se colocarmos água em uma chaleira e levá-la ao fogo durante um tempo razoável, o que vai acontecer?

Os alunos provavelmente vão responder que a água vai ferver e vai evaporar.

Com essas perguntas busca-se lembrar que é necessário energia térmica para que uma substância, no caso a água, passe do estado sólido para o líquido e do estado líquido para o gasoso. Pode-se também recordar que a passagem do estado líquido ao gasoso chama-se **vaporização**. Esse processo pode ocorrer através da ebulição (fervura). E a passagem do estado sólido para o líquido chama-se **fusão**.

Pode-se também questionar o que é temperatura de ebulição.

Caso seja possível, pode-se realizar a vaporização da água por meio de uma atividade experimental com os alunos. Para isso, sugere-se a atividade descrita no livro *Subsídios para a implementação da Proposta Curricular de Química para o 2º grau* para o aquecimento da água destilada. Nesse caso, há necessidade de acesso a um laboratório de química e uso de bico de Bunsen para realizar o aquecimento, pois utilizar lamparina a álcool não é adequado, porque o tempo necessário para atingir a ebulição, mesmo de uma pequena porção de água (30 mL), é superior a 20 minutos.

Se não houver essa possibilidade, você pode descrever o que aconteceria com a temperatura da água ao ser aquecida durante algum tempo. Por exemplo: “Coloco água numa chaleira e meço a temperatura da água com um termômetro. Vejo que o termômetro marca 20 °C. Depois de 1 minuto, meço novamente a temperatura da água e vejo que marca 28 °C”. Utilize para isso os dados apresentados na tabela a seguir:

Aquecimento de água	
Tempo (minutos) ($\pm 0,1$ min)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (± 1 $^{\circ}\text{C}$)
0	20
1,0	28
2,0	49
3,0	61
4,0	75
5,0	85
6,0	93
7,0	97 (início da ebulição)
8,0	97
9,0	96
10,0	97
11,0	96
12,0	97
13,0	97
14,0	96

Você pode completar a tabela até o tempo de 7 minutos, ao informar quando a água começou a ferver e quando o termômetro marcou 97 $^{\circ}\text{C}$. Faça esta anotação conforme mostrado na tabela e informe aos alunos que as temperaturas da água foram medidas, minuto a minuto, por mais 7 minutos. Então, complete o restante da tabela.

Nos dois casos, é preciso estar atento a essa elaboração, pois é comum os alunos não saberem como organizar dados coletados em uma tabela. Pode-se pedir que os alunos façam previsões do tipo:

- Se, depois de 20 minutos, ainda houver água na chaleira e ela estiver fervendo, qual será a temperatura da água?

Nesta questão, os alunos podem ficar em dúvida; por isso, você pode solicitar que observem o que acontece com a temperatura quando a água entra em ebulição. Os alunos podem também responder à seguinte pergunta:

- Depois que a água entrou em ebulição a temperatura variou? Podemos considerar 1 $^{\circ}\text{C}$ mudança de temperatura?

Neste momento, pode-se comentar que a representação (± 1 $^{\circ}\text{C}$) registrada na tabela significa que o termômetro usado pode apresentar variações de ± 1 $^{\circ}\text{C}$ em suas medidas.

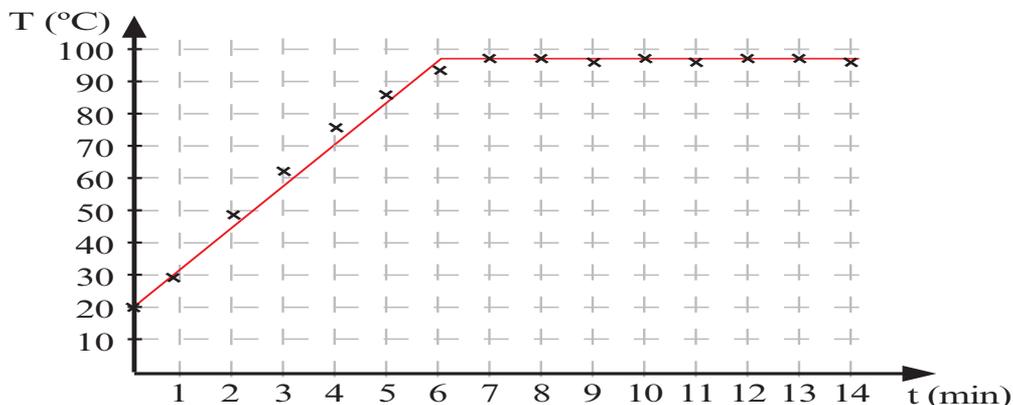
Quando se trata de estudar a variação de uma grandeza em relação à outra, no caso, variação da temperatura em função do tempo no decorrer do aquecimento de um líquido, a representação gráfica assume importante papel, pois os gráficos mostram a tendência da variação entre conjunto de dados inter-relacionados.

A partir dos dados da tabela anterior, pode-se solicitar aos alunos a construção de um gráfico de temperatura em função do tempo.

Muitas vezes, os alunos apresentam algumas dificuldades na construção de gráficos, como não escolher e não utilizar adequadamente uma escala. Tendem também a ligar todos os pontos em vez de traçar uma reta média. Apesar de muitos alunos afirmarem que já sabem construir gráficos, a maioria deles apresenta dificuldades nessa atividade por se tratar de dados reais, que não apresentam a linearidade das equações de primeiro grau

a que estão acostumados. Portanto, é recomendável que você os acompanhe durante

essa atividade. Este gráfico pode ser traçado na lousa.



Durante a construção do gráfico, você pode fazer algumas questões:

obtivemos os dados mostrados na tabela a seguir:

- ▶ Deve-se unir todos os pontos para construir esse gráfico?
- ▶ Depois de quanto tempo a água começa a ferver, ou seja, depois de quanto tempo a água entra em ebulição? Qual é essa temperatura?
- ▶ Depois desse tempo, o que ocorre com a água? E com a temperatura?
- ▶ Com base nesses dados, qual você diria que é a temperatura de ebulição da água?
- ▶ Como você pode observar esse dado no gráfico?
- ▶ Se após meia hora de aquecimento, toda a água não tiver evaporado, qual seria sua temperatura? Por quê?
- ▶ Imagine que estamos aquecendo água com sal em uma chaleira e, ao fazer isso,

Aquecimento da mistura de água e sal

Tempo (minutos) ($\pm 0,1\text{min}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ($\pm 1^{\circ}\text{C}$)
0	24
1,0	29
2,0	45
3,0	60
4,0	78
5,0	92
6,0	99 (início da ebulição)
7,0	102
8,0	103
9,0	105
10,0	106

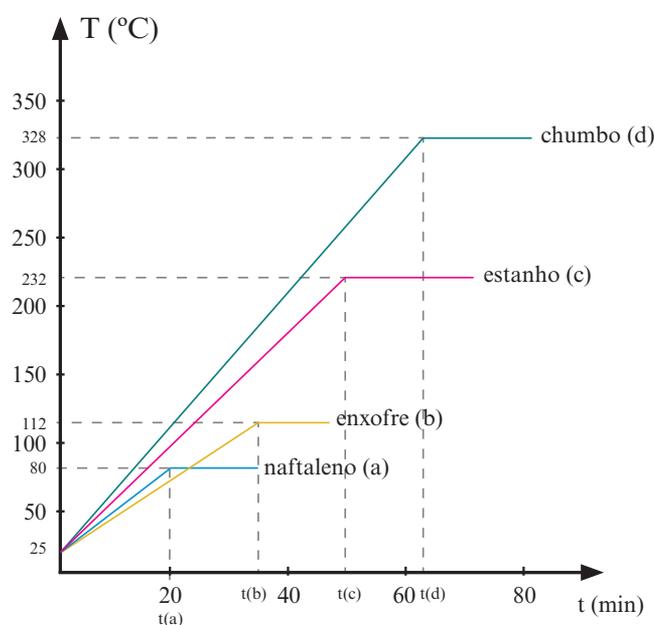
- ▶ Ao observar esses dados, qual você diria que é a temperatura de ebulição dessa mistura de água e sal?
- ▶ Trace um gráfico semelhante ao que você traçou para a água. Eles são iguais? Por quê?

Pode-se informar aos alunos que, no caso da água e sal, a temperatura tende a subir à medida que a água se evapora, pois a concentração da solução vai aumentar (a água evapora, a quantidade de sal continua a mesma, a solução se torna mais concentrada e a temperatura de ebulição aumenta).

Esta atividade tem por finalidade mostrar que uma substância mantém a temperatura constante durante a ebulição ao mudar do estado líquido para o gasoso. Uma mistura de

substâncias geralmente não tem essa característica, o que é uma exceção importante o caso das misturas azeotrópicas, como o álcool 96% (água 4% e álcool 96% em volume).

Pode-se ampliar a interpretação de curvas de aquecimento ao se introduzir o conceito de temperatura de fusão por meio de exercícios. Por exemplo, pode-se utilizar um gráfico como o mostrado a seguir e discutir o que ocorre com a temperatura e com o estado físico das substâncias durante o aquecimento.



Verde: chumbo
Vermelho: estanho
Amarelo: enxofre
Azul: naftaleno

Podem ser feitas as seguintes perguntas aos alunos:

- Sabendo-se que à temperatura ambiente (25 °C) o naftaleno, o enxofre, o estanho e o chumbo estão no estado sólido, indique o estado físico de cada substância quando possível, nos seguintes casos:
 - à temperatura de 70 °C;
 - após 30 minutos de aquecimento;
 - após 55 minutos de aquecimento.

2. Em quais intervalos de tempo você acha que podemos encontrar cada substância nos estados sólido e líquido ao mesmo tempo?
3. Qual é a temperatura de fusão de cada uma dessas substâncias?
4. Duas amostras de materiais de origem desconhecida foram aquecidas até a fusão, que ocorreu à temperatura de 180 °C e de 232 °C. Essas amostras podem ser de algumas das substâncias apresentadas no gráfico? Justifique.

Esses exercícios permitem aos alunos entender que, durante a fusão, ou seja, enquanto ocorre a mudança do estado sólido para o líquido, a temperatura se mantém constante para as substâncias puras.

A realização dos experimentos deve permitir que os alunos concluam que conhecer as temperaturas de fusão e ebulição – a uma mesma pressão – permite a identificação de substâncias puras e, também, a previsão de seus estados físicos em quaisquer temperaturas.

Você pode ainda ler e interpretar a tabela a seguir com os alunos, comentando que os dados mostram que a cada substância corresponde uma temperatura de ebulição e de fusão diferentes. Essa leitura, se realizada mediante perguntas que desafiem os alunos a interpretar os dados apresentados na tabela,

pode tornar a aula mais dinâmica. Alguns exemplos de questões são: “Qual é o estado físico da água, do etanol, da acetona e do éter à temperatura ambiente e pressão de 1 atm? Então, confirmem suas previsões verificando a tabela. Qual é a cor desses líquidos, vocês se lembram? Como podemos diferenciá-los (sem cheirá-los)?”. A ideia é fazer perguntas para explorar a tabela o máximo possível. A água, o etanol, a acetona e o éter são líquidos incolores aparentemente semelhantes, mas entram em ebulição a temperaturas diferentes. Ao se comparar os valores de suas temperaturas de ebulição, conclui-se que, entre esses líquidos, o que passa para estado gasoso em menor temperatura é o éter, ou seja, é o que apresenta maior tendência a se vaporizar, sendo o mais volátil. A volatilidade será estudada na 2ª série, mas, caso algum aluno pergunte ou a mencione, não há por que não responder. A substância que apresenta maior temperatura de ebulição é a água. Entre os sólidos, o carbonato de cálcio, o cloreto de sódio e o óxido de cálcio são sólidos brancos e apresentam temperaturas de fusão diferentes. O hidrogênio e o oxigênio são gases incolores e também têm temperaturas de fusão diversas. Portanto, essas propriedades podem ser utilizadas para identificar as substâncias e para separar os componentes de misturas de substâncias em diversas situações do dia-a-dia e nos sistemas produtivos, como será discutido na próxima seção de Situação de Aprendizagem.

Temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias à pressão de 1 atm

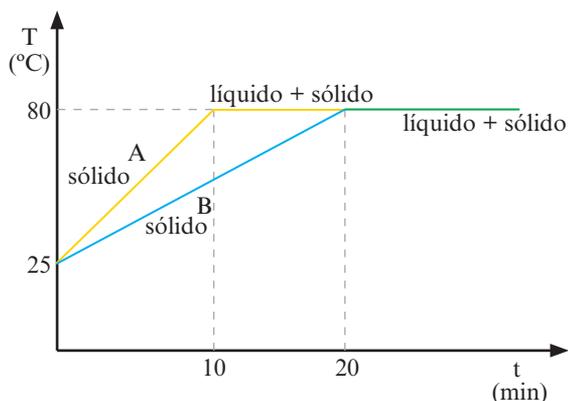
Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Água	0,0	100,0
Álcool etílico (etanol)	-117,3	78,5
Acetona	-95,4	56,2
Carbonato de cálcio	Decompõe a 900 °C	--
Cloreto de sódio	801	1 413
Cobre	1 083,4	2 567
Enxofre	112,8	444,7
Éter	-116,2	34,5
Ferro	1 535	2 750
Hidrogênio	-259,3	-252,8
Óxido de cálcio	2 624	2 850
Oxigênio	-218,4	-182,9

O exercício a seguir vai possibilitar aos alunos utilizar os valores das temperaturas de ebulição e de fusão para caracterizar algumas substâncias. Para tanto, pode-se apresentar a tabela e fazer perguntas como:

5. Água, etanol, acetona e éter são líquidos incolores à temperatura de 25 °C. No laboratório, encontramos quatro frascos não identificados contendo esses quatro líquidos. Como podemos identificá-los utilizando suas temperaturas de ebulição e de fusão?
6. Considere as seguintes substâncias: água, oxigênio, ferro, éter e enxofre. Construa uma tabela dos estados físicos dessas substâncias às seguintes temperaturas: 5 °C, 50 °C e 150 °C.

Uma ideia indesejável muito comum entre os alunos é a de que, quanto mais intensa a fonte de calor, maior é a temperatura de ebulição de uma substância. Por exemplo, os alunos acham que, se fervermos água no fogo mais intenso do fogão, não só ferverá mais rapidamente como também sua temperatura de ebulição é mais alta. Outra ideia indesejável apresentada por alunos é a de que, quanto mais material for aquecido, maior será a temperatura de fusão ou de ebulição.

Exercícios que envolvem esboços de gráficos como o seguinte podem ajudar a superar essas ideias. Ao apresentar o exercício pode-se mostrar graficamente o que acontece durante o aquecimento de duas amostras puras.



Pretende-se, com esses gráficos, discutir com os alunos que as amostras **A** e **B** devem ser da mesma substância, pois têm a mesma temperatura durante a mudança de estado. Para alcançar esse propósito, pode-se propor aos alunos questões como as seguintes:

- ▶ De acordo com esse esboço, as amostras **A** e **B** estão sendo aquecidas ou resfriadas? Justifique sua resposta.
- ▶ As amostras **A** e **B** são de materiais diferentes ou do mesmo material? Por quê?
- ▶ No tempo de 10 minutos, a amostra **B** está no estado sólido ou líquido? Explique.
- ▶ Quais fatores podem ter contribuído para que a amostra **B** demore 10 minutos a mais que a amostra **A** para fundir?

Questões como estas auxiliam os alunos a compreender que a massa do material e a intensidade da fonte de calor (ou a taxa de perda de calor no caso de resfriamentos) podem mudar o tempo que as substâncias levam para

atingir as temperaturas de fusão e ebulição, mas não seus valores, pois estes são característicos de cada substância.

Atividade 2 – Densidade: pode-se identificar uma substância pura por sua densidade?

Pode-se iniciar a atividade com a seguinte pergunta: “Um quilograma de ferro pesa mais que um quilograma de algodão? Esses materiais ocupam o mesmo volume?”.

De modo geral, os alunos respondem que o ferro é mais pesado que o algodão. Isso porque associam ao ferro a ideia de “peso” e ao algodão a ideia de “leveza”. Em 1 kg de ferro e em 1 kg de algodão a quantidade de material, ou seja, a massa, é a mesma. A diferença está no volume ocupado por eles. Assim, 1 kg de algodão ocupa um volume muito maior que 1 kg de ferro.

A propriedade que relaciona massa (**m**) e volume (**V**) de um dado material é a **densidade**.

Matematicamente, essa relação se expressa como $d = m/V$. Se a massa for expressa em gramas (g) ou em kg e o volume em cm^3 ou dm^3 , a densidade pode ser expressa em g/cm^3 ou em kg/dm^3 .

A densidade de uma substância, como toda propriedade característica, é constante a determinada temperatura e pressão e não depende da quantidade, o que permite sua identificação.

Sugere-se a utilização de atividade experimental do material *Oficinas de Química*, disponível nos arquivos da Rede do Saber (<<http://www.rededosaber.sp.gov.br/>>). No referido material há sugestões de experimentos e orientações para sua realização (p. 72). Nesses experimentos, o aluno será levado a identificar amostras de metais ao comparar as densidades dos materiais.

Outra opção para realizar uma atividade com os alunos é o uso de uma simulação intitulada *Sua jóia é verdadeira*, de acesso livre, que se encontra no seguinte endereço da internet: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Nessa simulação, o aluno é levado a descobrir o tipo de metal utilizado na confecção de uma peça adquirida na joalheria. Para isso, deve calcular a densidade da peça escolhida e, aplicando o conceito de densidade, identificar o metal utilizado.

Atividade 3 – Solubilidade: pode-se identificar uma substância pura por sua solubilidade?

A atividade pode iniciar perguntando-se aos alunos sobre o que acontece ao se misturar sal em água, açúcar em água e cal em água. Essas questões têm a intenção de conhecer suas ideias prévias sobre o conceito de solubilidade, em termos qualitativos, ou seja, saber se eles percebem que alguns materiais são mais solúveis em água que outros. Depois, pode-se questioná-los para verificar se sabem que pode haver uma limitação nessa solubilidade, ou seja, se é possível, por exemplo, misturar qualquer quantidade de sal em água, com as seguintes perguntas:

- Se eu colocar uma colher (sopa) de sal de cozinha em um copo de água à temperatura ambiente, o sal se dissolve? E se eu colocar duas colheres? E três colheres? E quatro colheres?

Com essas perguntas, os alunos farão previsões a respeito da solubilidade – conceito que ainda não conhecem – do sal de cozinha em água. Assim, vai ser possível saber se os alunos têm ideia de que há um limite de quantidade de sal que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de água (a uma determinada temperatura). Se julgar necessário, pode realizar um experimento por demonstração, durante a discussão dessas questões, no qual se utilizam os seguintes materiais: uma colher de sopa, sal de cozinha, água e um copo transparente. Após quatro colheres, é possível que o sal não mais se dissolva – dependendo do quanto de sal se coloca em cada colherada.

Para introduzir o conceito quantitativo de solubilidade, pode-se iniciar enunciando que álcool e água se misturam em quaisquer proporções, mas há materiais que têm solubilidade limitada em água, como o sal de cozinha (cloreto de sódio) ou o açúcar (sacarose). Isso significa que, para um dado soluto, existe uma quantidade máxima que pode estar dissolvida em um dado volume de solvente, em uma dada temperatura. Essa quantidade é chamada **solubilidade**, sendo comumente expressa em **gramas de soluto/100 g de solvente**. Pode-se informar aos alunos que a solubilidade do sal de cozinha a 25 °C é de 36 g/100 g de água e, em seguida, pedir que tentem in-

interpretar o que significa esse valor. Pode-se problematizar:

- ▶ Vocês teriam alguma ideia do que significa dizer que a solubilidade do sal de cozinha, a 25 °C é de 36 g por 100 g de água?

Então, é possível concluir que, a 25 °C, pode-se dissolver totalmente até 36 g de sal de cozinha em 100 g de água. Outras questões podem ser propostas, tais como:

- ▶ E se eu dissolver 34 g de sal de cozinha em 100 g de água a 25 °C, será que a água dissolve todo o sal?
- ▶ E se eu dissolver 36 g de sal de cozinha em 100 g de água a 25 °C, será que a água dissolve todo o sal?
- ▶ E se eu dissolver 37 g de sal de cozinha em 100 g de água a 25 °C, será que a água dissolve todo o sal? Quanto sobrá do sal de cozinha sem se dissolver?

Depois que os alunos concluírem que sobrá 1 g sem se dissolver, dever ser discutida a influência da temperatura na solubilidade. Para tanto, pode-se continuar com este questionamento:

- ▶ E se esta mistura for aquecida, será que a água dissolve todo o sal? A que temperatura devemos aquecê-la?

Pode ser então apresentada a tabela a seguir:

Temperatura (°C)	Solubilidade do sal de cozinha (g/100 g H ₂ O)
0	35,7
25	36,0
50	37,0
100	39,8

Depois da análise da tabela, pode-se perguntar aos alunos:

- ▶ Vocês diriam que a solubilidade depende da temperatura?

Espera-se que os alunos concluam que a solubilidade é a propriedade que indica a massa de um soluto que pode ser dissolvida em 100 g de um solvente em uma determinada temperatura. A mistura homogênea formada pelo soluto e pelo solvente é denominada solução. Após a conclusão, caberiam perguntas para avaliar o entendimento:

- ▶ Então, em uma solução de água e sal, qual substância pode ser chamada de solvente? E qual seria o soluto?

Pode-se introduzir também o conceito de mistura homogênea (solução) e heterogênea, pois é importante que se entenda alguns métodos de separação que serão estudados na próxima atividade. Diz-se que uma mistura é homogênea quando apresenta aspecto uniforme em toda sua extensão e, quando não, é considerada heterogênea. Alunos entendem melhor com exemplos. Pode-se dar alguns deles de cada tipo de mistura e pedir que os alunos forneçam mais exemplos.

7. Dados de solubilidade do nitrato de potássio (KNO_3) em água.

Temperatura (°C)	Solubilidade (g/100 g H_2O)
0	13
10	17
20	30
35	65
40	70
60	112

Com base na tabela, os alunos podem responder às seguintes perguntas:

- Pode-se afirmar que a temperatura é um dos fatores que afetam a solubilidade? Justifique.
- Com esses dados, construa um gráfico da solubilidade em função da temperatura (solubilidade no eixo das ordenadas e temperatura no eixo das abscissas).
- Utilize o gráfico para determinar a massa de nitrato de potássio capaz de se dissolver em 100 g de água a 50 °C.
- É possível, ao utilizar o gráfico, determinar a massa de nitrato de potássio que se dissolve em 100 g de água a 70 °C? Justifique.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 5

Nesta Situação de Aprendizagem, espera-se que os alunos compreendam que as propriedades temperatura de ebulição e de fusão, densidade e

solubilidade podem servir para identificar substâncias puras e também que essas propriedades são constantes em determinadas condições, independentemente da quantidade utilizada.

Na questão 1, referente às curvas de aquecimento do naftaleno, enxofre, estanho e chumbo, espera-se os alunos respondam o seguinte:

A 70 °C, as quatro substâncias estão no estado sólido.

Depois de 30 minutos de aquecimento, parte do naftaleno vai estar sólida e parte vai estar líquida. As outras três substâncias estarão no estado sólido.

Após 55 minutos de aquecimento, o chumbo estará em estado sólido; parte do estanho estará sólido e parte líquida; não é possível saber o estado físico do enxofre e do naftaleno.

Para a resolução da questão 2, verifica-se que o gráfico indica claramente o início das fusões, mas não o momento que as substâncias acabaram de se fundir. Os intervalos de tempo são estimados, pois o gráfico não permite muita exatidão.

- ▶ Entre 20 e 40 minutos: pode-se encontrar o naftaleno nos estados sólido e líquido.
- ▶ Entre 38 e 50 minutos: pode-se encontrar o enxofre nos estados sólido e líquido.
- ▶ Entre 50 e 70 minutos: pode-se encontrar o estanho nos estados sólido e líquido.

- Entre 60 e 80 minutos: pode-se encontrar o chumbo nos estados sólido e líquido.

Na questão 3, os alunos terão de estimar as seguintes temperaturas de fusão:

Substância	Temperatura de fusão (°C)
Naftaleno	80
Enxofre	112
Estanho	232
Chumbo	329

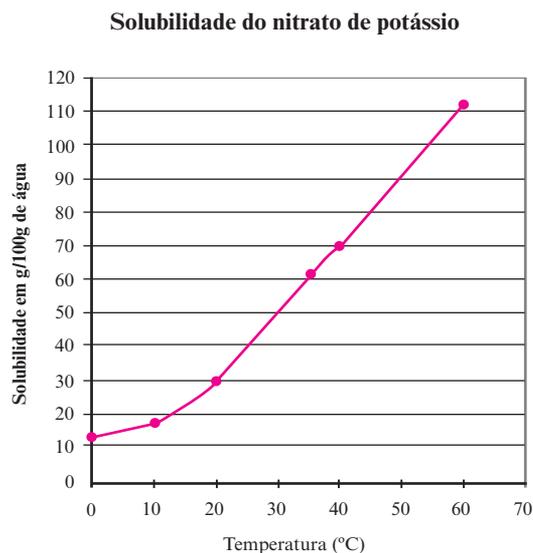
Na questão 4, é possível identificar apenas a amostra cuja temperatura de fusão é de 232 °C, pois o estanho funde a essa temperatura.

Substância	Estado físico a 5 °C	Estado físico a 50 °C	Estado físico a 150 °C
Água	Líquido	Líquido	Gasoso
Oxigênio	Gasoso	Gasoso	Gasoso
Ferro	Sólido	Sólido	Sólido
Éter	Líquido	Gasoso	Gasoso
Enxofre	Sólido	Sólido	Líquido

O gráfico a ser construído na questão 7, referente à solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura, deve ser semelhante a:

Quanto à questão 5, relativa aos frascos não identificados que continham água, álcool, acetona e éter, o aluno deve responder que pode ser utilizada a temperatura de ebulição para identificá-los e que a ordem crescente de vaporização é: éter, acetona, álcool e água.

Na questão 6, em que o aluno deve construir uma tabela indicando os estados físicos das substâncias água, oxigênio, ferro, éter e enxofre, às temperaturas de 5 °C, 50 °C e 150 °C, a resposta deve ser semelhante a:



Assim como na construção dos gráficos de temperatura de ebulição da água e água com sal, é necessário lembrar aos alunos que se deve traçar o gráfico com o cuidado de usar, neste caso, a curva média (no caso anterior, utilizou-se a reta média), mas cabe recordar que a solubilidade de muitas substâncias não tem relação linear com a temperatura. Portanto, é preciso ser mais cauteloso ao esboçar esse gráfico. Aconselha-se que os alunos utilizem papel milimetrado para

traçá-lo, pois, para estimar os valores de massa de nitrato de potássio dissolvido em diversas temperaturas, será preciso ter uma razoável escala para chegar a valores mais precisos.

A partir da construção e análise do gráfico, espera-se que os alunos estimem que a 50 °C a solubilidade do nitrato de potássio é de 90 g/100 g de água e a 70 °C é de aproximadamente 135 g/100 g de água.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6

NECESSIDADE DE SEPARAR MISTURAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O SISTEMA PRODUTIVO

Nesta Situação de Aprendizagem serão discutidos alguns métodos de separação de misturas utilizados tanto no dia-a-dia das pessoas como no sistema produtivo. Os alunos deverão reconhecer vários desses métodos, pois fazem parte de atividades que muitos veem diaria-

mente. Além disso, eles poderão reconhecer a importância desses métodos, pois geralmente os materiais encontrados ao nosso redor não são substâncias puras, ou seja, são misturas e, muitas vezes, precisamos separá-las em seus diversos componentes para melhor aproveitá-las.

Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdos e temas: separação de misturas.

Competências e habilidades: compreender os processos de separação das misturas ferro/escória no alto-forno e água/álcool aplicando as propriedades específicas estudadas na Situação de Aprendizagem 5.

Estratégias de ensino: leituras de textos orientadas por perguntas; pesquisa orientada e apresentações.

Recursos: Texto 4 – A produção de álcool; Texto 5 – Separação de ferro e escória no alto-forno.

Avaliação: respostas às perguntas e apresentação oral e escrita da pesquisa.

Proponha aos alunos a leitura dos textos sobre a produção do álcool e a separação de ferro e escória no alto-forno, apresentados a seguir. Faça algumas perguntas ao longo da

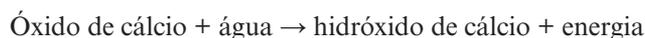
leitura para que os alunos possam ter melhor compreensão dos textos. Algumas das perguntas sugeridas serão apresentadas ao fim dos textos.

Texto 4 – A produção de álcool

Na produção do álcool por fermentação alcoólica, o produto obtido tem baixo teor alcoólico (14% em volume). Para aumentar esse teor é necessário utilizar o processo de destilação, no qual o fermentado é aquecido até a ebulição em sistema fechado, e os vapores produzidos são condensados e recolhidos em outro recipiente. Dessa forma, o líquido obtido tem maior teor alcoólico e pode chegar a 96%. Esse processo de separação só é possível porque o álcool apresenta temperatura de ebulição menor que a da água. Assim, no aquecimento de uma mistura de diferentes líquidos,

o vapor produzido apresenta um aumento no teor do líquido mais volátil.

Na indústria, para obter o álcool puro (anidro), realiza-se a desidratação do álcool. Um dos meios utilizados para esse processo era adicionando cal virgem (CaO – óxido de cálcio) ao álcool (hoje, a indústria não mais utiliza esse recurso por ter encontrado outro método economicamente mais eficiente e viável). A cal interage com a água contida no álcool, formando hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 , de baixa solubilidade tanto na água como no álcool.



Como a solubilidade da cal hidratada (Ca(OH)_2) é baixa, no fim teremos uma mistura de álcool puro e cal hidratada (Ca(OH)_2) sólida. A etapa final consiste na separação do hidróxido de cálcio pela destilação.

cal hidratada em álcool após a interação entre a cal e a água presente no álcool 96%; e o fato do hidróxido de cálcio ser sólido à temperatura de ebulição do álcool.

Para a obtenção de álcool comercial (96%), sua desidratação e obtenção em elevado grau de pureza, utilizaram-se alguns métodos de separação que levaram em conta algumas propriedades específicas das substâncias, como temperatura de ebulição do álcool e da água; solubilidade da

Portanto, é importante conhecer as propriedades específicas das substâncias, como temperatura de ebulição e solubilidade, para que se possam entender processos industriais de separação e também para desenvolver novos processos conforme as necessidades sociais e pessoais.

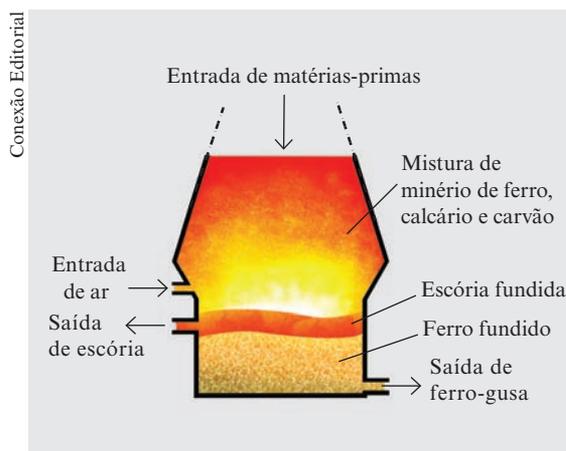
- ▶ Só para lembrar, se tivermos 100 mL de álcool 14% em volume, quantos mililitros vamos obter de álcool?
- ▶ E em 100 mL de álcool 96% em volume, quantos mililitros teremos de álcool? E de água?
- ▶ Você compraria álcool 14%? Por quê?
- ▶ Quais propriedades e quais processos de separação foram usados para obter álcool 96% a partir de álcool 14%?
- ▶ Você reconhece alguma transformação química na obtenção de álcool anidro?
- ▶ Quais propriedades da cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e do álcool e quais processos foram usados para obter álcool anidro?

Texto 5 – Separação de ferro e escória no alto-forno

O ferro é um metal dificilmente encontrado na natureza na forma de substância metálica. Para ser produzido nas siderúrgicas (ferro-gusa), o minério de ferro, ou seja, um mineral do qual se pode obter ferro de maneira economicamente viável, é misturado a carvão mineral ou vegetal e calcário, e esta mistura é aquecida em alto-forno.

Na produção de ferro-gusa é formada a escória como subproduto. Os dois produtos saem do alto-forno no estado líquido a uma temperatura de 1600 °C. Esses dois líquidos, ferro e escória, apresentam baixa miscibilidade, ou seja, um não se dissolve bem no outro. O ferro fundido, por ser mais denso que a escória fundida, fica no fundo do alto-forno e a escória fundida fica logo acima dele.

Esquema do funcionamento de um alto-forno de uma usina siderúrgica



No fundo do alto-forno existem saídas independentes por onde escorrem separadamente o ferro e a escória. Essa técnica de separação dos componentes da mistura de ferro e escória formada no alto-forno possibilita a obtenção de um produto com maior grau de pureza e qualidade.

Como separar a escória do ferro? Pensem nas propriedades que foram estudadas até agora.

Depois da leitura dos textos e da resolução das questões, propõem-se que alguns processos de separação sejam apresentados, destacando-se a propriedade utilizada em cada um deles. Por serem métodos muito utilizados em processos no dia-a-dia e no sistema produtivo, sugere-se realçar os processos da destilação, filtração, decantação e cristalização. Para isso, são propostas duas possibilidades de trabalho:

- ▶ Pedir aos alunos que, em grupos, procurem em livros didáticos dois dos processos de separação de misturas citados a seguir e que, depois, exponham sua pesquisa para o restante da classe (se durante a exposição os alunos não destacarem a propriedade utilizada no processo, você deverá fazê-lo).
- ▶ Utilizar uma tabela semelhante à apresentada a seguir e, se possível, ilustrar os processos.

Processo de separação	Descrição do processo/propriedade	Exemplo de utilização
Destilação	Separação de misturas de substâncias que apresentam temperaturas de ebulição diferentes: aquece-se a mistura, e a substância que apresentar menor temperatura de ebulição será vaporizada; seu vapor passa por um sistema de resfriamento e o líquido formado é recolhido em outro recipiente.	Obtenção de água destilada
Filtração	Separação de misturas de sólidos que não são solúveis em líquidos: a mistura passa por um sistema poroso (filtro) que retém o sólido e deixa passar o líquido.	Água filtrada; coar café
Decantação	Separação de misturas de substâncias imiscíveis e com densidades diferentes: quando a mistura apresenta um sólido e um líquido, espera-se a separação entre o sólido e o líquido e retira-se o líquido; quando a mistura é formada por dois líquidos, utiliza-se o funil de separação, também chamado funil de decantação.	Separação dos componentes da mistura de água e óleo e da mistura de água e areia
Cristalização	Separação de misturas de substâncias com diferentes temperaturas de ebulição: geralmente utilizado para uma solução na qual o líquido vaporiza-se, separando-se do sólido.	Obtenção de sal nas salinas

Grade de avaliação – Situação de Aprendizagem 6

Esta última atividade busca mostrar ao aluno como se podem usar as informações

sobre as propriedades das substâncias para identificá-las e separá-las quando necessário. As questões referentes ao Texto 4 orientam a leitura e retomam conceitos trabalhados anteriormente, que são: aspectos quantitativos

sobre concentração de soluções, processos de obtenção da cal, a identificação de transformações químicas e propriedades específicas de substâncias para identificá-las e separá-las.

A pergunta sobre a compra ou não do álcool 14 % pode desencadear algum debate; espera-se que os alunos argumentem que a compra talvez dependa do custo e do uso que será dado a ele.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. Complete a tabela a seguir com as informações que se pedem.

Transformação química	Evidências observáveis	Instantânea ou não-instantânea?	Formas de energia envolvida	Revertível ou irrevertível?
Queima de carvão	<i>Liberação de energia</i>	<i>Instantânea</i>	<i>Térmica e luminosa</i>	<i>Irrevertível</i>
Calcinação do calcário	<i>Nenhuma</i>	<i>Não instantânea</i>	<i>Térmica</i>	<i>Revertível</i>
Hidratação do sulfato de cobre	<i>Mudança de cor</i>	<i>Instantânea</i>	<i>Térmica</i>	<i>Revertível</i>

2. Quais dos fenômenos a seguir são transformações químicas?

- a) Dissolução de sal em água.
- b) Obtenção de sal de cozinha a partir da água do mar.
- c) Explosão de uma bombinha de pólvora.
- d) Corrosão de um cano de cobre.
- e) Derretimento de um sorvete.
- f) Apodrecimento de um pedaço de madeira.

g) Corrosão de uma pia de mármore pelo vinagre.

h) Produção do ferro.

Itens c, d, f, g, h.

3. (Comvest/Vestibular Unicamp, 1992) Têm-se as seguintes misturas:

I – areia e água;

II – álcool (etanol) e água;

III – água e sal de cozinha (NaCl); neste caso, uma mistura homogênea.

Cada uma dessas misturas foi submetida a uma filtração em funil com papel, e o líquido resultante (filtrado) foi aquecido até sua total evaporação. Pergunta-se:

- a) Qual mistura deixou um resíduo sólido no papel? Qual era esse resíduo?

A mistura I. O resíduo era areia.

- b) Em qual caso apareceu um resíduo sólido após a evaporação do líquido? O que era esse resíduo?

Mistura III. O resíduo era o sal de cozinha.

4. (GEPEQ. *Interações e transformações*: livro de exercícios. Módulos I e II, p. 24.)

Na tentativa de identificar cinco materiais sólidos (A, B, C, D e E) existentes no laboratório, um aluno resolveu determinar a densidade de cada um medindo suas massas e os volumes que deslocaram ao ser imersos em líquidos nos quais são insolúveis. Também determinou, para cada um dos materiais, o intervalo de tempo desde o aquecimento até a fusão e a temperatura na qual ocorreu a mudança de estado. Os dados obtidos encontram-se na tabela seguinte.

Sólido	Massa (g)	Volume inicial (cm ³)	Volume final (cm ³)	Dados referentes ao aquecimento
A	62,1	60,0	65,5	Foi o terceiro a fundir; temperatura de fusão: 327 °C.
B	71,2	60,0	68,0	Não fundiu durante o tempo observado.
C	33,4	60,0	63,0	Foi o segundo a fundir; temperatura de fusão: 328 °C
D	29,1	60,0	64,0	Foi o primeiro a fundir; temperatura de fusão: 232 °C
E	14,3	60,0	62,0	Não fundiu durante o tempo observado.

- a) Monte uma tabela com apenas três colunas: uma para os sólidos, outra para as densidades, e a terceira para a temperatura de fusão.
- b) Com base nos dados obtidos, é possível identificar amostras de um mesmo material? Justifique.
- c) Sabendo que os sólidos A, B, C, D e E estão entre os materiais representados na tabela seguinte, procure identificá-los:

Material	Densidade (g/cm ³)	Temperatura de fusão (°C)
Alumínio	2,702	660,2
Antimônio	6,684	630,5
Chumbo	11,344	327,5
Cobre	8,92	1083,0
Estanho	7,28	231,9
Ferro	7,86	1535,0
Mercúrio	13,594	-38,9
Zinco	7,14	419,4

a)

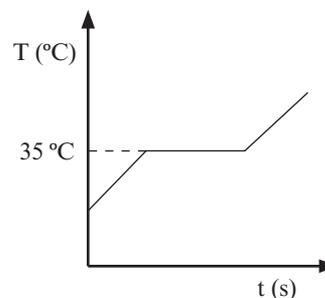
Sólido	Densidade (g/cm ³)	Temperatura de fusão (°C)
A	11,3	327
B	8,9	—
C	11,1	328
D	7,3	232
E	7,2	—

b) Os sólidos A e C podem ser do mesmo material. As diferenças entre os valores de densidades e de temperaturas podem ser atribuídos a erros experimentais de medidas. Para ter certeza, seriam necessárias outras análises.

c) Com base nos dados fornecidos, conclui-se que as amostras A e C são de chumbo; a

amostra B é de cobre; a D é de estanho; e a E é de zinco.

5. (GEPEQ. *Interações e transformações*: livro de exercícios. Módulos I e II, p. 63.)



A curva de aquecimento em função do tempo de 5 g de uma substância pura sólida está esboçada a seguir.

Analise cada uma das afirmações abaixo e decida se estão certas ou erradas, justificando suas respostas.

a) Nas mesmas condições experimentais, a curva de aquecimento de 50 g da mesma substância pura tem a mesma forma apresentada.

Certa. A curva apresenta a mesma forma e o mesmo patamar (a 35 °C). O tempo de aquecimento pode ser maior, caso se use a mesma fonte de aquecimento, pois a massa é maior.

b) O ponto de solidificação da mesma substância é maior do que seu ponto de fusão.

Errada. Para uma mesma substância pura, sua temperatura de fusão é igual à de solidificação (no caso, é de 35 °C).

- c) A substância em questão é líquida à temperatura ambiente (25 °C).

Errada. A temperatura deve estar acima de 35 °C para que a substância seja líquida. Na temperatura de 25 °C, a substância estaria no estado sólido.

6. (Fuvest – SP) Quais das propriedades ao lado são as mais indicadas para verificar se

é pura uma certa amostra sólida de uma substância conhecida?

- a) Cor e densidade.
 b) Cor e dureza.
 c) Ponto de fusão e densidade.
 d) Cor e ponto de fusão.
 e) Densidade e dureza.

PROPOSTAS DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

As transformações químicas têm de ser muito bem entendidas, pois nelas está ancorado o estudo da Química. É necessário pensar em alternativas que permitam um trabalho mais autônomo dos alunos que ainda não construíram adequadamente esses conceitos. Professor, solicite que os alunos elaborem um trabalho sobre as atividades que eles têm ou tiveram as maiores dúvidas. Eles deverão buscar em seus próprios cadernos e em cadernos de colegas as informações necessárias. O trabalho deverá conter o tema da ati-

vidade e as ideias e conceitos principais nela tratados. Os alunos podem ser ajudados com perguntas. Por exemplo, na Atividade 2, você pode orientar a síntese com perguntas como: “Como reconhecer se houve uma transformação química? Quais foram as evidências observadas nos experimentos? Dê dez exemplos de transformações químicas que você conhece e organize-os em uma tabela como esta.”. Quatro dos exemplos deverão ser extraídos das aulas e os outros deverão ser extraídos do seu dia-a-dia.

Transformação química	Classificação quanto ao tempo	Sinais perceptíveis	Formas de energia envolvidas	Classificação quanto à energia

Outra possibilidade de Situação de Recuperação é a realização de um experimento simples e que contemple os aspectos referentes às transformações químicas que foram abordados ao longo deste bimestre. Para a realização deste experimento, siga o seguinte roteiro:

Materiais

- ▶ 1 chapa de aquecimento: tampa metálica de lata de leite em pó, fundo de uma lata ou chapa de alumínio retirada de uma lata de refrigerante;
- ▶ 1 lamparina a álcool;
- ▶ 1 tripé;
- ▶ sal de cozinha;
- ▶ sulfato de cobre pentaidratado;
- ▶ açúcar;
- ▶ 1 conta-gotas com água.

Procedimento

- ▶ Coloque separadamente pequenas porções de sal de cozinha, sulfato de cobre pentaidratado e açúcar na chapa de aquecimento.
- ▶ Aqueça uniformemente esses sólidos com a chama da lamparina durante alguns minutos. Observe e anote.
- ▶ Apague a lamparina e deixe a chapa de aquecimento esfriar.
- ▶ Coloque a chapa de aquecimento sobre a palma de uma das mãos e pingue algumas gotas de água sobre o sulfato de cobre. Observe e anote.

	Aquecimento do sulfato de cobre pentaidratado	Hidratação do sulfato de cobre anidro	Aquecimento de açúcar	Aquecimento de sal de cozinha
Descrição do estado inicial				
Descrição do estado final				
Evidências				
Classificação quanto ao tempo				
Classificação quanto à energia				
Classificação quanto à reverbilidade				
Pode ser classificado como transformação química?				

- ▶ Complete a tabela acima com as observações, análises e conclusões.

Poderão também ser incluídos alguns exercícios como os sugeridos na avaliação final.

Há muitos deles nas apostilas do Programa Pró-universitário, *Química*, Módulo I (SEE-SP/USP, 2004), e na maioria dos livros didáticos de Química para o Ensino Médio.

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

CAMPBELL, J. A. *Por que ocorrem reações químicas?* 2. ed. São Paulo: Edgard Bluechner. Como o título informa, o livro permite que os leitores repensem e aprofundem suas concepções sobre esta questão.

CANTO, Eduardo Leite. *Minérios, minerais, metais: de onde vêm, para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1997.

Nessa obra podem ser encontradas informações sobre a obtenção dos diferentes metais a partir de minérios, sua importância econômica e alguns impactos ambientais causados por sua exploração.

ESPERIDIÃO, Yvone Mussa; NÓBREGA, Olimpio. *Os metais e o homem*. São Paulo: Ática, 2002.

Nesse livro podem ser encontradas informações sobre a importância dos metais para o ser humano, alguns exemplos de sua utilização, exemplos e usos de ligas metálicas e atividades para ser utilizadas com os alunos.

LEE, J. D. *Química inorgânica não tão concisa*. Rio de Janeiro: Edgard Bluechner, 1996.

Esse título apresenta propriedades e obtenção dos metais, sua ocorrência e abundância, e algumas aplicações dos metais em ligas e compostos metálicos. A organização dos capítulos segue a organização dos elementos na tabela periódica (o livro consta do acervo da Biblioteca do Professor e deve estar disponível nas unidades de ensino).

RANGEL, Mary. *Dinâmicas de leitura para sala de aula*. Petrópolis: Vozes, 1990. 69 p.

O livro apresenta 37 dinâmicas que buscam facilitar o entendimento de textos e estimular discussões e conversas a fim de possibilitar uma participação ativa dos alunos nas aulas.

MORTIMER, Eduardo F. Transformações: concepções de estudantes sobre transformações químicas. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 2, p. 23-26, nov. 1995.

Este artigo discute as concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre o conceito de transformação da matéria e mostra que eles se prendem aos aspectos perceptíveis dos fenômenos e sentem dificuldades em utilizar o nível atômico-molecular para explicar as transformações, além de não reconhecerem a conservação de massa em todos os fenômenos.

SCHNETZLER, Roseli; PETRUCCI, Maria Inês F. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição de conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 8, p. 3135, nov. 1998.

Este artigo apresenta e discute as principais concepções de alunos do Ensino Médio sobre transformações químicas, obtidas a partir de uma revisão bibliográfica de pesquisas sobre esse conceito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste bimestre, as transformações químicas foram abordadas no nível macroscópico e fenomenológico. O conceito de transformação química, como um fenômeno em que se formam novas substâncias, foi estudado por meio da análise de processos industriais da produção da cal, do etanol e do ferro. Também foram propostas atividades que solicitavam que os alunos observassem diversas interações entre diferentes substâncias que fazem parte de seu cotidiano para reconhecerem a ocorrência de transformações químicas. Foram ainda explorados alguns de seus aspectos gerais, como a ocorrência de evidências perceptíveis, o tempo envolvido, a energia absorvida ou liberada e a possibilidade de se reverter algumas transformações.

As propriedades específicas das substâncias foram estudadas com o intuito de permitir que os estudantes aprendam a identificá-las e a usar estas informações para entender alguns processos produtivos que exigem separações de misturas. Estas duas ideias, identificação e separação de substâncias, foram aplicadas em etapas da produção da cal, do etanol e do ferro nos processos produtivos que desencadearam a construção do conceito de transformação química.

As Situações de Aprendizagem propostas favorecem e requerem ações mentais por parte dos alunos referentes à análise de tabelas, construção de gráficos, observação de fatos químicos, escolha de propriedades específicas para resolução de problemas, leitura e interpretação de textos, generalizações e sínteses, reconhecimento da importância da Química e da aprendizagem de conceitos para o entendimento de aspectos do sistema produtivo. Espera-se, assim, facilitar o desenvolvimento de indivíduos que saibam aplicar os conhecimentos escolares para fazer escolhas e construir argumentos para defendê-los.

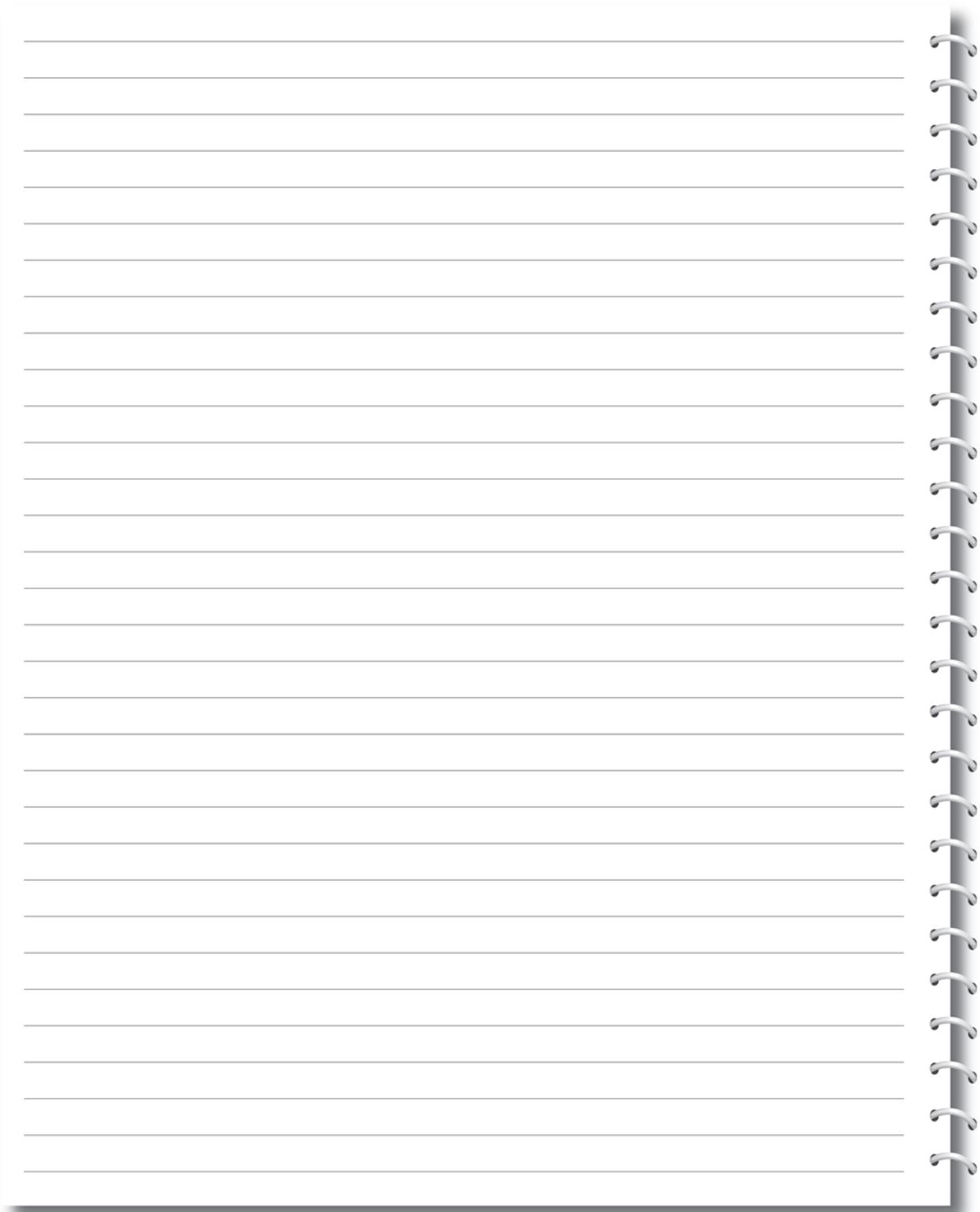
Procurou-se ainda, ao longo do texto, dar sugestões que possam ajudar e apoiar o professor a começar a transformar esta Proposta em ações dentro da sala de aula. Procurou-se sugerir perguntas que agilizem a aula e deem voz ao aluno. Alertas feitos por pesquisadores da educação sobre dificuldades de aprendizagem dos alunos foram levados em conta ao se construir o texto. Sugerimos, ainda, que os professores leiam o Caderno do bimestre inteiro e que avaliem suas condições materiais e de tempo para então pensarem em como aplicar a Proposta.

 Anotações



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

 *Anotações*



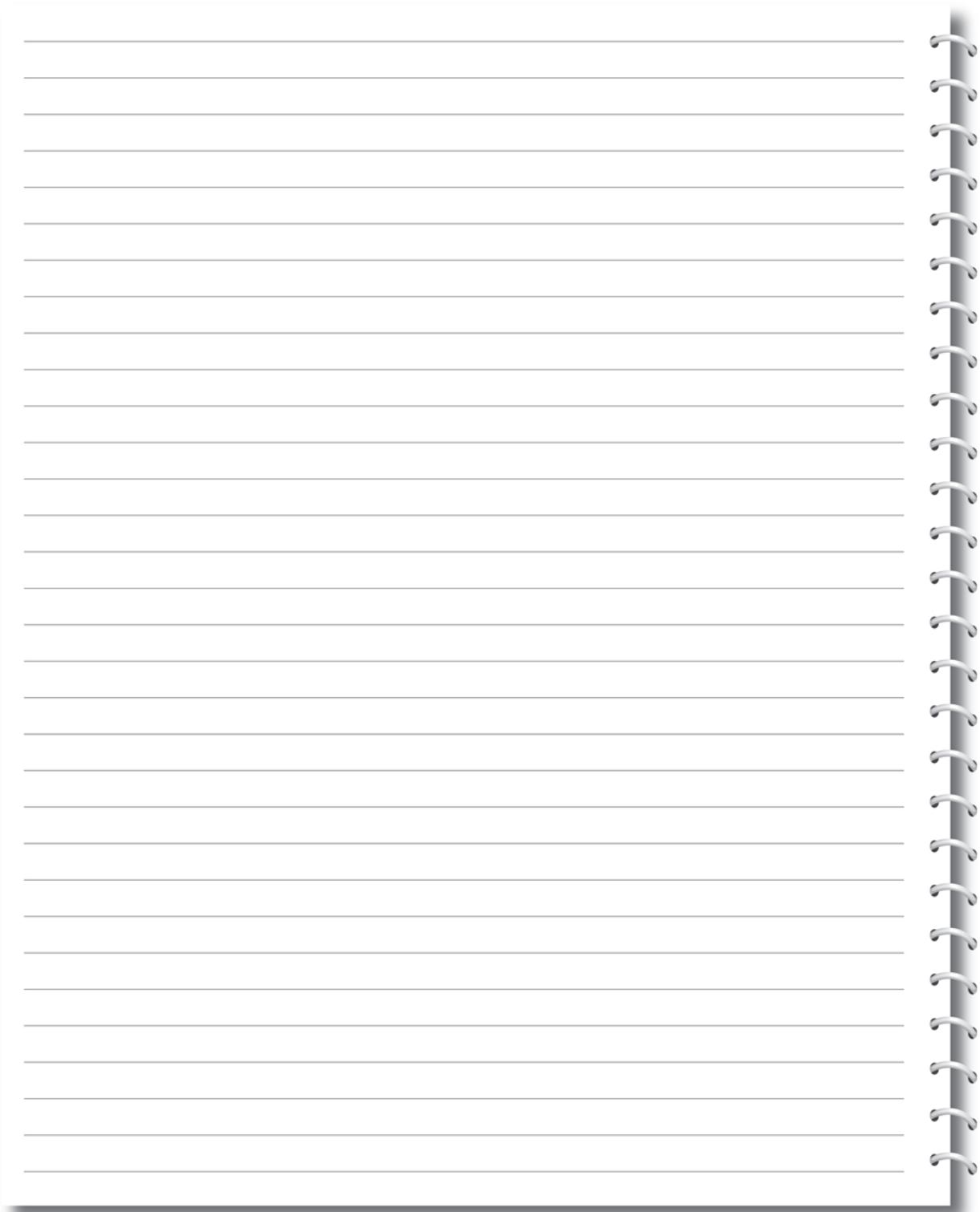
A spiral-bound notebook page with horizontal lines. The spiral binding is on the right side. The page is otherwise blank.

 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 lines. The spiral binding is on the right side. The page is otherwise blank.