

ensino médio
2ª 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

Ghislaine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

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

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

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

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

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

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

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

Física: Luis Carlos de Menezes, 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 Santos
Neto, Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira
da Silva Shimoura, Livia 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 - 2ª 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 978-85-7849-173-4
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	11
Situação de Aprendizagem 1 – Propriedades da água para consumo humano	11
Situação de Aprendizagem 2 – Dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades	18
Situação de Aprendizagem 3 – Concentração de soluções – Diluição	28
Situação de Aprendizagem 4 – Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções	37
Situação de Aprendizagem 5 – Oxigênio dissolvido na água – Uma questão de qualidade	44
Situação de Aprendizagem 6 – Tratamento da água – Uma questão de sobrevivência	48
Situação de Aprendizagem 7 – As quantidades em transformações que ocorrem em solução – Um cálculo importante no tratamento da água	51
Situação de Aprendizagem 8 – Como o ser humano utiliza a água? Podemos interferir nos modos com que a sociedade vem utilizando a água?	56
Propostas de questões para aplicação em avaliação	58
Propostas de Situação de Recuperação	60
Recursos para ampliar as perspectivas do professor e do aluno para a compreensão do tema	62
Considerações finais	63

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

Materiais e suas propriedades: água e seu consumo pela sociedade

Nome da disciplina: Química

Área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Etapa da educação básica: Ensino Médio

Série: 2^a

Período letivo: 1^o bimestre de 2009

Temas e conteúdos: Propriedades da água para consumo humano
Água pura e água potável
Dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades
Concentração de soluções (g.L⁻¹, mol.L⁻¹, ppm, % em massa)
Alguns parâmetros de qualidade da água
Relações quantitativas envolvidas nas transformações químicas que ocorrem em soluções
Relações estequiométricas
Solubilidade de gases em água (DBO)
Potabilidade da água para consumo humano
Tratamento de água tendo em vista torná-la potável
Poluição

ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Caro(a) professor(a),

Ao pensar no ensino da Química, devemos considerar que esta disciplina no Ensino Médio “deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (PCN+, p. 87), de maneira a contribuir para que ele possa participar mais efetivamente da sociedade, emitindo juízos de valor e tomando decisões de maneira responsável e crítica.

Com essa perspectiva, propomos, como fio condutor do ensino de Química na 2ª série, o estudo dos materiais e suas propriedades. A água e os metais são temas bastante interessantes para desenvolver esse conteúdo numa perspectiva que valoriza as aplicações e implicações sociais do conhecimento químico. Dessa maneira, as atividades sugeridas procuram apresentar conhecimentos relevantes, priorizando o desenvolvimento de competências dos estudantes para compreender, argumentar e propor formas de intervenção na sociedade.

As propriedades exibidas pelas substâncias se constituíram, ao longo do tempo, em pontos de partida para que se procurasse entender a natureza da matéria. O conhecimento das

relações entre as propriedades e a estrutura assume importante papel na previsão de comportamentos que as diferentes substâncias podem manifestar, assim como na obtenção de materiais com certas propriedades específicas.

Neste 1º bimestre, a água será o foco do estudo das propriedades, tendo em vista sua importância para a vida no nosso planeta. A questão da potabilidade será abordada a partir do estudo das concentrações das soluções aquosas, bem como do tratamento que a água recebe para se tornar potável.

Ao final desse estudo, o aluno poderá ter adquirido conhecimentos para a construção de seus próprios esquemas de representação sobre as propriedades das substâncias, assim como terá elementos para refletir sobre a importância da água e rever suas ideias sobre sua utilização e conservação.

Conhecimentos priorizados

As águas naturais são imensas soluções aquosas. Sendo assim, a água na natureza não se encontra quimicamente “pura”. Retoma-se o conceito de substância pura e estabelece-se a diferença entre a pureza, do ponto de vista da química, e a potabilidade. São apresentadas algumas propriedades da espécie química “água”, discutindo-se as mudanças causadas pela presença de solutos e possíveis proble-

mas ambientais. Nesse aspecto, é discutida a importância do oxigênio dissolvido na água, bem como os processos envolvidos no tratamento da água com o objetivo de torná-la adequada ao consumo. Tratando-se de soluções aquosas, são importantes os conceitos de solubilidade e diluição. Expressar a concentração das soluções por meio de unidades convenientes envolve o desenvolvimento da linguagem usual da química, assim como cálculos estequiométricos de soluções. Além disso, são apresentadas informações que podem permitir uma reflexão sobre os diferentes usos da água, considerando sua qualidade, conforme o fim a que se destina, e também sobre a escassez de água tratada, o mau uso e o desperdício.

Competências e habilidades

1. Dominar e fazer uso da linguagem química expressando quantidades dissolvidas em água por meio de unidades de concentração (g.L^{-1} ; mol.L^{-1} ; ppm; % massa) e estabelecer relações quantitativas de massa e quantidade de matéria nas transformações químicas que ocorrem em soluções de acordo com suas concentrações.
2. Construir e aplicar os conceitos de pureza e potabilidade para a compreensão de fenômenos naturais e processos tecnológicos.
3. Selecionar, organizar, relacionar e interpretar dados e informações sobre parâmetros de qualidade da água, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
4. Relacionar informações, apresentadas de diferentes formas, aos conhecimentos disponíveis sobre o uso e a preservação da água no mundo e também sobre as fontes causadoras da poluição da água, para construir argumentações consistentes.
5. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos neste estudo para elaboração de propostas de tratamento de água, tendo em vista torná-la potável, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Metodologias e estratégias

Neste Caderno, procurou-se utilizar metodologias e estratégias de ensino que favorecessem a participação efetiva do aluno na construção de seu próprio conhecimento e no desenvolvimento de competências relacionadas ao aprimoramento de sua cidadania. Valorizou-se, assim, aquilo que o aluno já sabe e conhece do mundo físico. De maneira geral, as atividades se iniciam procurando envolver o estudante na temática a ser tratada por meio de questões para as quais ele pode apresentar alguma ideia. Em seguida, são sugeridos problemas cuja resolução exige novos conhecimentos, atividades experimentais para construção de conceitos e conhecimentos de fatos químicos, leituras de textos que introduzem dados e informações novas ou que problematizam dada situação. São apresentadas, também, sugestões de exploração dessas atividades, solicitando, por exemplo, a elaboração de textos, pesquisas em fontes de informação, exercícios e outros.

Avaliação

Para a avaliação do processo de aprendizagem, foram propostas algumas atividades, tais como resolução de exercícios, elaboração de relatório ou texto, construção de gráficos e sua

interpretação. Por meio das tarefas realizadas, você, professor, pode detectar o nível de desenvolvimento dos conceitos, assim como de competências leitoras e escritoras e as relacionadas à capacidade de argumentação e de proposição de formas de intervenção na sociedade.

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 PROPRIEDADES DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Água e seu consumo pela sociedade

A partir de questões propostas visando identificar conhecimentos que os estudantes já possuem, retoma-se o conceito de substância “pura” ou, mais corretamente, substância, e procura-se estabelecer a diferença entre os conceitos de pureza e potabilidade. Com vistas ao desenvol-

vimento da cidadania, o aluno é convidado a refletir sobre a escassez de água tratada, o mau uso e o desperdício da água, e as possíveis atitudes individuais e/ou coletivas que têm o objetivo de minimizar os problemas detectados. Ao mesmo tempo, propiciam-se informações sobre como as propriedades peculiares da água possibilitam a existência de vida no planeta.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: conceitos de pureza e potabilidade.

Competências e habilidades: fazer uso da linguagem química para expressar conceitos relativos à pureza das soluções e à concentração de solutos em sistemas líquidos; interpretar dados apresentados em tabelas e gráficos concernentes ao critério brasileiro de potabilidade da água e aplicar o conceito de concentração para avaliar a qualidade de diferentes águas; reconhecer como algumas propriedades específicas da água possibilitam a vida no planeta.

Estratégias de ensino: leitura de texto; trabalho em grupo; questões propostas; elaboração de textos; discussão geral; leitura de tabelas; experimentos.

Recursos: material experimental; textos; fontes de pesquisa.

Avaliação: atividades propostas; questões propostas.

O conceito de substância pura, desenvolvido na série anterior, deve ser retomado para que se possa aplicar à atual atividade. Para isso, você pode iniciar a aula lançando as questões que seguem e colocando-as em discussão.

- ▶ De onde vem a água que chega à sua casa? Ela é pura?
- ▶ Como reconhecer se uma substância é pura?
- ▶ A água que você bebe é potável? O que é água potável?

Não se espera que o aluno dê respostas corretas. O que se deseja é levantar ideias e mostrar a ele a necessidade da compreensão dos significados de água pura e de água potável. Você pode ir registrando na lousa as diferenças entre esses tipos de água, apontadas pelos alunos, e perguntar se esses tipos apresentam as mesmas propriedades. É importante lembrar que a densidade, as temperaturas de fusão e de ebulição, assim como a solubilidade, são propriedades que caracterizam uma substância pura. Assim, após a discussão, você pode propor a leitura do texto “Água pura e água potável”, apresentado a seguir.

A leitura de texto é um dos recursos que pode atuar como poderoso auxiliar na construção de significados atribuídos a determinado objeto de ensino. O que se pretende no momento é estabelecer a diferença entre os conceitos de água pura e água potável e utilizá-los como desencadeadores e motivadores para a aprendizagem, prevendo-se, ao mesmo tempo, a atuação autônoma do aluno. Além disso, pretende-se também colocar no contexto das águas naturais o estudo das soluções aquosas. Você pode propor a leitura

do texto como trabalho individual, em duplas ou, ainda, como leitura conjunta com toda a classe participando. Em seguida, pode apresentar um questionário elaborado com questões cujas respostas são encontradas diretamente no texto para, depois, propor sua discussão.

Outra estratégia que tem dado bons resultados é dividir o texto em pequenos trechos, que poderão ser lidos sucessivamente por vários alunos, um de cada vez. Enquanto um deles faz a leitura, outro deverá ir escrevendo na lousa as ideias principais, para serem posteriormente colocadas em discussão, envolvendo toda a classe, sob sua coordenação. Para fins didáticos, inicialmente, o texto tratará da água pura e, depois, da potável. Outra maneira para agilizar a aula, visando economia de tempo para a leitura, é dividir a classe em dois grupos. Cada um deles deverá ler o item que lhe foi destinado e depois apresentar para toda a classe as ideias principais nele contidas. Isso pode ser feito utilizando-se a lousa, transparências, cartazes etc. Essa dinâmica é útil porque desenvolve no aluno a autonomia e a capacidade de comunicação.

Água pura e água potável

I – A água pura

A vida, como a conhecemos, depende da água – a substância mais abundante nos tecidos

animais e vegetais, bem como na maior parte do mundo que nos cerca. Três quartos da superfície terrestre são cobertos de água: 97,2% formam os oceanos e mares; 2,11% as geleiras e calotas polares; 0,6% os lagos, rios e águas subterrâneas.

Esta última é a fração aproveitável pelo homem, que pode utilizá-la para abastecimento doméstico, indústria, agricultura, pecuária, recreação e lazer, transporte, geração de energia e outros.

Para abastecer 19 milhões de habitantes da Grande São Paulo são produzidos 5,8 bilhões de litros de água tratada por dia. Essa água provém dos Sistemas Cantareira, Alto do Tietê e Rio Grande. Embora a ONU recomende o consumo *per capita* de 110 litros de água, a média da capital tem sido de 221 litros por dia por habitante (dados de 2008). Considerando não só o consumo, mas também a perda de água por vazamentos, desperdício e outros, o Instituto Socioambiental (ISA) está promovendo uma campanha para combater o desperdício de água.

Tanto as águas “doces” como as “salgadas” são imensas soluções aquosas, contendo muitos materiais dissolvidos. Assim, a água na natureza não se encontra quimicamente pura. Mesmo

as águas da chuva e a destilada nos laboratórios apresentam gases dissolvidos, como o CO_2 , o O_2 e o N_2 , provenientes de sua interação com a atmosfera. É a presença desses gases e também de sais e outros compostos que torna a água capaz de sustentar a vida aquática – os peixes e outros seres não poderiam viver em água pura: eles necessitam de oxigênio dissolvido na água para sua respiração.

Uma substância pura apresenta um conjunto de propriedades específicas que podem ser usadas para a sua identificação.

Assim, como se estudou na série anterior, para reconhecer se uma substância se encontra pura, do ponto de vista químico, é necessário verificar se ela apresenta um conjunto de propriedades constantes, como a temperatura de ebulição, a temperatura de fusão, a densidade e a solubilidade, além de algumas características químicas específicas, conforme a tabela a seguir.

Tabela1 – Propriedades características de algumas substâncias

Substância	Temperatura de ebulição a 1 atm (°C)	Temperatura de fusão (°C)	Densidade 20 °C (g.cm ⁻³)	Solubilidade em água (g/100 g água)
Água pura	100	0	0,998	–
Etanol	78,5	-117	0,789	∞
Benzeno	80,1	5,5	0,880	0,070
NaCl	1 473	801	2,17	36,0

II – A água potável

A palavra potável vem do latim *potabilis*, que significa “própria para beber”. Para ser ingerida, é essencial que a água não contenha elementos nocivos à saúde. Muitas vezes, as águas superficiais provenientes de rios, lagos ou de afloramentos naturais, destinadas ao consumo humano ou a outros fins, não apresentam a qualidade sanitária exigida. Por essa razão, a água para consumo humano deve passar por tratamento a fim de torná-la potável, isto é, atender a certos requisitos estéticos, tais como ser isenta de cor, sabor, odor ou aparência desagradável, ou seja, ser própria para beber. Também pode ser utilizada no preparo de alimentos ou para lavar louças e roupas. Deve ser também isenta de substâncias minerais ou orgânicas ou organismos patogênicos que possam produzir agravos à saúde. Assim, o critério de potabilidade é diferente do critério de pureza. A potabilidade tem como fim o auxílio da manutenção dos seres vivos, inclusive o ser humano. A pureza indica que a espécie química

água é água somente (H_2O) e tem propriedades específicas que a caracterizam.

Atualmente, grandes problemas estão afetando o suprimento da água, como a poluição dos rios, lagos e lençóis freáticos por resíduos industriais, agrícolas e humanos, além da contaminação por micro-organismos. Muitas vezes essas águas contaminadas, se ingeridas, podem causar sérios danos à saúde.

No entanto, dependendo da finalidade a que se destina, é permitida nas águas a presença de espécies orgânicas e inorgânicas como, por exemplo, o flúor recomendado pelos dentistas. Entretanto, suas quantidades devem ser monitoradas, pois em represas ou outros tipos de reservatórios, pode ocorrer contaminação por micro-organismos patogênicos, por metais como o chumbo, o zinco e outros, ou por compostos orgânicos em concentrações superiores às estabelecidas pela legislação, como mostra a Tabela 2.

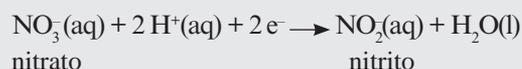
Tabela 2 – Tipos de contaminante da água

Contaminantes da água	Exemplos
Resíduos que consomem O_2 dissolvido	Resíduos de animais e vegetais em decomposição
Agentes patogênicos	Micro-organismos
Nutrientes vegetais	Fosfatos e nitratos
Produtos industriais inorgânicos	Ácidos, bases e íons de metais (Fe^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Pb^{2+})
Produtos industriais orgânicos	Praguicidas, detergentes e petróleo
Material radioativo	Restos de mineração e processamento de materiais radioativos
Material em suspensão	Sedimentos de erosão da Terra

Uma ocorrência no Rio de Janeiro, no ano 2000, que alarmou a população, foi a série de notícias sobre a contaminação da água por chumbo. Esse metal, na forma de Pb^{2+} (cátion chumbo II), havia sido detectado em amostras de água coletadas em residências onde as tubulações ainda eram constituídas de chumbo. Esse metal, no ser humano, se deposita nos ossos, na musculatura, nos nervos e rins, provocando estados de agitação, epilepsia, tremores, perda de capacidade intelectual, anemias e, em casos extremos, uma doença chamada saturnismo. Atualmente, minimizou-se esse mal, pois o uso de tubulações de chumbo foi descartado, tornando-se obrigatória a utilização de tubulações fabricadas com cloreto de polivinila (PVC).

O alumínio é outro contaminante que tem causado temor à população. Alguns pesquisadores acreditam que sua presença na água potável pode ser aumentada caso em seu tratamento seja utilizado o alume. O uso de painéis de alumínio também pode aumentar a quantidade desse contaminante nos alimentos nelas processados. As pesquisas indicam que o consumo de água potável com mais de 100 ppb (0,1mg/L)* de alumínio pode causar danos neurológicos, como perda de memória, e contribuir para agravar a incidência do mal de Alzheimer. Além desses contaminantes, deve-se considerar

que bebemos pode causar, tanto em bebês recém-nascidos quanto em adultos com certa deficiência enzimática, a doença conhecida como “metemoglobinemia” ou “síndrome do bebê azul”. Bactérias presentes no estômago do bebê ou em mamadeiras mal lavadas e mal esterilizadas podem reduzir o nitrato a nitrito, como mostra a equação:



Interagindo com a hemoglobina, o nitrito a oxida impedindo, dessa forma, a absorção e o transporte adequados de oxigênio às células do organismo. Devido à falta de hemoglobina, na sua forma reduzida e que dá a cor vermelha ao sangue, o bebê é acometido de insuficiência respiratória, perdendo a sua cor rosada natural para uma cor azul arroxeado. Nos adultos, essa doença pode ser controlada, pois a hemoglobina oxidada pode retornar com facilidade à sua forma reduzida, transportadora de oxigênio, e o nitrito se oxidar novamente a nitrato.

A Portaria GM/MS Nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Alguns desses dados são mostrados nas tabelas a seguir.

Alguns componentes que afetam a qualidade organoléptica da água

Componentes que afetam a qualidade organoléptica	Concentração máxima permitida (miligrama por litro de água)
Alumínio (Al^{3+})	0,2
Cloretos (Cl^-)	250,0
Cobre (Cu^{2+})	1,0
Zinco (Zn^{2+})	5,0
Ferro total (Fe^{2+} e Fe^{3+})	0,3
Manganês (Mn^{2+})	0,1

* 1 ppb = 0,01 ppm
100 ppb = 0,1 ppm = 0,1 mg/L

Tabela 4 – Valores de concentração máxima permitida de alguns elementos na água potável e seus efeitos sobre a saúde

Espécies químicas que afetam a saúde	Fontes principais	Concentração máxima permitida (mg.L ⁻¹)	Efeitos sobre os seres humanos
Arsênio	Despejos industriais, efluentes de minerações, inseticidas, herbicidas	0,01	Distúrbios gastrintestinais, cancerígeno e teratogênico
Bário		0,7	Paralisia muscular
Chumbo	Aditivos de gasolina, tintas	0,01	Náuseas, irritabilidade, danos no cérebro
Crômio	Indústrias galvânicas	0,05	Cancerígeno e mutagênico
Mercúrio	Indústria eletroquímica	0,001	Neurotóxico e mutagênico
Cianetos		0,07	
Nitratos		10	Metemoglobinemia
Cádmio	Despejos de processos industriais		
Alumínio	Águas potáveis purificadas com alume	0,2	Perda de memória, mal de Alzheimer

De acordo com a legislação, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

Parâmetro	Valor máximo permitido
Água para consumo humano	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e redes)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL

As instituições responsáveis pelo controle da qualidade da água em termos de potabilidade realizam periodicamente análises bacteriológicas para verificar a existência e a quantidade de micro-

organismos, identificando-os como prejudiciais – ou não – à saúde, bem como análises físico-químicas para determinar a existência e a quantidade das espécies químicas dissolvidas em água.

Lembrando o que ocorreu em Caruaru, no Estado de Pernambuco, em 1996, quando muitas mortes foram causadas devido ao tratamento inadequado da água usada em hemodiálises, é, por-

tanto, dever do cidadão estar atento à qualidade da água que usa e exigir monitoramento contínuo de espécies que possam afetar a saúde humana e a sobrevivência de outras espécies animais e vegetais.

Após a leitura dos textos, você pode discutir com a classe pormenores importantes deles. Em seguida, pode dialogar com os alunos sobre o que sabiam a respeito desse assunto antes da leitura e o que sabem no momento, após os lerem, fazendo na lousa uma síntese dos novos conhecimentos.

nos à saúde causados por micro-organismos, mas também outros aspectos do problema, relacionados às diferentes áreas de estudo.

Além disso, uma estratégia que motiva muito os alunos é um trabalho interdisciplinar envolvendo professores de outras áreas, no qual propõe-se pesquisar não somente os transtor-

A seguir, propomos um exercício para analisar quatro amostras de água, contemplando o que está sendo estudado. Proponha aos alunos que, reunidos em grupos de, no máximo, três componentes, discutam essa atividade. Como são quatro amostras, a cada grupo poderá ser atribuída uma delas.

Roteiro do exercício

A tabela a seguir contém resultados de análises de algumas amostras de água, distribuídos

de acordo com os elementos químicos presentes (arsênio, bário, chumbo, mercúrio, alumínio, cobre e manganês).

Análises químicas de quatro amostras de água				
Espécie química	Amostra A (mg/L)	Amostra B (mg/L)	Amostra C (mg/L)	Amostra D (mg/L)
As		0,050	1	0,001
Ba	0,8	0,50	0,001	1000
Pb	–	0,015	0,05	0,01
Hg	–	0,00010	–	10
Al	0,1	0,18	0,20	10
Cu	1,09	0,89	–	0,90
Mn	0,01	0,10	1,00	0,98

Usando as informações das Tabelas 3 e 4, peça aos alunos que avaliem a potabilidade dessas águas. Eles devem escrever as conclusões,

fundamentando-as, e apontar os possíveis efeitos causados no caso de essas amostras serem ingeridas.

Embora não se tenha abordado ainda o tópico “concentração de soluções”, você poderá explicar o significado da representação mg/L. Por exemplo, para a espécie química Ba, 0,8 mg/L significa que em 1 litro da água analisada estão contidos 0,8 mg de Ba. Assim, o aluno fica sabendo que em cada 1 litro da água analisada está contida a massa indicada nessa tabela, correspondente à espécie química considerada.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 1

Para a realização desta Situação de Aprendizagem, espera-se que o aluno já tenha, em

etapa anterior, construído em sua estrutura cognitiva o conceito de substância pura, que deve ser retomado por meio de uma discussão geral. São explorados os conceitos de água potável e o padrão de potabilidade. No exercício relativo às análises de amostras de água, o aluno deve fazer a leitura de tabelas, comparar dados e avaliar a potabilidade, apresentando argumentos que justifiquem suas decisões. Os alunos podem perceber que nenhuma das amostras satisfaz os padrões de potabilidade, recorrendo aos dados fornecidos nas Tabelas 3 e 4.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 DISSOLUÇÃO DE MATERIAIS EM ÁGUA E MUDANÇA DE SUAS PROPRIEDADES

Propriedades da água para consumo humano

Uma propriedade importante da água é sua ação solvente. Ela interage com muitos sólidos, líquidos e gases, dissolvendo-os. Alguns se dissolvem em quantidades apreciáveis, como o cloreto de sódio. Outros, em quanti-

dades tão diminutas que são considerados “insolúveis”, como, por exemplo, o carbonato de cálcio. Descrevem-se ainda algumas das propriedades da água, como o calor específico, a densidade, a condutibilidade elétrica, a acidez e a alcalinidade (pH) e, também, as mudanças causadas nessas propriedades pela presença de solutos.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo e temas: calor específico; densidade; temperatura de ebulição da água com a presença de solutos; solubilidade; outras propriedades.

Competências e habilidades: reconstruir o conceito de solubilidade em um nível mais amplo, como “extensão da dissolução”; compreender como as propriedades peculiares da água possibilitam a existência de vida no planeta; a partir da análise de dados experimentais, concluir como a presença de solutos afeta

as propriedades características da água; aplicar esses conhecimentos na resolução de problemas ambientais, industriais e relacionados com a saúde.

Estratégias de ensino: leitura e análise de tabelas; interpretação de gráficos; demonstrações experimentais.

Recursos: materiais para a realização de experimentos (tubos de ensaio ou copos transparentes, balança, proveta ou outro material para medir volume e sulfato de cobre); descrição de experimentos; questões.

Avaliação: trabalhos executados no decorrer das atividades; trabalho individual.

Atividade 1 – Até quanto um sólido é solúvel em água?

Demonstração experimental ou descrição de um experimento

Nesta atividade, reconstrói-se o conceito de solubilidade, considerando-o em um nível mais amplo, como “extensão da dissolução”.

Para iniciar a atividade, procure conhecer o que os alunos já sabem sobre o assunto utilizando questões como:

- ▶ Quais materiais vocês conhecem que se dissolvem em água?

- ▶ Há materiais que não se dissolvem em água?

- ▶ Que quantidade de um material conseguimos dissolver em certo volume de água?

Dialogando com os alunos sobre as questões levantadas, procure chamar a atenção deles para a demonstração que será realizada. Esta técnica mostra-se útil porque muitos detalhes experimentais que comumente passam despercebidos pelos alunos são destacados pelo professor no momento da apresentação. Assim, eles ficam mais atentos e podem compreender melhor o que se deseja que aprendam.

Roteiro de demonstração de experimento

Materiais e reagentes

- ▶ 5 tubos de ensaio de mesmas dimensões (altura e diâmetro);
- ▶ estante para tubos de ensaio;
- ▶ 5 rolhas para vedação;
- ▶ 1 bastão de vidro;

- ▶ 1 proveta de 50 mL;
- ▶ massas conhecidas de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 1,5 g; 2,5 g; 4,2 g; 5,0 g; 6,0 g;
- ▶ água destilada.

A substância a ser usada é o sulfato de cobre pentaidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Sendo um sólido azul, pela intensidade de cor da solução resultante, pode-se estimar a massa de sulfato de cobre dissolvida em

dados volume de água à temperatura ambiente (considerando tubos de ensaio de iguais dimensões).

Preparação prévia

O professor precisa preparar com antecedência os cinco tubos de ensaio contendo 20 mL de

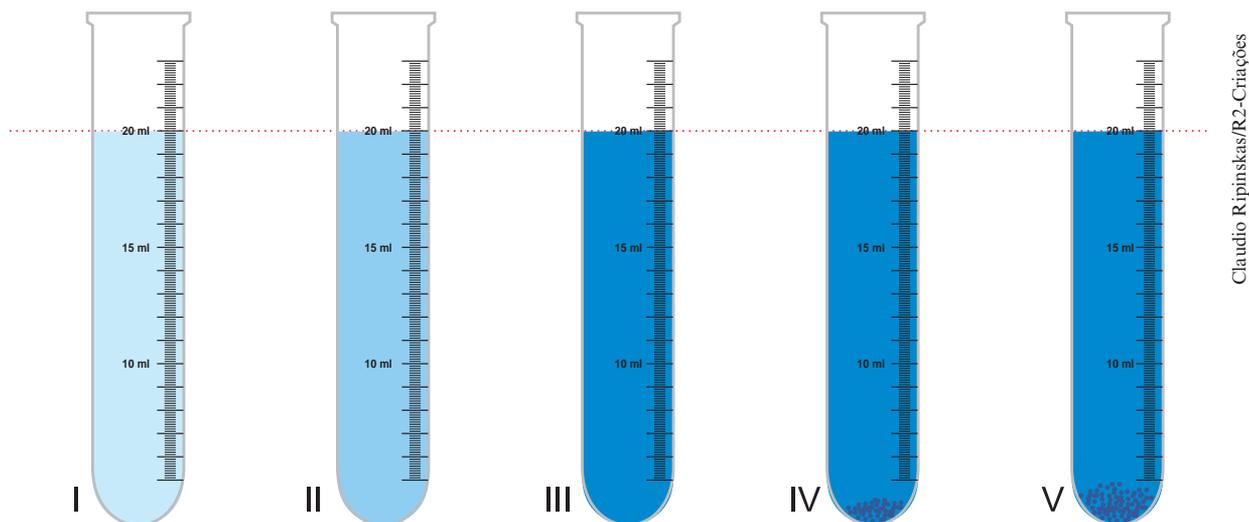
água cada um e adicionando, respectivamente, as massas de 1,5 g; 2,5 g; 4,2 g; 5,0 g e 6,0 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ à temperatura ambiente. As misturas são agitadas com o bastão até que não ocorra mais dissolução do sólido e dispostas na estante de tubos de ensaio para serem apresentadas aos alunos.

Caso você tenha optado pela demonstração, os alunos devem fazer observações sobre o aspecto, a intensidade da cor azul e a presença ou não de sólido depositado e anotá-las em tabela adequada, cujo modelo está inserido no Caderno do Aluno. O material preparado para esta demonstração poderá ser guardado para ser utilizado com outras classes da mesma série.

Quando a escola não dispõe do material necessário para a realização da atividade ou quando não existe tempo para sua execução, um recurso que dá bons resultados é traba-

lhar com a descrição do experimento e com os dados experimentais obtidos por outros pesquisadores. Seria importante dirigir a atenção dos alunos para o controle de variáveis. No caso, para estudar quanto de sulfato de cobre pentaidratado se dissolve em 20 mL de água à temperatura ambiente, as variáveis consideradas foram a massa dissolvida e o volume de água utilizado. Assim, fixou-se o volume de água em 20 mL e variou-se a massa de sulfato de cobre pentaidratado colocada para dissolver. As observações realizadas ao longo do experimento para as cinco diferentes massas estão registradas na seguinte tabela.

Observações					
Tubo	Massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (g)	Volume de água (mL)	Aspecto	Comparação de cor	Presença de sólido
I	1,5	20	Homogêneo	Azul	-----
II	2,5	20	Homogêneo	Azul mais intenso que I	-----
III	4,2	20	Homogêneo	Azul mais intenso que II	-----
IV	5,0	20	Heterogêneo Corpo de fundo	Azul de intensidade igual ao tubo III	Sim
V	6,0	20	Heterogêneo Corpo de fundo	Azul de intensidade igual ao tubo III	Sim



Claudio Rjpinkas/R2-Criações

Em discussão com a classe, você poderá ir lançando as questões que seguem, procurando respondê-las em conjunto com os alunos, considerando as ideias deles, sem refutá-las, pois tal atitude os desestimula para a aprendizagem. O que se pretende é a construção do conceito de “extensão da dissolução”, o qual, por sua vez, será também ampliado no estudo do equilíbrio químico.

- ▶ Como explicar o depósito de sólido (corpo de fundo) nos tubos IV e V?
- ▶ Pode-se relacionar a constância da cor com a quantidade dissolvida?
- ▶ O que poderia ocorrer se fosse adicionado mais 1,0 g de sólido ao tubo II? E ao tubo IV? O que essas observações podem significar? Justifique.
- ▶ Pode-se estimar a quantidade máxima de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ capaz de se dissolver em 20 mL de água?

- ▶ E em 100 mL de água? (Enfatize a proporcionalidade entre a massa dissolvida e o volume de água.)

Após a discussão dessas questões, pode-se apresentar esta outra tabela para também ser analisada e discutida com toda a classe.

Solubilidade de alguns solutos da água do mar (25 °C e 1 atm)		
Soluto	Fórmula	Solubilidade (g/100 g de água) 25 °C e 1 atm
Cloreto de magnésio	MgCl_2	54,1
Sulfato de cálcio	CaSO_4	$6,8 \cdot 10^{-3}$
Carbonato de cálcio	CaCO_3	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Cloreto de sódio	NaCl	36,0
Brometo de sódio	NaBr	$1,2 \cdot 10^2$
Sulfato de magnésio	MgSO_4	36,0

Pode-se trabalhar esses dados chamando a atenção para o fato de as solubilidades serem variadas: alguns sais são muito solúveis e outros muito pouco solúveis. Algumas questões podem animar uma discussão geral entre os alunos e podem ser dadas como tarefa com vistas à avaliação:

1. Por que é possível comparar as solubilidades?
2. Qual dos solutos é o mais solúvel? Qual o menos solúvel?
3. 20,0 g de NaCl foram colocados para dissolução em 50,0 g de água. A mistura resultou homogênea?
4. Uma solução aquosa contém cloreto de sódio e cloreto de magnésio em iguais quantidades. Submetendo-a à evaporação, qual sólido se deposita primeiro, separando-se da solução?
5. Em exames radiológicos gastrintestinais, utiliza-se para contraste solução saturada de BaSO_4 . No entanto, para um indivíduo de 60 kg de massa corpórea, o limite de tolerância da espécie química íon bário (Ba^{2+}) no organismo humano é de 0,7 g. Levando-se em conta que a solubilidade do BaSO_4 em água é de $2,3 \cdot 10^{-3}$ g para 1 litro de água, explique por que a ingestão de um copo (200 mL) de solução saturada desse sal não é letal para esse indivíduo.

Grade de avaliação da Atividade 1

Nesta atividade, o conceito de solubilidade é reconstruído com a realização ou a descrição do experimento.

A discussão deve ser conduzida de tal modo que os alunos possam concluir que o depósito de sólido nos tubos IV e V deve-se ao fato de ter sido ultrapassada, nesses tubos, a quantidade de sulfato de cobre pentaidratado, que pode ser dissolvida em 20 mL de água àquela temperatura. A constância da cor nos tubos III, IV e V é uma evidência de que a quantidade de sulfato de cobre dissolvida representa “quanto” desse soluto é possível dissolver em 20 mL de água à temperatura em que se realizou a experiência, ou seja, a “extensão” em que ocorre a solubilização do sulfato de cobre no volume de água considerado. A adição de mais 1 g de soluto ao tubo II poderá intensificar a cor da solução, pois há a possibilidade de dissolução de mais soluto, desde que nesse tubo ainda não tenha sido atingida a quantidade-limite que pode ser solubilizada. Ao contrário, no tubo IV, a tonalidade da solução não se modificará, pois a quantidade-limite foi ultrapassada – o sólido adicionado permanecerá como corpo de fundo. Quanto às últimas questões, os alunos podem fazer uma estimativa percebendo que a quantidade que pode ser dissolvida está entre 4,2 mg e 5,0 mg em 20 mL. Como a cor da solução do tubo IV é a mesma que a do tubo III, os alunos podem inferir que esse valor deve ser próximo a 4,2 g. É importante que os alunos percebam também que existe uma proporcionalidade na dissolução: quando se considera 100 mL de água, será possível dissolver 5 vezes mais, ou seja, em torno de 21 g de soluto.

Já as questões propostas para análise da tabela de solubilidade de alguns solutos têm a finalidade de mostrar que as solubilidades são

variadas, dependendo da natureza do soluto, do solvente, da temperatura e da pressão. Foi possível comparar as solubilidades (Questão 1) porque expressam as massas que podem ser dissolvidas na mesma massa de água (100 g). A Questão 2 direciona o aluno à comparação dos valores de solubilidade para concluir que o NaBr é o mais solúvel e o CaCO_3 , o menos solúvel. A Questão 3 visa verificar se foi construído o conceito de solubilidade. Consultando a tabela de solubilidade, verifica-se que a solubilidade do NaCl é de 36,0 g para 100 g de água e, portanto, 18,0 g em 50 g de água. Como foram colocados 20 g em 50 g de água, a mistura resultará heterogênea, pois há excesso de 2,0 g de NaCl, que formará o corpo de fundo. A Questão 4 leva o aluno a concluir que o primeiro a se depositar é o menos solúvel, no caso, o NaCl. Finalmente, a Questão 5, que envolve o uso do BaSO_4 em exames radiológicos, relaciona o conhecimento químico com a saúde e exige os seguintes cálculos:

$$\frac{2,3 \times 10^{-3} \text{ g de BaSO}_4}{1000 \text{ mL de água}} \quad \text{ou} \quad \frac{4,6 \times 10^{-4} \text{ g}}{200 \text{ mL}}$$

$$\frac{233 \text{ g BaSO}_4}{137 \text{ g Ba}} = \frac{4,6 \times 10^{-4} \text{ g}}{x}$$

ou 0,00027 g de Ba ou $2,7 \times 10^{-4}$ g de Ba^{2+} em 200 mL.

Então, temos que $0,00027 < 0,7$ g; portanto, só há 0,00027 g de íon Ba^{2+} em 200 mL da solução, não atingindo a quantidade letal, que é de 0,7 g.

Deve ficar claro para o aluno o significado de “extensão da dissolução”, ou seja, que existe para dado material uma quantidade-limite que pode ser

dissolver em certa quantidade de solvente, numa temperatura determinada. Essas ideias servirão para o estudo posterior de equilíbrio químico. Com a realização desta atividade, o estudante deve ser capaz de fazer a leitura compreensiva de tabelas e gráficos, analisar dados, estabelecer relações, elaborar conclusões e, ao mesmo tempo, compreender que as diferentes solubilidades só podem ser comparadas quando as quantidades dissolvidas se referem a uma mesma quantidade de solvente e à mesma temperatura.

Atividade 2 – A vida depende da água: outras propriedades do solvente água

Nesta segunda atividade, vão ser abordadas outras propriedades importantes da água: calor específico, densidade e condutibilidade elétrica. O conceito de densidade já foi introduzido anteriormente (1ª série) e pode ser retomado. Não se trata de aprofundar esses conceitos nem de explorá-los em nível de modelos explicativos, mas de mostrar a importância deles nas características que a água apresenta.

Caso tenha condições, você pode antecipadamente apresentar aos alunos, como trabalho a ser realizado em grupos, as três situações descritas a seguir, cujas respostas devem ser pesquisadas e elaboradas em forma de texto para serem discutidas e avaliadas. Você também pode trabalhar em sala de aula, dividindo a classe em grupos e atribuindo uma das situações a cada grupo. Pode-se até preparar folhas de trabalho contendo uma situação de cada uma das consideradas.

Situação I – Calor específico

A espécie química água apresenta propriedades muito peculiares e diferentes da maioria dos outros líquidos. São essas propriedades que a tornam responsável por várias das interações e transformações que ocorrem no planeta.

Uma das características mais importantes é o seu **calor específico** – capacidade de absorver ou perder calor.

Calor específico de alguns líquidos a 1 atm e a 25 °C	
Líquido	Calor específico (J.g ⁻¹ .°C ⁻¹)
Água	4,18
Etanol	2,44
Acetona	2,17
Benzeno	2,37
Glicerina	2,37

A água é um dos líquidos de maior calor específico que se conhece, cujo valor é 4,18 J.g⁻¹.°C⁻¹. Comparando-a com o etanol (álcool comum), vemos que enquanto o calor específico da água é 4,18 J.g⁻¹.°C⁻¹, o do álcool é 2,44 J.g⁻¹.°C⁻¹. Isso significa que para elevar em 1 °C a temperatura de 1 g de água são necessários 4,18 J e para elevar em 1 °C a temperatura de 1 g de etanol são necessários 2,44 J.

Questões

1. Considere a seguinte situação: dois frascos fechados contendo respectivamente 1 kg de água e 1 kg de etanol ficaram expostos ao

sol durante certo tempo. Qual deles estará mais quente após esse tempo de exposição? Qual deles levará mais tempo para se resfriar? Justifique.

2. Como essa característica peculiar da água mantém praticamente sem grandes variações tanto a temperatura do ambiente aquático como do clima terrestre?

Situação II – Densidade

Uma outra propriedade importante da água é a **densidade**.

Densidade da água líquida a várias temperaturas	
Temperatura (°C e 1 atm)	Densidade (g.cm ⁻³)
0	0,99984
2	0,99997
4	1,0000
6	0,99997
8	0,99988
10	0,99970
16	0,99910
20	0,99821
25	0,99707
30	0,99565

Normalmente, para os líquidos comuns, a densidade decresce com a elevação da temperatura. No caso da água, porém, os dados acima mostram que a densidade aumenta de 0 a 4 °C, onde ela é máxima, e depois decresce. Como

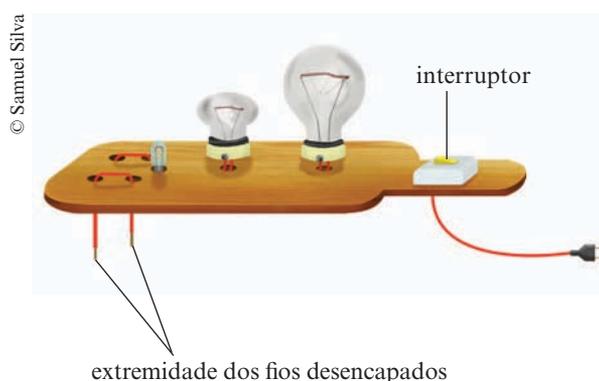
densidade é a relação massa/volume, isso significa que, quando a temperatura aumenta de 0 a 4 °C, a água se contrai, diminuindo o volume e, conseqüentemente, aumentando a densidade, uma vez que a massa não se altera com a temperatura. Acima de 4 °C, como o volume aumenta, a densidade decresce.

Questões

- Com base nessas informações e sabendo que a densidade do gelo é 0,92 g/cm³, o gelo flutuaria na água a 0 °C? E a 25 °C?
- O que poderia ocorrer com a água de um rio num local onde a temperatura ambiente fosse igual ou inferior a 0 °C?

Situação III – Condutibilidade elétrica da água

Para observar a manifestação da **condução de energia elétrica** associada a materiais, pode-se usar um dispositivo semelhante ao mostrado na figura a seguir, onde o circuito foi montado em paralelo.



Quando as extremidades do fio são introduzidas no material, uma ou mais lâmpadas poderão acender, dependendo da capacidade que o material tem de conduzir corrente. Na água destilada, por exemplo, quando os dois fios são introduzidos, nota-se que somente a lâmpada de neônio (a menor) se acende. Como corrente elétrica pressupõe movimento de cargas elétricas, então, o fato observado leva a supor que na água estão presentes partículas portadoras de cargas elétricas livres (chamadas de íons), capazes de se movimentar, transportando energia elétrica. Contudo, ao se colocar o dispositivo de medir condutibilidade elétrica na água de torneira, percebe-se um brilho mais intenso do que o observado anteriormente. E se, ainda, for colocado em água do mar, as três lâmpadas se acenderão. Pode-se, assim, afirmar que a água do mar apresenta um grau de condutibilidade elétrica maior do que a água potável que, por sua vez, possui maior condutibilidade do que a água destilada (água pura).

Questões

- Considerando essas informações, é possível relacionar o fato de certas espécies químicas estarem dissolvidas na água potável com o fato de seu grau de condutibilidade elétrica ser maior do que o da água pura? Proponha argumentos que justifiquem sua resposta.
- Esses argumentos poderiam ser utilizados para explicar a condutibilidade elétrica observada na água do mar?

7. Ao se adicionar sal de cozinha em água destilada e medir a condutibilidade elétrica com o dispositivo, o que você esperaria observar?

Os grupos podem apresentar para a classe um resumo da situação pesquisada, destacando a propriedade que estudou, qual a importância para a vida etc.

Grade de avaliação da Atividade 2

Nesta atividade, situações foram propostas para que os alunos utilizassem as propriedades da água e percebessem sua importância no sistema natural. Com relação ao calor específico, o frasco que contém o álcool apresentará temperatura mais elevada e resfriará em menor tempo (menor calor específico do álcool, menor quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura de certa quantidade). Isso porque, para elevar em $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a temperatura de 1 kg de água, são necessários $4,18\text{ kJ}$. Para elevar em $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a temperatura de 1 kg de etanol, são necessários $2,44\text{ kJ}$. Então, uma massa m de etanol eleva sua temperatura em $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ num tempo muito menor do que a mesma massa m de água. E também esta leva mais tempo para se resfriar. Assim, a água demora mais para esquentar e também para esfriar, o que responde à Questão 1. Pode-se enfatizar o controle de variáveis (massas iguais) para responder à questão.

Quanto à densidade, é importante a leitura da tabela anterior para que o aluno conclua que o gelo vai flutuar e também para perceber que, se a água de um rio congelar ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou abaixo), o

gelo se formará na superfície e não afundará.

Sobre a condutibilidade elétrica, são dadas informações para que o aluno possa relacionar a solubilidade de certas espécies em água à presença de partículas carregadas, explicando a alta condutibilidade elétrica da água do mar (o aumento da condutibilidade pode ser devido à dissolução de materiais que fornecem partículas carregadas – íons – à água). Quanto à adição de sal de cozinha em água destilada, espera-se aumento do grau de condutibilidade devido ao aumento da quantidade de cargas elétricas livres na solução, provenientes da dissolução do sal.

Atividade 3 – Como a presença de solutos afeta as propriedades do solvente?

A Atividade 3 enfocará, em outro contexto, os conceitos já estudados de solubilidade e densidade.

Demonstração experimental

Coloque água em um copo grande até $\frac{3}{4}$ de sua altura. Com cuidado, introduza um ovo nessa água. Como era de esperar, ele afunda, porque é mais denso do que a água. Adicione sal à água e observe. Continue adicionando sal até o momento em que o ovo passa a flutuar.

- ▶ Você pode lançar a questão: sabendo que a densidade do ovo não mudou com a adição de sal, como vocês explicam a flutuação do ovo?

Os seguintes dados podem ser apresentados:

Soluções de NaCl (% massa)	Densidade a 25 °C (g.cm ³)
0,53	1,000
3,0	1,010
5,4	1,035
14,3	1,101

Os alunos podem analisar os dados da tabela, observando o que ocorre com a densidade da solução salina à medida que aumenta a quantidade de cloreto de sódio na solução. Depois, podem apresentar conclusão a respeito do fenômeno em estudo.

Dando continuidade à aula, você pode ainda lançar a pergunta:

- Será que a presença de sal também altera a temperatura de ebulição da água pura?

Para responder a essa pergunta, os alunos podem analisar os dados da tabela que segue. Deve-se também enfatizar que a temperatura de ebulição é a da mistura água e sal, e não da água pura.

Temperaturas de ebulição de diferentes soluções aquosas de NaCl	
Solução de NaCl (g/L)	Temperatura de ebulição (°C) à pressão de 1 atm
30	100,5
58	101,1
115	102,3
170	103,3

Peça aos alunos que analisem a tabela e apresentem, por escrito, a resposta à questão formulada, baseada nessa análise.

São apresentadas a seguir mais algumas questões para que os alunos ampliem e apliquem os conhecimentos construídos que possam auxiliá-lo na avaliação da aprendizagem. Eles podem elaborar respostas escritas, que poderão ser discutidas em classe.

Para ampliar a discussão

A água do Mar Morto é a mais salgada do mundo. O Mar Morto é um lago situado na foz do Rio Jordão, na fronteira entre Israel e Jordânia, na região ocidental da Ásia (300 m abaixo do nível do mar). Nesse lago, a concentração de sais dissolvidos é nove vezes maior do que a das águas dos oceanos. Um litro de água do Mar Morto pesa 1 170 g. Um litro de água de rios pesa 990 g.

Questões

1. Por que as pessoas boiam mais facilmente no Mar Morto?
2. Se você determinasse a temperatura de ebulição de uma amostra da água do Mar Morto, esta seria maior, menor ou igual à de uma amostra de água do mar do litoral do Estado de São Paulo? Explique.
3. Por que a alta salinidade do Mar Morto impede que nele existam peixes e vida vegetal? (Sugestão de leitura: GEPEQ – *Livro de laboratório.*)

Grade de avaliação da Atividade 3

O objetivo da atividade é mostrar, de modo qualitativo, como a presença de solutos modifica as propriedades da água. Assim, a adição de sal à água aumentou sua densidade – devido a isso, o ovo flutua – e também aumentou a temperatura de ebulição da mistura. O

experimento permitiu compreender por que as pessoas boiam facilmente no Mar Morto. Suas águas são muito mais densas e salgadas (27% de sal) e sua temperatura de ebulição seria maior se comparada à da água do litoral do Estado de São Paulo. Um litro de água do Mar Morto contém 1 170 g de sal; um litro de água doce contém 990 g.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES – DILUIÇÃO

Propriedades da água para consumo humano

A importância de conhecer a concentração de uma solução pode ser evidenciada por meio de alguns dos parâmetros que determinam a qualidade da água para consumo humano. Assim, entender o significado de concentração, bem como reconhecer as diferentes maneiras que a sociedade tem usado para expressá-la, passa a ser um conteúdo relevante no Ensino Médio. Até o momento,

foram utilizados diferentes modos de expressar as quantidades de solutos dissolvidos em certo volume de água, ou seja, de expressar a concentração de solução, como % massa – g.L^{-1} . Nesta Situação de Aprendizagem, essas representações serão retomadas, colocando-as no contexto das soluções aquosas, com o intuito de compreendê-las e saber como e quando utilizá-las. Também será estudado como preparar tecnicamente uma solução e como preparar uma solução diluída a partir de uma concentrada.

Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdo e temas: soluções – unidades de concentração: % massa; g.L^{-1} ; ppm.

Competências e habilidades: compreender o conceito de concentração; compreender as unidades que expressam a composição das soluções e utilizá-las adequadamente; realizar cálculos envolvendo as diferentes unidades de concentração e aplicá-los no reconhecimento de problemas relacionados à qualidade da água para consumo.

Estratégias de ensino: análise de dados e informações; demonstração experimental; exercícios utilizando as diversas unidades de concentração; discussão geral.

Recursos: materiais não convencionais para a realização de experimentos; descrição de experimentos; fontes de pesquisa; folhas de trabalho.

Avaliação: trabalhos executados no decorrer das Situações de Aprendizagens; trabalho individual.

Para problematizar a questão da concentração, retome os dados apresentados sobre as concentrações máximas permitidas de certos elementos químicos na água potável, como os expostos a seguir, mostrando, também, por exemplo, qual seria a quantidade

máxima presente em 2 L e pedindo para que o aluno estime essa mesma quantidade em 4 L (ou outro volume). Pode-se perguntar se a quantidade por litro de água é a mesma em todos os casos (razão massa/volume constante).

Elementos que afetam a saúde	Concentração máxima permitida (mg.L ⁻¹)	Quantidade máxima contida em 1 L (em mg)	Quantidade máxima contida em 2 L (em mg)	Quantidade máxima contida em 4 L (em mg)
Arsênio	0,01	0,01	0,02	
Bário	0,7	0,7	1,4	
Chumbo	0,01	0,01	0,02	
Mercúrio	0,001	0,001	0,002	

Assim, pode-se introduzir o conceito de concentração, apresentando os significados de soluto, solvente e solução.

Nesse momento, você pode mostrar aos alunos como se prepara tecnicamente uma

solução. Enquanto eles a preparam, informe-os de que dois aspectos precisam ser considerados: a **concentração** (quantidades relativas de seus componentes) e a **quantidade de solução** desejada (quanto de solução deve ser preparada).

Esquema do preparo de 100 mL de uma solução

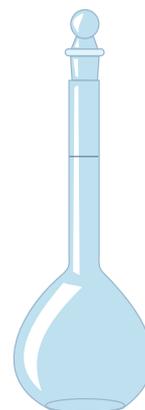
Atenção: este esquema não se aplica ao preparo de soluções de ácidos a partir da solução concentrada. Nesses casos, adiciona-se lentamente o ácido à água.

Pesar, em um béquer, a quantidade do material que se quer dissolver.

Acrescentar ao béquer pequena quantidade de água e agitar cuidadosamente.

Observar se todo o sólido foi dissolvido; caso contrário, adicionar mais um pouco de água.

Transferir a solução obtida para um balão volumétrico de 100 mL e completar o volume com água até a marca dos 100 mL.



balão volumétrico de 100 mL

Claudio Ripinskas/R2 Criações

Há balões volumétricos com outras capacidades, permitindo preparar quantidades maiores e menores do que 100 mL. Podem ser dados alguns exemplos:

Quantidade pesada e dissolvida em 100 mL	Quantidade para um litro	Concentração Tem-se: 100 mL de uma solução de concentração igual a 20 g/L
2,0 g	20 g	

Para oferecer mais subsídios à construção do conceito, você pode trabalhar com rótulos de água mineral. Solicite que os alunos providenciem rótulos ou use os dados fornecidos a seguir, se assim o preferir.

Informações contidas em um rótulo de água mineral

FONTE SÃO SEBASTIÃO – COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL (mg/L)

Sulfato de estrôncio: 2,25. Sulfato de cálcio: 15,84. Bicarbonato de cálcio: 102,72. Bicarbonato de magnésio: 36,52. Bicarbonato de potássio: 6,40. Bicarbonato de sódio: 37,40. Cloreto de sódio: 11,62. Fluoreto de sódio: 0,52. Fluoreto de lítio: 0,08. Óxido de zinco: 0,01.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

pH a 25 °C: 7,2 – Temperatura da água na fonte: 23 °C – Condutividade elétrica a 25 °C em mhos/cm: $2,5 \times 10^{-4}$ – Resíduo de evaporação a 180 °C: 171,82 mg/L.

REGISTRO N.º M. S. PROT. N.º 00000/000/00 – CNPJ 000000000/0000-00

INDÚSTRIA BRASILEIRA

Esse rótulo fornece informações sobre a composição e as características de uma água mineral. Assim como as águas naturais, ela contém muitos solutos dissolvidos e também é uma solução aquosa. Se julgar conveniente, peça aos alunos que sistematizem os dados em uma tabela; veja exemplo a seguir.

Soluto	mg/L	Soluto	mg/L
Sulfato de estrôncio	2,25	Bicarbonato de potássio	6,40
Sulfato de cálcio	15,84	Bicarbonato de sódio	37,40
Bicarbonato de cálcio	102,72	Cloreto de sódio	11,62
Bicarbonato de magnésio	36,52	Fluoreto de sódio	0,52
Óxido de zinco	0,01	Fluoreto de lítio	0,08

Solicite que os alunos interpretem essas informações, deixando que percebam que a composição da água mineral é expressa pela relação entre a massa de cada um dos componentes e o volume da solução aquosa (água mineral), especificamente a massa em miligramas do componente, presente no volume de 1 L de água mineral.

Concentração em g/L

Pode ser enfatizado que a relação quantidade de soluto/quantidade de solução é chamada de concentração da solução.

Você pode se reportar à composição da água mineral e lançar a pergunta: “Qual é a concentração do bicarbonato de sódio nessa água? Como expressar essa informação em g/L?”.

Sugere-se o seguinte encaminhamento:

- ▶ Interpretar a informação 37,40 mg/L, dizendo que em 1 L da água mineral estão contidos 37,40 mg de bicarbonato.
- ▶ Lembrar que 1 g = 1 000 mg.
- ▶ Se 1 g ——— 1 000 mg
? ——— 37,40 mg
- ▶ Concluir que em 1 L de água mineral estão presentes 0,03740 g de bicarbonato de sódio (representação II).

E, então, representar assim:

Bicarbonato de sódio 37,40 mg/L	Bicarbonato de sódio 0,03740 g/L
I	II

- ▶ Qual a forma mais conveniente de expressar a concentração desse componente? Em g/L ou em mg/L? Justifique.

Algumas outras questões podem ajudar os alunos na construção dos conceitos. Por exemplo:

- ▶ Se forem colocados 100 mL dessa água em um copo e 200 mL em outro, qual será a concentração de bicarbonato em cada um dos copos?

Alguns alunos responderão que será a mesma; outros podem achar que um copo contém 100 mL e o outro 200 mL, e então as concen-

trações são diferentes. Um possível encaminhamento para esclarecer as dúvidas seria:

- ▶ Qual é a massa de bicarbonato em 100 mL da água mineral? Qual será a massa de bicarbonato em 200 mL dessa água?

Pode-se ajudar os alunos considerando:

- ▶ Se em 1 000 mL (ou 1 L) da água mineral São Sebastião estão contidos 37,40 mg de bicarbonato de sódio, em 100 mL quanto deverá haver?

Possivelmente, os alunos deverão responder: dez vezes menos, ou seja, $37,40 / 10 = 3,740$ mg, pois 100 mL é dez vezes menor do que 1 000 mL.

Continuando, você pode perguntar: “Qual a massa de bicarbonato em 200 mL dessa água?”.

Espera-se que eles respondam: em 200 mL haverá cinco vezes menos, ou seja,

$37,40 / 5 = 7,480$ mg, pois 200 mL é cinco vezes menor do que 1 000 mL, ou 1/5 de 1 000 mL ($1\ 000 / 5 = 200$ mL); ou então podem relacionar com o que acabaram de calcular, ou seja, terá o dobro da quantidade dissolvida em 100 mL, ou seja, 7,480 mg. De qualquer forma, após terem chegado à conclusão, você pode escrever na lousa as relações:

$3,740 \text{ mg} / 0,1 \text{ L} = 37,40 \text{ mg/L}$ (massa de soluto em mg e volume de solução em L)

$$7,480 \text{ mg} / 0,2 \text{ L} = 37,40 \text{ mg/L}$$

Direcionando a atenção para as relações escritas, você poderá então afirmar:

Nos dois copos, a concentração, ou seja, a quantidade de soluto, em gramas, por volume de solução em litros é a mesma. O que variou foi o volume de solução considerado.

Considerando que 1 copo contenha 200 mL dessa água, que massa de bicarbonato em mg é ingerida por uma pessoa ao beber dois copos dessa água?

Que volume de água uma pessoa deve beber para ingerir 18,7 mg de bicarbonato?

Os outros dados de concentração de outros sais podem também ser trabalhados da mesma forma. Como uma ampliação dos conhecimentos elaborados, é possível propor uma tarefa, que pode ser extraclasse.

Tarefa – trabalho em grupo (entregar para o professor)

1. Muitos medicamentos com os quais lidamos em nosso dia a dia informam em seus rótulos ou bulas a concentração do componente ativo. Assim, por exemplo, um medicamento para flatulência, apresentado em gotas, contém 75 mg do componente ativo (dimeticona) por mL. Outro medicamento, para febre, também apresentado em gotas, contém 200 mg do componente

ativo (paracetamol) por mL. Indique nos respectivos rótulos as concentrações dos componentes ativos desses medicamentos em g/L.

2. A importância de conhecer a composição do medicamento está na dose que o médico deve recomendar dele. Por exemplo, para o medicamento antiespasmódico, a dose recomendada para adultos é de 16 gotas, 3 vezes ao dia. Como se pode saber a massa de dimeticona que se pode ingerir por dia? Dado: volume de uma gota = 0,05 mL.
3. Deseja-se preparar 250 mL de uma solução de hidróxido de sódio de concentração igual a 20 g/L. Que massa de hidróxido de sódio deve-se usar?
4. Um frasco contém uma solução de sulfato de cobre pentaidratado 50 g/L. Que volume dessa solução devo medir para ter 12,5 g de sulfato de cobre?
5. Determinou-se a massa de 4,0 g de hidróxido de sódio. Que volume de solução deve ser preparado para que sua concentração seja 20 g/L?

Porcentagem em massa

É comum encontrar na vida diária a concentração expressa em porcentagem. Assim, é importante que os alunos conheçam e saibam utilizar essa unidade em seu dia a dia.

Você pode apresentar as seguintes informações à classe.

Ácido acético no vinagre	4 a 6% (m/V)
NaCl no soro fisiológico	0,9% em massa (m/m)
Cloro na água sanitária	2 a 2,5% (m/m)

Essa unidade expressa a massa de soluto em 100 g da solução (porcentagem em massa) ou em 100 mL da solução (m/V).

Você pode pedir aos alunos que interpretem os valores apresentados. É importante que eles expressem detalhadamente esses valores para que percebam que se trata de uma relação entre as quantidades do soluto e da solução. Por exemplo, o rótulo do soro fisiológico indica que a concentração de cloreto de sódio, NaCl, é 0,9% em massa. Isso significa que em cada 100 g do soro tem-se 0,9 g de NaCl. A massa de água será de 99,1 g.

Para aplicar o conceito, é possível apresentar uma situação que se aproxima do cotidiano de preparação de soro caseiro.

- Qual é a massa de NaCl necessária para preparar 500 g de soro?

Pode-se auxiliar os alunos a fazer um raciocínio proporcional, levando-os a perceber que a massa de sal deve ser cinco vezes o valor para 100 g de soro.

$$\begin{aligned} 0,9 \text{ g NaCl} &\text{ ——— } 100 \text{ g soro} \\ m_{\text{NaCl}} &\text{ ——— } 500 \text{ g soro} \\ m_{\text{NaCl}} &= 4,5 \text{ g de NaCl} \end{aligned}$$

Aqui, você pode trabalhar também por um outro caminho, que é fazer o cálculo por meio da densidade da solução, se achar adequado para seus alunos. O valor da densidade do soro fisiológico, a 25 °C, é 1,009 g/cm³. Assim, pode-se calcular o volume de 500 g de soro (495 mL) e a massa de sal necessária para seu preparo (4,5 g):

Volume de 500 g de solução:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mL} &\text{ ——— } 1,009 \text{ g} \\ V &\text{ ——— } 500 \text{ g} \quad V \approx 495,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

Volume de 100 g de soro = 99,1 mL

0,9 g de NaCl ——— 99,1 mL de soro

$$m_{\text{NaCl}} \text{ ——— } 495,5 \text{ mL} \quad m_{\text{NaCl}} \approx 4,5 \text{ g}$$

Concentração em ppm

A unidade ppm significa quantas partes de um componente estão presentes em 1 milhão de partes da mistura. Deve-se informar aos alunos que essa unidade é útil quando os componentes da solução estão presentes em quantidades muito pequenas. Essas “partes” podem ser massa, volume etc.

Por exemplo, uma solução de concentração igual a 10 ppm significa que 10 g do soluto estão dissolvidos em 10⁶ g da solução.

Um exemplo para abordar a concentração em ppm é dado a seguir.

- A legislação brasileira estabelece que a água, para ser potável, pode conter no máximo 0,0002 mg/L de mercúrio. Como podemos transformar essa concentração em ppm?

Sugere-se o seguinte encaminhamento:

0,0002 mg/L significa que em 1 L de água potável estão contidos 0,0002 mg de Hg ou $2 \cdot 10^{-4}$ mg de Hg.

É necessário calcular a massa de 1 L de água, isto é, a massa de 1 000 mL de água. Supondo a densidade da água = 1 g/mL, temos que:

$$\frac{1 \text{ g}}{\text{mL}} \times 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ g ou } 10^6 \text{ mg. Então,}$$

$$\frac{2 \times 10^{-4} \text{ mg de Hg}}{10^6 \text{ mg de água}} = \frac{x}{10^6 \text{ mg de água}} \quad x = 2 \times 10^{-4} \text{ ppm}$$

6. O padrão norte-americano estabelece que, em uma truta de 1 kg, o limite de tolerância para o Hg é de 0,5 ppm.

a) Quantos miligramas de Hg correspondem a essa quantidade?

0,5 mg.

b) Se uma pessoa, ao comer truta, tivesse ingerido 0,10 mg de mercúrio, que massa de truta teria comido?

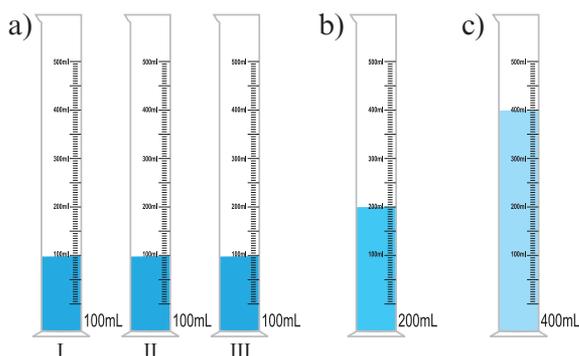
200 g.

7. O valor máximo permitido de zinco (Zn), em conformidade com o padrão de aceitação de água potável para consumo humano, é de $0,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Expresse esse valor em partes por milhão (ppm) e em porcentagem (%).

0,3 ppm de zinco;

Porcentagem em massa = 0,00003 %.

Alterando a concentração das soluções – Diluição



Para desenvolver este conceito, você pode apresentar aos alunos três provetas (a), cada uma contendo 100 mL de solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 50 g/L para observação.

Tratando-se da mesma solução e do mesmo volume, a cor azul será igualmente intensa nas três provetas. Você deve, então, propor a seguinte questão:

- Qual a massa de sulfato de cobre presente nos 100 mL em cada proveta?

Diante do que já foi estudado, os alunos terão condições de responder que são 5,0 g/100 mL.

Nesse momento, chame a atenção para o que você vai fazer, questionando os alunos sobre os possíveis resultados deste procedimento:

“Estou adicionando água à proveta II até a marca dos 200 mL (b). O que vocês observaram? A quantidade de sólido mudou? O que foi que mudou? Qual a massa de sulfato de cobre contida nos 200 mL da nova solução? Calculem a concentração dessa solução em g/L.”

Resolvendo:

$$\begin{array}{l} 5,0 \text{ g} \text{ ————— } 200 \text{ mL} \\ C \text{ ————— } 1000 \text{ mL} \end{array} \quad C = 25 \text{ g/L}$$

O professor deve chamar a atenção para o fato de o volume de 100 mL ter aumentado para 200 mL, isto é, ter dobrado. Por outro lado, a concentração de 50 g/L foi reduzida à metade, isto é, 25 g/L. Pode-se orientar o raciocínio dos alunos, questionando:

8. Com base nessas observações, adicionando-se água à terceira proveta até completar 400 mL (c), qual deverá ser a concentração da nova solução?
9. Tem-se uma solução de NaOH 20 g/L. Retirou-se 20 mL dessa solução, colocou-se em uma proveta de 100 mL e adicionou-se água até completar o volume de 100 mL. Qual a concentração da nova solução?
10. Deseja-se preparar 500 mL de solução de Na_2CO_3 10 g/L a partir de uma solução desse mesmo soluto 50 g/L. Que volume dessa solução deve-se usar e diluir até 500 mL?

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 3

Com esse estudo, os alunos devem ter compreendido os conceitos de concentração e diluição a ponto de operar com eles em cálculos estequiométricos envolvendo transformações químicas em solução aquosa. Além disso, devem ser capazes de relacionar as variações de salinidade das águas naturais com fatores que contribuem para

o aumento ou a redução do volume de água nos diferentes recintos de água do planeta.

Concentração g/L

Na Questão 1, os alunos deverão rotular adequadamente os medicamentos, transformando as unidades:

$$\text{Dimeticona} = 75 \text{ mg/mL} = 75 \text{ g/L}$$

$$\text{Paracetamol} = 200 \text{ mg/mL} = 200 \text{ g/L}$$

A Questão 2 é uma aplicação do conceito de concentração, que permitirá o entendimento da bula de dado medicamento. Assim, o aluno, para calcular a massa de dimeticona – componente ativo do medicamento antiespasmódico – ingerida por dia, deverá calcular o número de gotas por dia (3×16 gotas = 48 gotas), o volume correspondente em mL ($0,05 \text{ mL} \times 48$ gotas = 2,4 mL) e a massa de dimeticona por dia ($2,4 \text{ mL} \times 75 \text{ mg/mL} = 180 \text{ mg/dia}$).

A Questão 3 pede a massa de NaOH necessária para a preparação de 250 mL de uma solução a 20 g/L. Se temos 20 g/1000 mL, então para 250 mL são necessários 5,0 g. Ou, então, considerar que 250 mL é quatro vezes menor do que 1000 mL. Logo, a massa de NaOH a ser usada deverá ser quatro vezes menor do que 20 g, ou seja, 5,0 g.

Para a Questão 4 pode-se também incentivar o uso do raciocínio proporcional, considerando que 12,5 g é quatro vezes menor do que 50 g. Então, o volume a ser medido para conter essa

massa de sulfato de cobre pentaidratado deve ser quatro vezes menor do que 1 000 mL, ou seja, 250 mL. Raciocinando de modo semelhante, o volume requerido na Questão 5 deve ser 200 mL.

Concentração em ppm

A Questão 6 pode ser assim resolvida:

$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g} = 10^6 \text{ mg}$$

$$0,5 \text{ ppm} = \frac{0,5 \text{ mg Hg}}{10^6 \text{ mg de truta}}$$

$$\frac{0,5 \text{ mg Hg}}{10^6 \text{ mg de truta}} = \frac{0,10 \text{ mg Hg}}{x}$$

$$x = \frac{1 \times 10^5 \text{ mg truta}}{0,5 \text{ mg}} = 2 \times 10^5 \text{ mg} = 200 \text{ g}$$

Ao considerar a unidade ppm, deve-se observar que $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/L}$ somente quando o solvente for a água e supondo densidade da água = 1 g/mL . Dessa forma, a Questão 7 pode ser assim resolvida:

$0,3 \text{ mg de Zn/L}$ água. Logo, temos $0,3 \text{ ppm}$ de zinco.

No item **Alterando a concentração das soluções**, procura-se construir o conceito de diluição, considerando que concentração e volume de solução são grandezas inversamente proporcionais. Quando uma cresce, a outra decresce na mesma proporção, e vice-versa.

O material da experiência deve ser colocado de tal modo que possa permitir a toda a classe observar o que vai ser feito. Você deve assumir

uma postura teatral e sua apresentação deve ser dialogada, questionando sempre os alunos e ouvindo suas respostas, sem contradizê-las, para a partir delas dirigi-los a conclusões aceitáveis.

Assim, ao observar as três provetas, os alunos perceberão que a adição de água à proveta II modificará a tonalidade azul, tornando-a menos intensa. A cor é um meio de estimar a mudança na concentração. Espera-se que os alunos, a essa altura, encontrem o valor já mencionado de 25 g/L .

As questões apresentadas não são avaliadas – visam reforçar os conceitos trabalhados. Podem ser propostas aos alunos, em grupos de dois ou três, dando a eles um tempo de 10 a 15 minutos para a resolução. Ao fim desse tempo, você poderá discuti-las com toda a classe.

Para a Questão 8, espera-se que o aluno possa resolvê-la usando o raciocínio proporcional: $V_{\text{final}}/V_{\text{inicial}} = 400 \text{ mL}/100 \text{ mL} = 4$ vezes maior. A concentração será 4 vezes menor, ou seja, $12,5 \text{ g/L}$.

Para a Questão 9:

$V_{\text{final}}/V_{\text{inicial}} = 100 \text{ mL}/20 \text{ mL} = 5$ vezes maior.

$$\text{Concentração final} = 20 \text{ g}/5 = 4 \text{ g/L.}$$

Para a Questão 10, verifica-se que a concentração final é 5 vezes menor do que a inicial.

$50 \text{ g/L}/10 \text{ g/L} = 5$ vezes menor. Então, 500 mL é 5 vezes maior do que o volume inicial a ser medido para a diluição, ou seja, 100 mL .

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

UTILIZANDO A GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA PARA EXPRESSAR A CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES

Relações quantitativas envolvidas nas transformações químicas que ocorrem em soluções

A expressão da concentração em quantidade de matéria é bastante útil, uma vez que revela o número de partículas em solução, permitindo, por exemplo, que se estabeleçam relações entre as quantidades envolvidas em transformações

químicas que ocorrem entre soluções a partir da estequiometria. É importante que os alunos conheçam essa maneira de expressar a concentração e saibam utilizá-la para prever quantidades envolvidas em transformações químicas. A quantidade de matéria também permite estabelecer uma ligação entre o macroscópico, a massa mensurável, e o microscópico, a quantidade de partículas contida em dada massa.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo e temas: conceito de mol; concentração em mol/L.

Competências e habilidades: fazer usos da linguagem química; construir o conceito de concentração em quantidade de matéria/volume para ampliar a compreensão do significado da concentração e aplicá-lo a novas situações que permitem melhor entendimento do mundo físico.

Estratégias de ensino: resolução de problemas; trabalho em grupo; elaboração de texto; demonstração.

Recursos: folhas de trabalho; materiais para demonstração.

Avaliação: questões; trabalho.

O conceito de mol, sugerido na Proposta Curricular como conteúdo a ser trabalhado no 4º bimestre da 1ª série, pode ser retomado aqui e aprofundado, se você, professor, julgar conveniente. Vale ressaltar que neste Caderno o conceito é apenas retomado, e não trabalhado em detalhes. A Situação de Aprendizagem foi desenvolvida levando isso em consideração.

O trabalho pode começar com questões aos alunos, com o objetivo de reconhecer o que eles sabem sobre o mol e de retomar o conceito. Assim, pode-se perguntar:

- Em 29 g de NaCl (principal componente do sal de cozinha), há quantas partículas do sal?

- Lemos em um rótulo de uma água mineral que a concentração de cálcio (íons Ca^{2+}) é 11,00 mg/L e a de sódio (Na^+) é de 11,04 mg/L. Em termos da quantidade de partículas, há mais cálcio ou mais sódio nessa água?

Não se espera que os alunos deem respostas corretas a essas perguntas. O intuito é o de levantar ideias, entender como os alunos pensam e dar indicações, caso haja necessidade de conhecimentos que permitam responder às questões.

Deve ser lembrado que a matéria é formada por átomos e que estes têm massas diferentes. Para “contar” partículas de massas diferentes foi estabelecido um padrão. Atualmente, o padrão adotado é o número de partículas contido em 0,012 kg (ou seja, 12 g) do carbono 12. O número de átomos contidos nessa massa foi determinado experimentalmente e corresponde a $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos (ou seja, 602 sextilhões!). Esse número de partículas contidas em 0,012 kg do carbono 12 é chamado de quantidade de matéria e a unidade de medida é o mol. Assim, em 12 g de carbono 12 há 1 mol de átomos de carbono, ou seja, $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos. A massa que contém 1 mol de substância é chamada de massa molar.

Para reforçar esse conhecimento, pode-se perguntar:

- Quantos mols há em 24 g de carbono? E quantos átomos?

Como se tem o dobro da massa, deve-se ter o dobro da quantidade de mols e de átomos, ou seja, 2 mols e $12,04 \cdot 10^{23}$ átomos de carbono.

Para problematizar o novo conhecimento, retomam-se as questões anteriores, introduzindo ou lembrando a ideia de que podemos relacionar uma massa de, por exemplo, 6,0 g de NaCl à quantidade de partículas se conhecermos a massa de NaCl que contém 1 mol de partículas desse sal, ou seja, a massa molar do NaCl. Mas como saber a massa molar do NaCl e de qualquer outra substância? É preciso lembrar que as massas molares dos elementos, expressas em g/mol, são numericamente iguais aos valores das respectivas massas atômicas, indicadas na tabela periódica.

A tabela a seguir apresenta as massas atômicas para alguns elementos e pode ser manuseada pelos alunos para calcular a massa molar do NaCl.

Elemento	Símbolo	Massa Atômica (u)*
Hidrogênio	H	1,01
Hélio	He	4,00
Lítio	Li	6,94
Carbono	C	12,01
Nitrogênio	N	14,00
Oxigênio	O	16,00
Flúor	F	19,00
Sódio	Na	23,00
Magnésio	Mg	24,30
Alumínio	Al	26,98
Silício	Si	28,09
Fósforo	P	30,98
Enxofre	S	32,06

Cloro	Cl	35,45
Argônio	Ar	39,95
Potássio	K	39,10
Cálcio	Ca	40,08
Manganês	Mn	58,94
Níquel	Ni	58,69
Ferro	Fe	55,85
Cobre	Cu	63,55
Zinco	Zn	65,39
Arsênio	As	74,92
Bromo	Br	79,90
Prata	Ag	107,87
Estanho	Sn	118,71
Bário	Ba	137,33
Chumbo	Pb	207,2

* u: unidade de massa atômica.

Solicite aos alunos que calculem a massa molar do NaCl ($23,00 + 35,45 = 58,45$ g/mol), anotando os resultados em tabela semelhante à seguinte. Insista no uso da unidade (g/mol), que é um dos códigos da linguagem científica.

Cloreto de sódio
Fórmula:
Massa de 1 mol:
Quantidade de partículas em 1 mol:

Como calcular o número de partículas contido em 29 g? A pergunta pode ser lançada aos alunos, retomando-se o exemplo do carbono (cálculo para 24 g, feito anteriormente). Para facilitar, pode-se utilizar o raciocínio de seriação e correspondência, no qual pergunta-se o número de partículas, caso a massa seja metade da massa molar, e assim por diante. Como 29 g correspondem praticamente à metade da massa molar, pode-se estimar que há 0,5 mol de partículas, ou seja, $3,01 \cdot 10^{23}$ partículas.

Você pode retomar a leitura da equação química, introduzindo a quantidade de matéria. Por exemplo, a reação entre carbonato e ácido pode ser lida de várias maneiras:

CaCO₃ (s) +	2 HCl (aq.) →	CO₂(g) + H₂O(l) + CaCl₂ (aq)
1 partícula	2 partículas	1 partícula 1 partícula 1 partícula
1 mol de partículas	2 mol de partículas	1 mol 1 mol 1 mol

Para a leitura em massa devem-se calcular as massas molares:				
$40 + 12 + 3 \times 16 = 100$ g/mol de CaCO ₃	$1 + 35,5 = 36,5$ g/mol de HCl	$12 + 2 \times 16 = 44$ g/mol de CO ₂	$2 \times 1 + 16 = 18$ g/mol de H ₂ O	$40 + 2 \times 35,5 = 111$ g/mol de CaCl ₂
100 g de CaCO ₃	$2 \times 36,5 = 73$ g de HCl	44 g de CO ₂	18 g de H ₂ O	111 g de CaCl ₂

Com essa retomada de conceitos, você pode introduzir conhecimentos novos referentes à expressão da concentração em mol/L. Como os alunos já aprenderam a expressar a concentração em g/L, o seguinte desafio pode ser apresentado: encontrar o rótulo certo de cada um dos frascos para identificar sua concentração. Para isso, apresente dois frascos contendo soluções aquosas de diferentes concentrações de sulfato de cobre II (o sal sólido é pentaidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), em que a diferença de cor seja evidente. Você pode associar a maior intensidade da cor com maior concentração, ou seja, maior quantidade de sal no mesmo volume. Apresente também informações sobre dois rótulos e peça aos alunos que, em grupos, decidam qual rótulo deve ser colocado em cada frasco.

Rótulo 1	Rótulo 2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Concentração: 0,50 mol/L	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Concentração: 24,95 g/L

Para dar pistas aos alunos, pode ser apresentado um roteiro com questões que dirijam o raciocínio:

- O que cada uma das concentrações está informando? (Traduzir a representação

da concentração em linguagem descritiva; por exemplo, há 0,50 mol do sal em 1 litro da solução.)

- Para comparar os dois valores, o que eu devo fazer? (Expressar os dois nas mesmas unidades – posso transformar a massa em quantidade de matéria (mol) ou a quantidade de matéria em massa.)
- Preciso calcular a massa molar (massa que corresponde a um mol) do sal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?
- Qual é a massa, em gramas, de 0,50 mol? Qual é a quantidade de matéria (mol) contida em 24,95 g?

Rótulo 1		Rótulo 1
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,50 mol/L	=	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 124,75 g/L
Rótulo 2		Rótulo 2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 24,95 g/L	=	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,10 mol/L

Dois caminhos são possíveis: raciocinar em mol/L ou em g/L.

Rótulo 1
Raciocínio em massa (g)
1. Cálculo da massa molar:
Cu: $1 \times 63,5 = 63,5$
S: $1 \times 32,0 = 32,0$
O: $9 \times 16,0 = 144,0$
H: $10 \times 1,0 = 10,0$
Massa molar: 249,5 g/mol
2. Cálculo da massa correspondente a 0,50 mol do sal:
$249,5 \times 0,50 = 124,75 \text{ g}$
3. Expressando a concentração em g/L
$0,50 \text{ mol/L} \equiv 124,75 \text{ g/L}$

Rótulo 2
Raciocínio em mol
1. Cálculo da massa molar:
Cu: $1 \times 63,5 = 63,5$
S: $1 \times 32,0 = 32,0$
O: $9 \times 16,0 = 144,0$
H: $10 \times 1,0 = 10,0$
Massa molar: 249,5 g/mol
2. Cálculo da quantidade de matéria em 24,95 g do sal:
$24,95/249,5 = 0,10 \text{ mol}$
3. Expressando a concentração em mol/L
$24,95 \text{ g/L} \equiv 0,10 \text{ mol/L}$

Com esses cálculos, os alunos podem reconhecer que o Rótulo 1 indica concentração maior do que a do Rótulo 2, podendo-se associar o Rótulo 1 à solução de cor mais intensa

e o Rótulo 2 à de cor mais clara. Com esse exercício, os alunos trabalharam os conceitos de concentração e aprenderam a expressá-la em mol/L.

Preparo das soluções de sulfato de cobre II pentaidratado

Para preparar 40 mL de solução 0,10 mol/L: dissolver cerca de 1,0 g de soluto em água, completando o volume para 40 mL.

0,50 mol/L: dissolver cerca de 5,0 g de soluto em água e completar o volume para 40 mL.

Não dispondo de balança, utilize a quantidade de uma ponta de espátula ou de uma colher pequena (de café) e outra cinco vezes maior.

O volume de 40 mL é apenas sugestivo. Pode-se usar outro. Havendo alguma solução de sulfato de cobre II pentaidratado já disponível, prepare a outra diluindo cinco vezes para que a diferença de cor seja perceptível.

Para fazer com que os alunos utilizem o conceito em outro contexto, o que pode contribuir para a consolidação da aprendizagem, outra atividade pode ser proposta.

Os alunos são convidados a comparar, em termos de quantidade de matéria, as concentrações de algumas espécies dissolvidas na água do mar, expressas na tabela seguinte.

Concentração de algumas espécies químicas presentes na água do mar			
Elemento	Concentração (g/L)	Concentração (mol/L)	Número de partículas por litro
Sódio (Na)	10,5		
Magnésio (Mg)	1,26		
Cálcio (Ca)	0,41		
Potássio (K)	0,39		

Divida a classe em oito grupos, selecionando uma das espécies químicas para cada dois grupos, e solicite que calculem a concentração em mol/L. À medida que os grupos preenchem os valores da tabela, solicite que façam

uma comparação em termos de quantidade de partículas presentes por litro de solução. Se achar conveniente, prepare uma folha de trabalho como a ilustrada a seguir, para distribuir aos grupos.

Comparando concentrações de elementos presentes na água do mar

Na água do mar encontramos sais de sódio, de cálcio, magnésio e potássio, entre outros, dissolvidos. A tabela abaixo apresenta a concentração dessas espécies em dada água

do mar. Sua tarefa é expressar essas concentrações em mol/L para que possamos comparar o número de partículas de cada uma delas nessa água.

Grupo: _____ Elemento: _____

Elemento	Símbolo do Elemento	Concentração (g/L)	Concentração (mol/L)
Sódio		10,5	
Magnésio		1,26	
Cálcio		0,41	
Potássio		0,39	

As massas molares podem ser conhecidas consultando-se a tabela das massas atômicas.

Complete a tabela com os símbolos dos elementos.

Apresente sua resolução.

Compare o valor obtido com o de outro grupo que tem o mesmo elemento que o seu. O valor obtido por seu grupo é igual ao do outro grupo? Se não, discuta com o outro grupo os cálculos realizados.

Coloque o valor calculado na tabela e preencha-a com informações dos outros grupos.

Analizando os dados

Qual das espécies apresenta o maior número de partículas dissolvidas por litro de água do mar?

Considerando as quantidades dissolvidas e as massas molares, explique os valores das concentrações em mol/L obtidos para o cálcio e potássio.

Que quantidade de magnésio deveria estar dissolvida em 1 litro de água do mar para que houvesse um número de partículas igual ao do sódio nesse volume?

Elabore um texto que explique os procedimentos que você utilizou, suas conclusões e quais foram suas aprendizagens.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 4

Espera-se com a realização desta Situação de Aprendizagem que os alunos compreendam o significado da expressão da concentração em mol/L e que saibam calculá-la a partir do conhecimento da concentração expressa em alguma unidade de massa e da massa molar. Espera-se também que desenvolva habilidades de leitura de tabela, busca de informações e apresentação de dados em tabelas.

A atividade de comparação entre os resultados dos dois grupos que trabalharam com a mesma concentração para dado elemento permite que os alunos percebam o que aprenderam: se obtiveram o mesmo valor, isso pode

indicar que o encaminhamento dado pelos dois grupos foi correto; eventuais diferenças nos resultados deverão levá-los a rever seus raciocínios e cálculos. Por outro lado, você poderá ter ideia das dificuldades enfrentadas ao analisar os procedimentos dos grupos. Nesse exercício, para chegar à resposta, os alunos devem buscar as massas molares dos elementos e estabelecer a proporção entre a massa dissolvida e a massa de um mol. Assim, os valores a que eles devem chegar são, aproximadamente, 0,46 mol/L de sódio, 0,052 mol/L de magnésio, 0,010 mol/L de cálcio e 0,010 mol/L de potássio.

A questão proposta sobre a quantidade de magnésio, que apresenta o mesmo número de partículas que o sódio, permite aos

alunos aplicar seu conhecimento, compreendendo melhor a relação massa/número de partículas. Como em um litro há 0,46 mol de sódio, calcula-se a massa de 0,46 mol de

magnésio, chegando-se a 11,18 g. As quantidades de matéria são iguais, mas as massas são diferentes, pois as massas molares são diferentes.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA – UMA QUESTÃO DE QUALIDADE

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdo e temas: solubilidade do oxigênio em água; concentração em mol/L; demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Competências e habilidades: fazer usos da linguagem química; compreender a importância do oxigênio dissolvido no meio aquático; construir e aplicar o conceito de DBO e relacionar informações sobre DBO para entender problemas ambientais e poder enfrentar situações; interpretar informações de gráficos.

Estratégias de ensino: resolução de problemas; trabalho em grupo; elaboração de texto; busca de informações.

Recursos: textos; material bibliográfico.

Avaliação: questões, pesquisa e relatório.

Como o tema em estudo é a água, suas propriedades e a poluição de ambientes aquáticos, o estudo da presença do oxigênio dissolvido é muito importante, pois está diretamente associado à qualidade do recurso hídrico.

Para iniciar a atividade, você pode questionar os conhecimentos dos alunos sobre a presença de oxigênio dissolvido na água, perguntando:

- Sabemos que na água há materiais dissolvidos, como sais de sódio, de chumbo, de

tergentes etc., mas será que há oxigênio ou outros gases dissolvidos?

- Como podemos saber se há gás oxigênio dissolvido na água?

Se for o caso, proponha a leitura de um texto que problematize o assunto, apresentando dados para que os alunos possam elaborar argumentos para responder às questões propostas. Os textos a seguir apresentam duas situações e dados que podem facilitar essa elaboração.

Roteiro de leitura

Estes textos apresentam situações cujas explicações podem estar baseadas na solubilidade do oxigênio na água. Leia-os, responda às questões formuladas e discuta com seus colegas, utilizando os dados fornecidos.

Texto 1 – Pergunta feita por uma pessoa a um consultor especializado

O peixe quer oxigênio

Formei uma lagoa e soltei alguns milhares de peixes. Uma parte morreu e me falaram que era falta de oxigênio na água. Então, coloquei uma bombinha jogando água para cima e os peixes pararam de morrer. Preciso de mais esclarecimentos sobre o assunto.

Fonte: *Globo Rural*, n. 178.

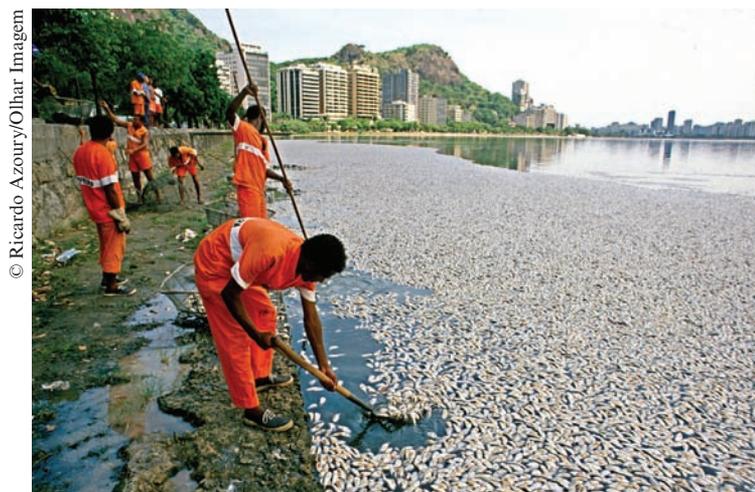
Texto 2 – Calor e baixa oxigenação da água podem provocar mortandade nos rios

Nos meses de verão, quando o calor é intenso, a elevação da temperatura acima de 40 °C tem

sido apontada como uma das causas da mortalidade de peixes nas regiões afetadas por essa situação climática.

Isso acontece porque, segundo os técnicos que estudam o assunto, quando a temperatura da água aumenta muito, os micro-organismos aquáticos passam a se reproduzir mais rapidamente, o que provoca aumento no consumo de oxigênio da água.

Sabe-se que a adequada manutenção da vida aquática ocorre quando o nível de oxigênio dissolvido por litro de água varia entre 6 e 9 mg; no entanto, em regiões em que a temperatura da água chega a 40 °C (ou até mais), os índices de oxigênio por litro podem cair até a 0,5 mg! Em regiões em que os índices de oxigênio caem tanto, os resultados são fatais e se registra uma grande mortandade de peixes, como a ocorrida, em outubro de 2007, no Vale do Rio dos Sinos, em que cerca de 85 toneladas de peixes morreram, vitimados pela baixa oxigenação da água em função da elevada temperatura.

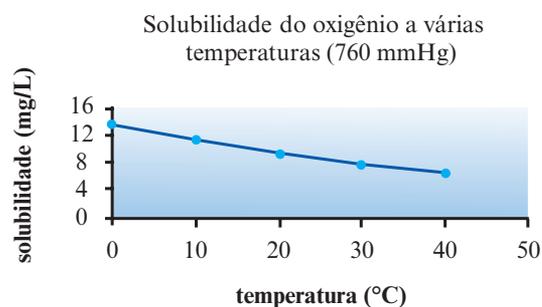


© Ricardo Azoury/Olhar Imagem

Funcionários municipais retirando peixes mortos da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. 2000.

Solubilidade do oxigênio em água, a 760 mmHg, a várias temperaturas

Considerando seus conhecimentos e os dados apresentados, discuta no grupo se as hipóteses apresentadas para a morte dos peixes, nos dois textos, podem ter algum fundamento. Apresente seus argumentos.



Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Esta atividade dá margem à introdução do parâmetro “demanda bioquímica de oxigênio” (DBO), importante no controle da qualidade da água. A introdução, em grande quantidade, de materiais como fezes, urina, sabões, detergentes, resíduos de alimentos, ou seja, material orgânico em águas, pode promover, em decorrência de sua decomposição, a proliferação de micro-organismos, entre os quais os aeróbios, que consomem o oxigênio dissolvido nessas águas. Assim, os peixes e outros seres vivos podem morrer devido à falta de oxigênio para a respiração. A demanda bioquímica de oxigênio indica a quantidade de oxigênio que uma amostra de água requer para reagir completamente com os materiais presentes.

$$\text{DBO} = \frac{\text{quantidade de O}_2(\text{g}) \text{ consumida na reação com materiais presentes na água (oxidação)}}{\text{volume de amostra}}$$

Assim, quanto maior for a DBO, maior será a necessidade de oxigênio para transformar os materiais. A concentração de oxigênio dissolvido na água pode diminuir drasticamente, restringindo a possibilidade de vida nesse meio. Com o aumento de temperatura da água, os problemas aumentam devido à menor solubilidade desse gás.

A partir da discussão anterior, você pode fazer uma breve exposição, introduzindo o conceito de DBO. Pode retomar os dados de solubilidade do oxigênio, discutindo quanto há desse gás disponível na água. Pode discutir também que ocorre a interação entre o oxigênio contido no ar e a água, repondo, pelo processo de dissolução, parte do que foi consumido. Entretanto, se a DBO é alta, esse processo não consegue compensar a necessidade, de maneira que a concentração de oxigênio na água permanece baixa por algum tempo. Alguns dados de medidas de DBO em três rios são apresentados a seguir: os alunos podem analisar esses valores, decidindo quais amostras de água têm problemas, considerando também os dados de solubilidade obtidos por meio do gráfico anteriormente apresentado.

Dados DBO

Nas águas do Riacho dos Macacos, na região de Juazeiro do Norte, durante o período seco, a variação da DBO foi de 89 mg/L a 456 mg/L.

Fonte: FRANCA, R. M. *Engenharia Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, mar. 2006.

Nas águas do Rio Batalha, a DBO variou de 2mg/L a 6 mg/L, conforme o ponto de coleta, feita na região de Bauru.

Fonte: CBH-TB (Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha). Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 16.

Nas águas do Córrego Carajás, houve diminuição da DBO de 193 mg/L em setembro de 2004 para 14 mg/L em janeiro de 2006.

Fonte: MASSONE, G.; MACHADO, G. *Córrego Carajás no Parque da Juventude: despoluição em áreas urbanas*. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/ma10.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2008.

Informações sobre a localização dos rios

Riacho dos Macacos	Nasce na região centro-oeste do Estado do Ceará, entre os municípios de Catunda e Monsenhor Tabosa.
Rio Batalha	Nasce na Serra da Jacutinga, no município de Agudos/SP, e deságua no Rio Tietê, no município de Uru.
Córrego Carajás	Localizado na Bacia de Esgotamento Carandiru, zona norte do município de São Paulo.

Se for o caso, numa atividade interdisciplinar, solicite que os alunos localizem em mapas os rios mencionados e que procurem informações sobre seus percursos e possíveis fontes causadoras de poluição. Você pode também solicitar que procurem informações sobre rios e córregos da região, de maneira que conheçam o percurso e as fontes poluidoras desde a nascente até a região ou, pelo menos, na região. Sugere-se que eles entrevistem moradores ribeirinhos, autoridades municipais responsáveis pela qualidade da água, administradores e técnicos de estações de tratamento de água e de esgoto e, também, que procurem informações sobre a qualidade da água e a ocorrência de eventos como a mortandade, a escassez de peixes, a origem de mau cheiro etc.

Se for oportuno, para ampliar os conhecimentos dos alunos, solicite que pesquisem sobre a questão indicada a seguir, com base nas fontes de consulta mencionadas no item “Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema”.

- ▶ Há outros gases que se dissolvem em água? Qual é a solubilidade dos outros componentes do ar em água?

Os alunos podem pesquisar a solubilidade do gás nitrogênio (N₂) e a do gás carbônico (CO₂) em água. A dissolução do gás carbônico em água é um processo bastante importante na natureza, o que justificaria um projeto extraclasse e interdisciplinar sobre o assunto.

Em regiões do Estado nas quais há cavernas com formação de estalactites e estalagmites, o tema se torna muito motivador. Não é necessário recorrer a conceitos de equilíbrio químico, sendo suficiente, nesta etapa da aprendizagem, que o aluno entenda que uma reação pode ocorrer no sentido inverso. O professor pode pedir que cada aluno entregue um pequeno relatório apresentando e comentando as informações que coletou. Tal atividade pode contribuir para o desenvolvimento de competências de organização, interpretação e comunicação de dados e informações.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 5

Com relação aos textos iniciais, espera-se que os argumentos apresentados pelos alunos se baseiem nos dados de solubilidade fornecidos no gráfico. Os alunos podem argumentar

que o grande número de peixes fez com que a concentração de oxigênio diminuísse, não havendo disponibilidade para mantê-los todos vivos. Ainda, com o aumento de temperatura, a quantidade de oxigênio dissolvido diminuiu, tornando menor a disponibilidade para os peixes. A atividade também desenvolve as capacidades leitoras e escritoras dos alunos, a de construir argumentos. A análise dos dados apresentados também permite que se relacionem conhecimentos com situações concretas e que se interpretem dados. A pesquisa sobre solubilidade de outros gases tem a intenção de mostrar que o gás nitrogênio, embora presente em maior porcentagem do que o oxigênio, tem solubilidade muito menor, enquanto o gás carbônico, que tem solubilidade alta, interage com a água, aumentando assim a acidez do meio aquoso. A elaboração de um pequeno relatório pode dar indicações sobre o entendimento que os alunos tenham em relação ao tema.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 TRATAMENTO DA ÁGUA – UMA QUESTÃO DE SOBREVIVÊNCIA

Esta Situação de Aprendizagem tem papel importante no processo de ensino-aprendizagem, pois retoma conhecimentos anteriores, ressignificando-os no contexto do tratamento da água para consumo, e apresenta

conhecimentos novos, como os cálculos estequiométricos, empregados para determinar quantidades de reagentes a ser empregados no tratamento e na remoção de certas espécies da água.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo e temas: etapas do tratamento da água.

Competências e habilidades: compreender a necessidade de tornar a água potável; conhecer procedimentos para seu tratamento, aplicando conceitos e processos como separação de sistemas heterogêneos, solubilidade e transformação química; organizar e interpretar informações sobre tratamento e consumo de água para refletir sobre o uso consciente da água e tomar suas decisões, dentro de limites, a esse respeito.

Estratégias de ensino: experimentos; visita a uma estação de tratamento de água ou visita virtual; entrevistas com técnicos e outros funcionários da estação de tratamento de água (ETA).

Recursos: materiais de laboratório; material sobre tratamento de água disponível na internet (Seesp); roteiros experimentais.

Avaliação: elaboração de texto; roteiro de entrevista; cartaz.

Esta Situação de Aprendizagem pode ser realizada a partir do material *Oficinas de Química*, disponível nos arquivos da Rede do Saber (<<http://www.rededosaber.sp.gov.br/>>). Entrando no *site*, clique na opção “Arquivos” e escolha a opção “Realizar uma busca”. Busque o título *Oficinas de Química*. No referido material, há sugestões de experimentos e de como explorá-los (a partir da p. 56).

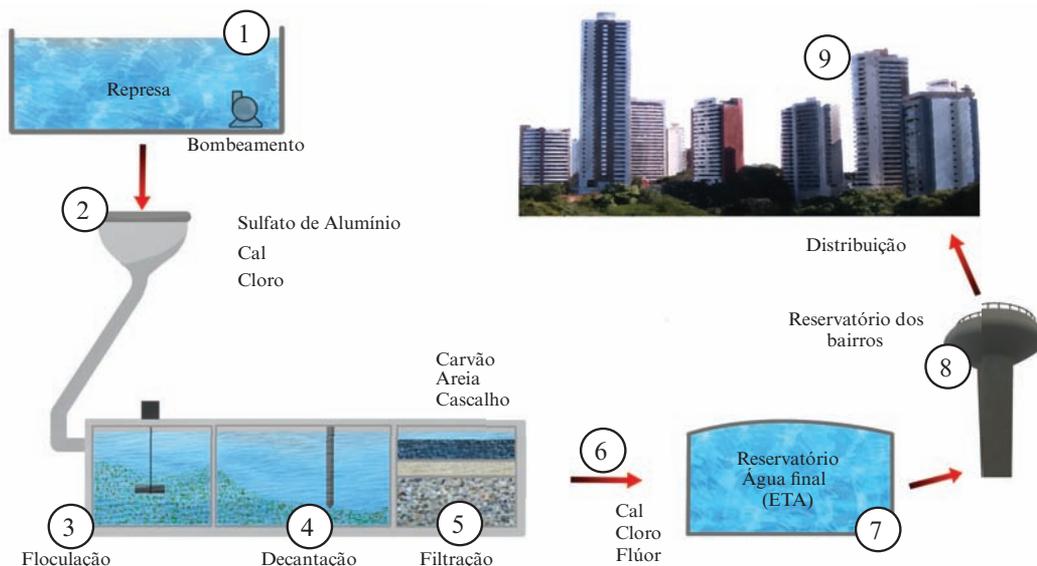
Para iniciar a atividade, você pode apresentar questões para provocar interesse e evocação de ideias, como:

- ▶ A água que chega à sua casa foi previamente tratada em estações de tratamento

de água? Você conhece alguma das etapas desse tratamento? Como você imagina que se dá esse tratamento?

- ▶ Como você utiliza a água tratada na sua casa?
- ▶ Você faz algum plano de reuso da água em sua casa? Explique como o faz e, se não faz, como faria?

A partir das discussões, você pode introduzir as etapas do tratamento da água, mostrando um esquema do processo e propondo a realização dos experimentos.



Fonte: *Oficinas de Química*. Rede do Saber, 2006.

Samuel Silva

Inicialmente, convide os alunos a montar o dispositivo para a filtragem, trazendo os materiais necessários. É conveniente que o trabalho seja realizado em grupos, cada um deles montando seu próprio filtro. Para a realização das etapas de pré-cloração, floculação e controle do pH, deve-se dispor dos seguintes reagentes: solução de sulfato de alumínio, $Al_2(SO_4)_3$, água de cal, $Ca(OH)_2$, indicador universal e água sanitária. Para a determinação do cloro residual, é conveniente que você construa uma escala de cores utilizando diferentes quantidades de água sanitária (veja informações no quadro a seguir). Depois da montagem, o aluno pode realizar cada uma das etapas e elaborar um texto abordando a necessidade do tratamento da água, o papel de cada etapa e suas observações e conclusões sobre os experimentos realizados. Pode pedir, ainda, que os estudantes elaborem cartazes sobre as etapas do tratamento. No material citado, apresentado na Rede do Saber, há sugestões de como explorar cada etapa do tratamento.

© Milton Michida/Governo do Estado de São Paulo



Estação de tratamento de água.

Padrões de cloro	
1 gota de água sanitária recém-aberta	Concentração aproximada
250 mL de água	2,4 mg/L
500 mL de água	1,2 mg/L
750 mL de água	0,8 mg/L
1 000 mL de água	0,6 mg/L

Sugere-se também uma visita à estação de tratamento de água (ETA) da região. Com os alunos, você pode preparar a visita, propondo questões para entrevistar técnicos, operadores, o administrador etc. Tais entrevistas têm o objetivo de colher informações sobre a quantidade de água tratada e consumida na região, problemas encontrados no tratamento, condições de potabilidade da água, perda de água na rede etc. Além disso, é necessário discutir ações que possam contribuir para o uso consciente e a preservação da água. Se for o caso, pode ser feita uma visita “virtual”, por meio de páginas de empresas responsáveis pelo tratamento e abastecimento de água. As entrevistas, nesse caso, poderiam ser feitas por correio eletrônico.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 6

Espera-se, com esta Situação de Aprendizagem, que, além de compreender as etapas do tratamento, o aluno possa avaliar o trabalho envolvido e reflita sobre os usos da água na sociedade. As entrevistas podem contribuir para que ele relacione informações obtidas de várias fontes e, assim, disponha de elementos para construir uma argumentação consistente no que se refere às questões de uso e preservação da água.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7

AS QUANTIDADES EM TRANSFORMAÇÕES QUE OCORREM EM SOLUÇÃO – UM CÁLCULO IMPORTANTE NO TRATAMENTO DA ÁGUA

A etapa de floculação pode ser utilizada para problematizar as quantidades de reagentes empregados no tratamento de água. Pode

ser utilizada, também, a remoção de espécies químicas em concentrações acima do valor permitido ou o controle da acidez.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo e temas: relações quantitativas de massa e de quantidade de matéria (mol) nas transformações químicas que ocorrem em soluções.

Competências e habilidades: construir e aplicar conceitos relativos às proporções de reagentes e produtos numa reação em solução, compreendendo a importância desses cálculos na sociedade; interpretar a equação química em termos quantitativos.

Estratégia de ensino: resolução de uma situação-problema.

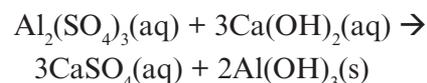
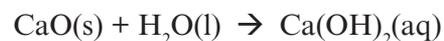
Recursos: folha de trabalho; exercício de aplicação de conhecimentos.

Avaliação: questões.

Pode-se iniciar a Situação de Aprendizagem apresentando o que ocorre no processo de floculação no tratamento de água de estações como a do Sistema Cantareira (São Paulo), que se utiliza de flocos gelatinosos de hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), que são formados diretamente na água pela interação entre:

- ▶ sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) – utiliza-se esse material dissolvido em água;
- ▶ hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) – também chamada de cal apagada – usa-se uma solução aquosa de óxido de cálcio, a cal (CaO).

As transformações químicas envolvidas podem ser representadas pelas seguintes equações:



Dependendo da turbidez da água, são utilizadas soluções de sulfato de alumínio na faixa de 10 a 40 ppm.

Discuta com os alunos as quatro questões que seguem:

1. O que a equação química permite conhecer em termos das quantidades dos reagentes e produtos?

A resposta a essa questão é encontrada recorrendo-se à leitura da equação química que, no momento anterior, foi feita considerando-se a proporção entre as quantidades de reagentes e produtos em termos de partículas (modelo de

Dalton). Neste momento, introduz-se a leitura em termos de quantidades de matéria, expressas em mols e em termos de massas. Você pode então lançar a questão: “Como relacionar as quantidades de matéria com suas respectivas massas?”. Poderá lembrar que essa relação pode ser encontrada desde que se conheçam as massas molares. A tabela a seguir resume o que se acabou de discutir:

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$3\text{Ca}(\text{OH})_2$	$2\text{Al}(\text{OH})_3$
1 partícula	3 partículas	2 partículas
1 mol de partículas	3 mol de partículas	2 mol de partículas
Massa molar = 342 g/mol	Massa molar = 74 g/mol	Massa molar = 78 g/mol
1 mol x 342 g/mol 342 g	3 mol x 74 g/mol 222 g	2 mol x 78 g/mol 156 g

Você pode apresentar o problema que segue, pedindo aos alunos que utilizem uma folha de papel para registrar suas ideias. Esta folha pode ser recolhida para uma avaliação posterior. Se preferir, pode elaborar uma folha de trabalho, como apresentada mais adiante. No problema foram utilizados dados da ETA de Rio Claro, mas dados de outra estação poderão ser usados.

O volume de água tratada varia muito conforme a capacidade da ETA e das necessidades da região. Numa estação de tratamento como a de Rio Claro (Sabesp), são produzidos 4 mil litros de água tratada por segundo. Como é possível calcular as quantidades de sulfato de alumínio e de óxido de cálcio a ser empregadas?

2. Vamos supor que, nessa ETA, seja utilizada solução 20 ppm de sulfato de alumínio. Qual a quantidade necessária desse sal e de CaO para tratar a quantidade de água que é produzida em apenas 1 segundo?

- a) Para facilitar o raciocínio, peça que os alunos transformem 20 ppm em unidade de massa/L, ou seja, reconheçam que 20 ppm significam 20 mg de sulfato de alumínio por litro de solução.
- b) Peça aos alunos que, em seguida, considerem o volume tratado e calculem, em suas folhas de trabalho, a quantidade de sulfato de alumínio necessária. Como são utilizados 20 mg para o tratamento de um litro, os alunos calculam a quan-

tidade necessária para tratar 4 mil litros de água: $20 \text{ mg/L} \times 4\,000 \text{ L} = 80\,000 \text{ mg}$, ou seja, 80 g de sulfato de alumínio. Pode-se retomar a tabela anterior, acrescentando mais uma linha:

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$3\text{Ca}(\text{OH})_2$	$2\text{Al}(\text{OH})_3$
1 mol de partículas	3 mols de partículas	2 mols de partículas
342 g	222 g	156 g
80 g	?	?

- c) A seguir, solicite que o aluno leia a equação em termos de massas de reagentes e, então, calcule a massa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ necessária. Essa massa pode ser calculada por meio de proporção:

$$\frac{80 \text{ g}}{342 \text{ g}} = \frac{\text{massa Ca}(\text{OH})_2}{222 \text{ g}} \Rightarrow 52 \text{ g Ca}(\text{OH})_2$$

Ou, usando uma regra de três:



Ou seja, são necessários 80 g de sulfato de alumínio e 52 g de hidróxido de cálcio para a floculação do volume de água que é tratado em um segundo.

A quantidade de CaO pode ser calculada pelo mesmo raciocínio, a partir da relação

estequiométrica e do valor da massa molar (56 g/mol, estequiometria 1:1, ou seja, 39 g CaO).

3. Qual massa de cada um dos reagentes será utilizada para tratar o volume de água em 1 hora?

Esta questão tem a intenção de mostrar que as quantidades aumentam muito quando se começa a pensar na situação concreta de uma ETA.

4. A ETA adiciona à água solução de sulfato de alumínio. Muitas vezes, é utilizada uma solução 0,30 mol/L do sal. Que volume dessa solução deveria ser adicionado à água a cada segundo, na estação de Rio Claro, isto é, para tratar 4 000 L de água?

Para facilitar o raciocínio, solicite que os alunos traduzam em palavras o significado de expressar a concentração de uma solução (no caso, 0,30 mol/L).

Após os alunos terem interpretado a representação, dizendo que há 0,30 mol em um litro de solução, retome a quantidade calculada anteriormente (de 80 g de sulfato de alumínio) e questione qual é o volume de solução que contém essa quantidade. Dialogando com os alunos, você pode resolver esta questão na lousa, etapa por etapa. Para tanto, dois cami-

nhos são possíveis, raciocinando em termos da quantidade de matéria ou de massa.

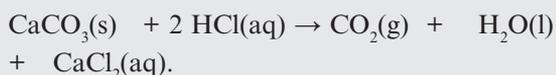
Quantidade de matéria (mol)	Massa
1. Quantidade de matéria correspondente a 80g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1. Massa correspondente a 0,30 mol de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
$80 \text{ g} / 342 \text{ g/mol} = 0,23 \text{ mol}$	$0,30 \text{ mol/L} \times 342 \text{ g/mol} = 102,6 \text{ g/L}$ de solução
2. Volume de solução de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	2. Volume de solução de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
1 L _____ 0,30 mol	1 L _____ 102,6 g
x L _____ 0,23 mol $\Rightarrow 0,77 \text{ L}$	x L _____ 80 g $\Rightarrow 0,77 \text{ L}$
ou seja, 770 mL de solução 0,30 mol/L de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	

Os alunos podem registrar em suas folhas de trabalho a resolução da questão, explicitando as etapas.

O exercício a seguir tem a finalidade de possibilitar uma aplicação do conhecimento construído em outra situação.

Você pode retomar o exemplo dado anteriormente e proceder à leitura da equação que representa a reação entre carbonato de cálcio e ácido clorídrico, problematizando-a em relação às quantidades envolvidas. A seguir, é apresentada uma sugestão.

A reação entre carbonato de cálcio e soluções ácidas é um processo importante, pois pode ser utilizada para controlar a acidez de meios aquosos e de solos. A equação que representa essa transformação é:



Tem-se um recipiente com 50 litros de solução aquosa de ácido clorídrico 0,40 mol/L.

Qual é a massa mínima de carbonato de cálcio necessária para reagir com todo esse ácido?

Para auxiliar na resolução desse exercício, algumas sugestões são apresentadas.

1. O que a leitura da equação mostra em relação às proporções?
2. É necessário calcular a massa molar dos reagentes?
3. O que significa 0,40 mol/L?
4. Seria interessante calcular a massa de carbonato que reage com 1 litro da solução de ácido? Ou calcular a quantidade de ácido em 50 litros da solução?
Apresente seu raciocínio.

Compare sua maneira de resolver o problema e o resultado obtido com o de outros colegas.

Sugestão de folha de trabalho complementar para a Situação de Aprendizagem 7

Numa estação de tratamento como a de Rio Claro (Sabesp) são produzidos 4 mil litros de água tratada por segundo. Como se podem calcular as quantidades de sulfato de alumínio e de óxido de cálcio a ser empregadas?

Vamos supor que nessa ETA seja utilizada solução 20 ppm de sulfato de alumínio. Qual a quantidade necessária desse sal e de CaO para tratar a quantidade de água produzida em apenas 1 segundo? E em 1 hora?

Participe da resolução desse problema registrando seus cálculos e os raciocínios utilizados:

Massa dos reagentes

- Expressando ppm em massa por volume – 20 ppm de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Calculando a massa de sulfato de alumínio para tratar 4 000 L de água.

- Calculando a massa de hidróxido de cálcio que reage com essa massa de sulfato de alumínio.

	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$3 \text{ Ca}(\text{OH})_2$
Quantidade em mol	1 mol de partículas	3 mol de partículas
Massa dessa quantidade (g)	342 g	222 g
Massas que reagem (g)	80 g	52 g

- Calculando a massa dos reagentes para o volume de água tratada em uma hora.

Volume da solução de sulfato de alumínio

- Significado de 0,30 mol/L.
- Volume da solução que contém 80 g desse sal.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 7

Nesta Situação de Aprendizagem espera-se que os alunos compreendam a necessidade de tratar a água, que isso tem um custo e que entendam os processos envolvidos. Devem ainda compreender e saber utilizar cálculos estequiométricos simples, em solução. A leitura da equação em quantidade de matéria é muito

importante, e assim deve ser enfatizada ao longo desta Situação de Aprendizagem. O exercício pode ser resolvido de várias maneiras e a comparação dos caminhos utilizados auxilia o aluno a compreender seu próprio raciocínio, bem como outras possibilidades. As perguntas apresentadas têm a função de guiar o estudante, podendo ser suprimidas se o professor achar conveniente. No exercício proposto da reação entre o carbonato e o ácido, pode-se

estabelecer a proporção de 1:2 mol e relacionar a quantidade de carbonato de cálcio com a quantidade de matéria de 1 L de ácido (0,40 mol), ou seja, 0,20 mol de carbonato reagem

com 1 L de solução 0,40 mol/L de ácido. Para reagir com 50 L, seriam necessários 10 mol (0,20 mol/L x 50 L), ou seja, 1 000 g ou 1 kg (10 mol x 100g/mol).

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8

COMO O SER HUMANO UTILIZA A ÁGUA? PODEMOS INTERFERIR NOS MODOS COM QUE A SOCIEDADE VEM UTILIZANDO A ÁGUA?

Esta Situação de Aprendizagem é muito importante, pois tem a função de permitir, com os conhecimentos adquiridos e aqueles que o aluno já tem, uma nova leitura sobre a problemática da água. Esse assunto não é esgotado nesta Situação de Aprendizagem e será retomado, com outro nível de aprofun-

damento, na 3ª série. Assim, não se tem a expectativa de que todas as possibilidades de tratamento que o assunto permite sejam esgotadas. O objetivo é auxiliar o aluno em suas reflexões e possibilidades de ações que tenham como foco o uso consciente da água e sua preservação.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo e temas: poluição ambiental; responsabilidades legais e pessoais; usos da água e sua preservação.

Competências e habilidades: buscar dados e informações sobre poluição das águas; conhecer aspectos da legislação sobre a água e sobre seus usos, para compreender o problema e refletir sobre formas de atuação que auxiliam no enfrentamento das situações cotidianas e na elaboração de propostas de intervenção em sua realidade.

Estratégias de ensino: leitura e discussão de textos; projetos; apresentações.

Recursos: textos e fontes bibliográficas.

Avaliação: relatórios, seminários e apresentações orais e escritas.

Sugere-se o trabalho com textos para leitura e discussão entre grupos de alunos e com o coletivo da classe. Em um primeiro momento, os alunos podem resumir as principais ideias

apresentadas no texto; em um segundo momento, podem discutir os dados e as informações; e, em um terceiro, discutir suas próprias ações e sugerir formas de intervenção na socie-

dade. Propõe-se, também, o trabalho com projetos. Em grupos, devem escolher um dos temas sugeridos ou outros pelos quais eles próprios tenham interesse. É possível também usar temas propostos pelo professor; buscar informações em fontes bibliográficas; realizar entrevistas com especialistas, que podem ser professores da escola, das áreas de Geografia e de Biologia e outros; organizar um relato escrito e uma apresentação aos colegas, propondo questões para discussão. Pode-se organizar as apresentações na forma de um minicongresso, convidando professores de outras disciplinas. Para o minicongresso, os alunos podem elaborar um resumo de uma página, além de fazer apresentações orais ou cartazes.

Apresentam-se, a seguir, alguns temas que podem orientar a escolha dos textos para leitura e dos projetos.

Temas

1. Responsabilidades no cuidado da água. De quem é a responsabilidade?

Sugestões de leitura:

- a) Capítulos II e III do anexo à Portaria nº 518 (março de 2004). Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2007.
- b) A gestão das águas nos sistemas urbanos. In: TUNDISI, J. G. *Água hoje e sempre: consumo sustentável*. SEESP, 2004. p. 208-209.

2. Águas para diversos fins: critérios de qualidade

Sugestões de leitura:

- a) Capítulo IV do anexo à Portaria nº 518 (março de 2004).
- b) Poluição vs. tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda. *Química Nova na Escola*, n. 10, 1999.

3. Preservação da água: controles e atitudes necessárias

Sugestão de leitura:

- a) Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. *Química Nova na Escola*, n. 12, 2000. Consta na coleção Explorando o Ensino, v. 5, Química, 2006, MEC.

Grade de avaliação da Situação de Aprendizagem 8

Espera-se, com esta Situação de Aprendizagem, que os alunos ampliem seus conhecimentos, relacionem informações, analisem dados para que possam compreender melhor a temática da água e, também, discutir, avaliar e propor comportamentos e intervenções na realidade que contribuam para a preservação da água e seu uso com responsabilidade. As leituras sugeridas introduzem alguns aspectos da legislação que podem significar informações e conhecimentos importantes nas decisões sobre propostas de intervenção. Outras leituras apresentam problemas reais, importantes para ampliar a compreensão sobre a problemática da água.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. (Fuvest) A concentração do elemento flúor (fluoreto) em uma água de uso doméstico é de 5×10^{-5} mol/L. Se uma pessoa tomar 3 litros dessa água por dia, ao fim de um dia, a massa de fluoreto que essa pessoa terá ingerido, em miligramas, será igual a:

- a) 0,9
b) 1,3
c) 2,8
d) 5,7
e) 15

2. (Comvest/Vestibular Unicamp) O “soro caseiro” recomendado para evitar a desidratação infantil consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (3,5 g/L) e de sacarose (11,0 g/L).

- a) Qual é a concentração, em mol/L, do cloreto de sódio nesta solução (massa molar NaCl = 58,5 g/mol)?
- b) Sabendo que a sacarose é um açúcar constituído de carbono, hidrogênio e oxigênio, podendo ser representado pela fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$, e cuja massa molar é 342 g/mol, a concentração em mol/L de sacarose no soro caseiro é maior, igual ou menor do que a do NaCl?

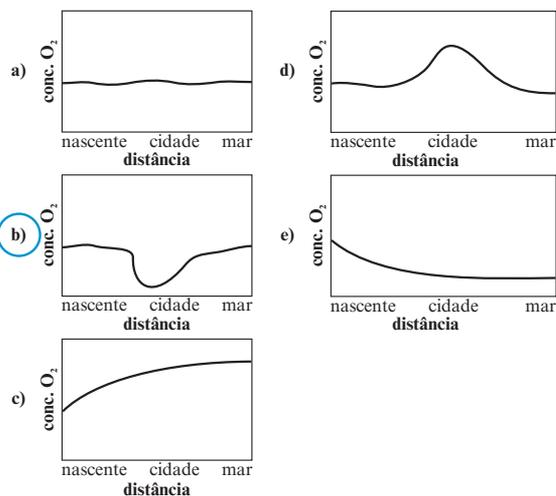
Respostas:

a. 1 mol — 58,5 g
x ——— 3,5g
concentração = 0,06 mol/L

b. 1 mol — 342 g
y ——— 11g
concentração = 0,03 mol/L

Portanto, a concentração em mol/L de sacarose é menor do que a de NaCl.

3. (Fuvest) Um rio nasce numa região não poluída e atravessa uma cidade com atividades industriais, onde recebe esgoto e outros efluentes, e depois desemboca no mar após percorrer regiões não poluidoras. Qual dos gráficos abaixo mostra o que acontece com a concentração do oxigênio (O_2) dissolvido na água, em função da distância percorrida desde a nascente? Considere que o teor de oxigênio no ar e a temperatura sejam praticamente constantes em todo o percurso.



4. (Adaptado da Comvest/ vestibular Unicamp, 1999)

Diferentes utilizações da água		
Setores	Consumo em bilhões de m ³ /ano	Água não restituída com qualidade para o consumo em bilhões de m ³ /ano
Coletividades (água potável)	200	40
Indústrias e energia	710	60
Agricultura	2 300	1 700
Total	3 210	1 800

De acordo com a tabela apresentada acima, mais da metade do volume de água utilizado pelo homem não é restituída com qualidade para o consumo humano.

- a) Explique por que isso ocorre.

A água potável é utilizada pela coletividade em residências para consumo, limpeza e para diluir dejetos. Nas indústrias a água é usada como refrigerante, na produção de maneira direta ou indireta, na limpeza e também para diluir produtos indesejáveis. Dependendo do tratamento dado aos esgotos domésticos e industriais, estas águas podem conter diversos materiais contaminantes tais como fosfatos, cloretos, nitratos, metais pesados na forma iônica, além de resíduos orgânicos tais gorduras, praguicidas

e detergentes. Na agricultura a água é utilizada para irrigação principalmente, e caso tenham sido utilizados praguicidas ou fertilizantes, estes podem contaminar lençóis freáticos ou serem arrastados para lagos e rios próximos contaminando-os.

- b) Apresente duas causas e duas consequências do aumento mundial do consumo de água doce.

Causas:

- ▶ *Aumento da população: aumenta o consumo direto – exemplos: beber, higiene, limpeza – e o indireto – exemplos: consumo de alimentos in natura e manufaturados.*
- ▶ *Aumento da cultura consumista – consumo de bens desnecessários.*

Consequências:

- ▶ *Aumento da necessidade de água tratada – pode haver falta de fontes de água para tratamento, ou a água para esse fim ter de ser deslocada de regiões mais distantes, aumentando custos.*
 - ▶ *Racionamento de água tratada.*
 - ▶ *Se houver diminuição da água disponível para a irrigação de plantações, pode haver diminuição da produção desses alimentos.*
- c) Apresente duas medidas que podem ser tomadas para um uso mais racional da

água doce do planeta, discutindo suas vantagens e desvantagens.

- ▶ *Campanha mundial de educação para a conscientização quanto à necessidade de um uso mais racional da água. Inicialmente a população seria informada dos problemas que podem causar o consumo de água não potável, e em que proporção esta água está sendo exaurida. Em seguida seria feito um levantamento sobre como cada comunidade usa a água, que impactos este uso ocasiona e o que cada um pode fazer para minimizar estes impactos. **Vantagens:** podem ser desenvolvidas atitudes, pois haverá a possibilidade de conscientização; as comunidades podem se organizar para conseguir tomar providências conjuntas (como conseguir que seja construída estação de tratamento de esgoto, caso não exista nenhuma). **Desvantagens:** contratar pessoas e treiná-las para atuar junto a cada comunidade.*
- ▶ *Controlar as águas despejadas na rede de esgotos, e cobrar taxas diferenciadas de acor-*

*do com o grau de contaminação do esgoto. **Vantagem:** cada economia doméstica e cada indústria buscaria maneiras de diminuir os contaminantes. **Desvantagem:** dificuldade de controle.*

5. Aos refrigerantes do tipo “cola” é adicionado ácido fosfórico numa concentração de 0,6 g/L de refrigerante. O valor máximo recomendado de ingestão diária de ácido fosfórico é de 5 mg/kg de peso corporal. Considerando que a capacidade de uma latinha é de 350 mL, o número máximo de latinhas desses refrigerantes que uma pessoa de 42 kg pode ingerir por dia é:
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5

PROPOSTAS DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

É muito importante que o aluno compreenda o conceito de concentração e saiba utilizá-lo em diversas situações. É importante também que saiba realizar cálculos estequiométricos simples, em solução, reconhecendo sua importância no sistema produtivo.

Uma atividade bastante interessante por contextualizar o conhecimento que está sendo desenvolvido e permitir um trabalho interdisciplinar com a Matemática, além de introduzir ou retomar a linguagem científica da notação exponencial, é apresentada a seguir. Tal atividade pode ser proposta como um trabalho ex-

tra, em que o aluno terá que recorrer, se achar necessário, ao professor de Matemática ou a fontes de informação, como livros. Os alunos são convidados a comparar, na água própria

para o consumo, os valores máximos permitidos de certas espécies relativos à quantidade de partículas. Apresenta-se, como sugestão, a seguinte folha de trabalho.

Qualidade da água – Essa água é adequada para consumo?

Imagine que a água para consumo de sua região foi analisada para detectar a presença de alguns materiais que poderiam estar em quantidades acima dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. O seguinte boletim foi emitido pela empresa que fez a análise.

Componente	Concentração (mol/L)
Bário	$5,1 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Chumbo	$6,2 \cdot 10^{-8}$
Flúor (fluoreto)	$7,9 \cdot 10^{-5}$

Você foi convidado a apresentar à comunidade um relatório que esclareça a população sobre esses resultados e a qualidade da água. Algumas questões são apresentadas para ajudar na elaboração desse relatório.

1. Para ser considerada adequada ao consumo humano, a análise feita é suficiente? Explique.

2. Compare os valores encontrados nas análises com os indicados pela legislação brasileira.
3. Consulte os técnicos da ETA de sua região e verifique se há uma legislação específica para a concentração de flúor (fluoreto).
4. Indique quais componentes estão em concentrações inadequadas e quais problemas isso pode acarretar.
5. Explique a importância das análises químicas e do processo de tratamento de água para consumo humano.
6. No caso de a água ser imprópria para uso, que sugestões de ação você discutiria com a comunidade?

Consulte a Portaria nº 518 (março de 2004), que estabelece os procedimentos e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, disponível na internet.

Como, em análises químicas, muitas vezes os resultados são expressos em mol/L, o aluno terá que converter em massa para comparar com os dados da legislação. Além disso, o aluno terá que realizar operações matemáticas

utilizando a notação exponencial e também a transformação de unidades (g/mg). Uma série de competências está envolvida, como fazer uso da linguagem, buscar e relacionar informações, e construir uma argumentação coerente.

RECURSOS PARA AMPLIAR AS PERSPECTIVAS DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

BRANCO, Samuel Murgel. *Água: origem, uso e preservação*. São Paulo: Moderna, 2003. Trata dos diferentes usos da água, de problemas de poluição ambiental e de aspectos da preservação.

FIURUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. Oxigênio em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, nov. 2005.

Esse artigo discute a importância do oxigênio dissolvido na água, os fatores que afetam a solubilidade e o balanço de oxigênio dissolvido no sistema aquático.

GRASSI, Marco Tadeu. As águas no planeta Terra. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola: Química Ambiental*, n. 1, maio 2001.

O artigo apresenta algumas das propriedades da água, sua distribuição no planeta, as for-

mas de uso e as principais fontes de poluição, além de discutir a importância do tratamento na melhoria da qualidade de vida da população.

INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES IV. *Química e sobrevivência: hidrosfera*. São Paulo: Edusp, 2005 (Gepeq).

Livro para o aluno e guia do professor, fazem parte da seleção de livros da Seesp. Traz informações sobre propriedades da água, ciclo hidrológico, poluição e tratamento.

SABESP. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/>>. Acesso em: 24 dez. 2008.

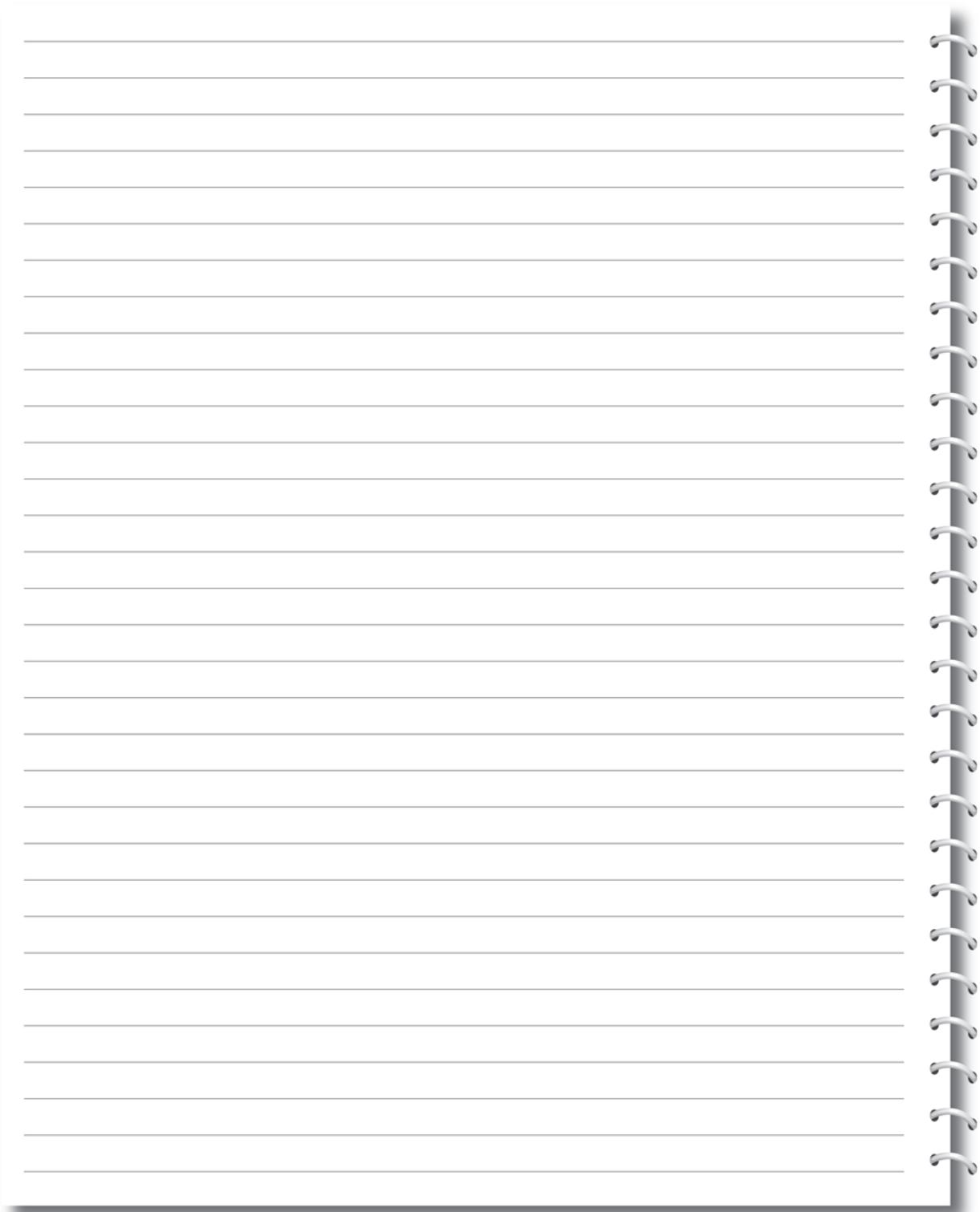
Contém uma sessão interessante: “Sabesp ensina”, com matérias para alunos e para o professor. Na sessão “água”, subitem “tratamento”, pode ser encontrado o tratamento da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Caderno procurou tratar, dentro da temática proposta para a 2ª série – “Materiais e suas propriedades: água e seu consumo pela sociedade” –, de aspectos importantes relacionados à água: suas propriedades e a solubilidade de materiais, que definem a qualidade da água. Procurou também introduzir conhecimentos sobre a concentração de soluções e de relações estequiométricas em solução.

Espera-se, desta maneira, ter contribuído para o desenvolvimento de temas e conteúdos que permitam ampliar o conhecimento dos alunos sobre o mundo físico, numa perspectiva tal que os subsidiem em suas argumentações e tomadas de decisão nas questões que envolvam o uso da água.

 *Anotações*



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