Guia Didático do Professor

Programa

É Tempo de Química!

O que Mantém os Átomos em uma Molécula?

Interações Moleculares e Solubilidade

Química

1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica
Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação
Tito Tortori

Revisão
Gislaine Garcia

Projeto Gráfico
Eduardo Dantas

Diagramação
Romulo Freitas

Revisão Técnica
Nádia Suzana Henriques Schneider

Produção
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Realização
Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
Ministério da Ciência e Tecnologia
Ministério da Educação

Vídeo (Audiovisual)

Programa: É Tempo de Química!

Episódio: O que Mantém os Átomos em uma Molécula?

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Interações Moleculares e Solubilidade

Conceitos envolvidos: constituição da matéria, mudanças organolépticas, átomos e estrutura atômica, ligações iônicas e covalentes, ligações metálicas, íons, polaridade e eletronegatividade.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Perceber que a interação entre os átomos influencia nas propriedades das substâncias e nos fenômenos físicos do nosso cotidiano.

Objetivos específicos:

Saber que desde a antiguidade o homem busca entender a constituição íntima da matéria;

Identificar as partículas envolvidas na estrutura atômica, suas regiões específicas e suas cargas típicas.

Perceber que as propriedades da matéria estão relacionadas ao tipo de ligação entre os átomos;

Saber que os elementos químicos podem se ligar formando ligações metálicas, iônicas e covalentes;

Definir íon;

Diferenciar ligação iônica de ligação covalente;

Relacionar polaridade com eletronegatividade.

Pré-requisitos:

Não existem pré-requisitos.

Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

Introdução

O episódio do programa *É Tempo de Química!* possui o tema *Interações Moleculares e Solubilidade – O que Mantém os Átomos em uma Molécula?*.

Na verdade, a temática envolve fundamentalmente as interações atômicas ou ligações químicas.

O formato desse programa, adota características de um programa de perguntas e respostas, que propõe desafios na forma de enigmas, traz um clima lúdico de jogo e gincana, capaz de interessar e motivar os jovens para descobrir como a Química permeia as situações comuns do cotidiano.

Solicite aos alunos atenção durante a apresentação do vídeo. Evite as conversas, piadinhas e brincadeiras em momento inapropriado. Se achar conveniente, pause a apresentação para tecer comentários ou para ressaltar algum aspecto importante.

Para um melhor aproveitamento do material é interessante que os alunos façam anotações que possam nortear o trabalho após a apresentação, dando uma maior dinâmica às discussões.

A exibição do vídeo poderá ser feita através de qualquer mídia que tenha o recurso de leitura de um DVD, tais como um computador ou equipamento específico para reprodução de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia. Não se esqueça de verificar a disponibilidade do material necessário para a apresentação do vídeo junto a sua coordenação.

professor!

Fique atento às concepções espontâneas e conhecimentos prévios dos alunos! Assim, podemos entender como eles fazem a leitura do mundo e, consequentemente, definir as estratégias adequadas para permitir a ampliação desses modelos mentais.

I. Desenvolvimento

Realize uma discussão prévia sobre o assunto a ser exibido no vídeo de forma a preparar o raciocínio dos alunos para receber o conteúdo que será apresentado no material visual.

Gostaríamos de sugerir que você inicie a aula perguntando aos alunos se eles sabem sobre as interações entre os átomos. Pergunte inicialmente se eles entendem por que os gases nobres recebem esse nome. Possivelmente, algum aluno lembrará que eles não formam espontaneamente interações com outros elementos químicos. Afirme, então que isso ocorre devido à estabilidade da sua eletrosfera.

Explique que a maioria dos elementos químicos presentes na tabela periódica, precisam formar interações para atingir essa estabilidade. Informe que é assim que surgem as substâncias.

Aproveite para criar, durante a dinâmica, um clima de confiança, liberdade e respeito, de modo a permitir que alunos se sintam suficientemente seguros para levantar hipóteses e propor explicações que levem a refletir sobre a relação entre o conhecimento químico, a tecnologia e a vida social. Traga também para o debate, sempre que possível, a discussão sobre a relação desse tema com o nosso cotidiano, especialmente em relação às propriedades das substâncias iônicas e covalentes.

Ideias antigas sobre a matéria

Quais são as forças que mantêm os átomos unidos?!

Maria | Participante

O episódio inicia oferecendo a reflexão de que, desde a Pré-História, o homem percebe que a matéria presente no corpo dos seres vivos e mesmo a matéria mineral sofre transformações.

Uma sugestão interessante para ajudar os alunos a revelar suas concepções espontâneas é deter a projeção do vídeo na imagem a seguir e desafiá-los perguntando sobre as transformações envolvidas no ato de assar alimentos no fogo. Peça que eles tentem descrever as transformações ocorridas. Provavelmente eles deverão lembrar-se das mudanças **organolépticas** (relacionadas com os sentidos) como cor, cheiro, textura, paladar, etc. Depois sugira que eles tentem visualizar as substâncias envolvidas, as interações entre elas, as reações químicas e a liberação de **compostos voláteis**. É provável que essa reflexão traga muitas dúvidas, mas certamente ajudará os alunos a perceber que as transformações macroscópicas da matéria se relacionam com as reações químicas e interações moleculares.

Lembre-os que tentativas organizadas de explicar a **constituição da matéria** e seus processos de modificação já haviam sido propostas pelos antigos gregos. Demócrito, Leucipo, Empédocles, Hipocrates, Aristóteles, dentre muitos, refletiram sobre esses aspectos e contribuíram para esse debate. Lembre aos estudantes que, contudo, essa discussão – pautada principalmente no poder de dedução e na análise filosófica – foi insuficiente para desvendar a natureza íntima da matéria. Destaque que apesar da Química ter começado a dar seus passos a partir do século 18 com Antoine-Laurent de Lavoisier, apenas em meados do século 19, as explicações, baseadas em dados experimentais, começaram a gerar postulados cientificamente mais coerentes.

A Estrutura Atômica

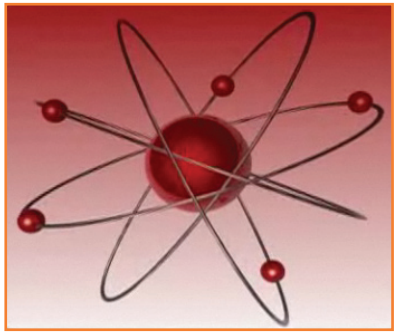
Quais são as forças que mantêm os átomos unidos?

Pedro | Participante

Relembre aos alunos que a evolução dos **modelos atômicos** se iniciou, na virada do século XVIII para o século XIX, com o **modelo "Bola de Bilhar"**, de John Dalton – criador da Teoria Atômica Moderna. Ressalte que para Dalton os **átomos** seriam esferas maciças, impenetráveis, indestrutíveis e, principalmente, desprovidas de **carga elétrica**. Logo, ele identificava a unidade fundamental da matéria como sendo indivisível e neutra.

Comente que apesar da concepção de Dalton ter uma abordagem inovadora e corajosa, algumas de suas deduções sobre a natureza dos átomos e da estrutura íntima da matéria se mostraram limitadas, quando confrontadas com dados experimentais. Entretanto, lembre que seu modelo serviu como ponto de partida para uma série de experimentos, estudos e reformulações que culminaram na descoberta de que a **estrutura atômica** envolvia partículas ainda menores (subatômicas), com cargas elétricas distintas, que ocupam regiões distintas (eletrosfera e núcleo).

Destaque a imagem a seguir, apresentada durante o vídeo, que representa uma representação gráfica do **modelo de Rutherford**.



Lembre aos alunos que a estrutura atômica envolve a existência de uma região central ou núcleo com carga positiva (devido à presença dos prótons) e de uma região periférica ou eletrosfera com carga negativa (devido à presença dos elétrons).

mais detalhes!

Você poderá saber mais sobre a evolução nas idéias sobre a composição da matéria lendo o artigo FILGUEIRAS, Carlos Alberto L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. Química Nova na Escola. p. 38-44, nº 20, NOV/2004. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a07.pdf

mais detalhes!

Você poderá saber mais sobre as concepções espontâneas dos estudantes sobre a estrutura atômica lendo o artigo de MORTIMER, Eduardo Fleury. **Concepções Atomistas dos Estudantes**. Química Nova na Escola. p. 23 - 26. nº 1, maio/1995. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf

A Interação entre os Átomos

Primeiro a gente tem que falar das ligações químicas: covalentes, iônicas e metálicas. Para o assunto que a gente quer abordar, é mais pertinente falar das ligações covalentes e iônicas.

Químico | Entrevistado

É importante informar aos alunos que os átomos podem interagir uns com os outros de três maneiras mais comuns. Dizemos assim que existem as **ligações covalentes, iônicas e metálicas**.

Destaque que as **ligações metálicas**, não abordadas no contexto deste episódio, existem entre átomos de elementos metálicos e diferem bastante das ligações iônicas e moleculares. Informe que a força de coesão entre os átomos dos elementos metálicos é gerada por um "mar de elétrons" que envolve, livremente, o aglomerado atômico formando um retículo cristalino.

Questione os alunos se as propriedades das substâncias são sempre iguais. Certamente, eles vão afirmar que não. Peça que eles tentem lembrar-se de algumas propriedades típicas dos metais que não são comuns em outros tipos de substâncias. Eles podem lembrar que os metais tem um brilho metálico, são maleáveis, bons condutores de eletricidade e calor etc. Explique aos alunos que as propriedades de cada substância estão relacionadas com o **tipo de interação** que existe entre os átomos, ou seja, o **tipo de ligação**.

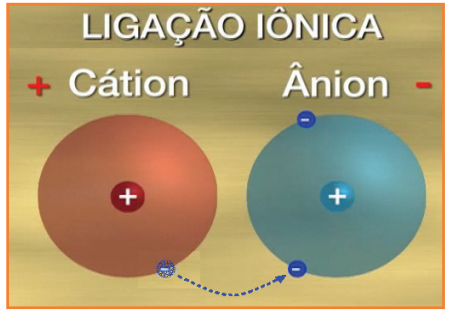
Mas então o que é ligação iônica?

Maria | Participante

Ligação iônica

Será que os alunos já ouviram o termo **íon**? Talvez algum aluno já tenha ouvido ou lido algum anúncio informando a venda de um climatizador com ionizador de ar ou de um ionizador de combustível que afirma melhorar o desempenho do motor. Informe que os **íons** são uma espécie química – uma molécula ou um átomo que perdeu ou ganhou elétrons, portanto está carregado eletricamente.

Sugerimos que você pare a projeção no momento em que o episódio mostra como os íons são formados, conforme a imagem ao lado:



Aponte os **núcleos atômicos**, caracterizados pelo sinal positivo (+) e lembre que a eletrosfera é a "nuvem" de elétrons (-) que envolve o núcleo. Identifique os elétrons pela carga negativa (-).

Destaque que para atingir a estabilidade na eletrosfera os átomos adotam diferentes estratégias. Uma interação comum ocorre através da transferência de elétrons de um átomo para outro. Aponte o momento em que o elétron é transferido de um átomo a outro e mostre que o átomo da esquerda (representado em rosa) fica carregado positivamente porque o balanço entre suas cargas positivas e negativas foi alterado pela perda do elétron. Informe que esse átomo, carregado positivamente, agora é denominado pela Química como um **íon positivo** ou **cátion**.

Mostre, na tabela periódica, que este tipo de ligação ocorre entre metais e não-metais (ou ametais) que são átomos que possuem grande diferença de eletronegatividade. Olhando a tabela, peça para eles construírem uma lista de compostos iônicos.

Aproveite e aponte, na mesma tela, que o átomo da direita (em azul) fica carregado negativamente, porque o balanço entre suas cargas positivas e negativas foi desequilibrado pelo recebimento do elétron. Informe que esse átomo passa a ter agora duas cargas negativas, ficando carregado negativamente. Explique que, nesse caso, o **íon negativo** recebe o nome de **ânion**.

Discuta com os alunos mostrando que esse tipo de interação atômica ocorre devido à **força de atração eletrostática** entre os íons opostos. Explique que esse tipo de ligação, por esse motivo, foi denominado de **ligação iônica ou eletrovalente.**

Informe que muitas das características dos compostos iônicos, como a alta solubilidade na água, alto ponto de fusão e ebulição, dureza, estrutura cristalina etc., estão relacionadas com a dificuldade de separar os íons devido à força (as forças) de atração entre cátions e ânions.

Relembre que é devido a essas propriedades que os sais, como o cloreto de sódio (NaCl) – o "famoso" sal de cozinha – são facilmente solúveis em água.

Ligação covalente

Na ligação covalente já é diferente. O que a gente tem é a interação entre os elétrons da última camada dos dois átomos que fazem a ligação covalente.

Químico | Entrevistado

mais detalhes!

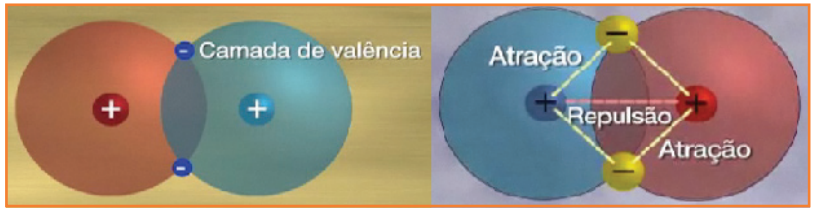
As concepções espontâneas dos estudantes sobre as ligações químicas são discutidas no seguinte artigo: FERNANDEZ, Carmen e MARCONDES, Maria E. R. Concepções sobre ligação química. Química Nova na Escola. p. 20 - 24. nº 24, novembro/2006. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/af1.pdf

mais detalhes!

Para saber mais sobre os diferentes tipos de ligações químicas, leia: DUARTE, Hélio A. **Ligações Químicas**. Química Nova na Escola. p.14 - 23. nº 4, MAIO/2001. http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf

O episódio apresenta, em seguida, que a **ligação covalente** é uma forma de interação diferente da ligação iônica. Nesse caso, os átomos, para atingir a estabilidade, promovem a interação entre os elétrons da última camada da eletrosfera, também chamada de camada de valência. Lembre aos alunos que a representação atômica apresentada nessa parte do vídeo foi o de Rutherfod/Bohr.

Destaque a figura a seguir, que mostra a interação da **camada de valência** na ligação covalente. Lembre que o prefixo co, do latim, significa "companhia" ou "combinação" e que os elétrons compartilham a última camada.

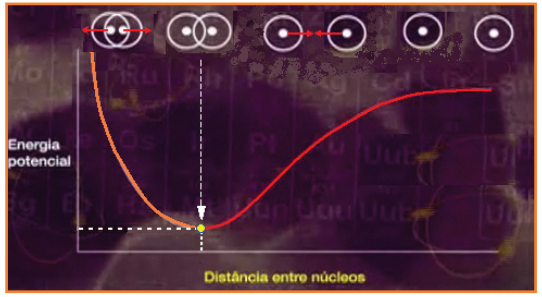


Explique para os alunos que na ligação covalente os átomos se mantêm fortemente unidos pela relação de equilíbrio entre as forças de repulsão e atração das cargas negativas das eletrosferas e (as cargas) positivas dos núcleos.

Pare a projeção no momento em que o vídeo apresenta o gráfico com a explicação sobre a relação da distância entre os núcleos (eixo horizontal) e a energia potencial (eixo vertical).

Explore cuidadosamente o gráfico do vídeo, pois a animação oferecida, por ser uma representação simbólica, pode gerar algum ruído no entendimento do aluno. Lembre que as imagens contêm informações que não são desveladas apenas pelo simples olhar e que necessitam obrigatoriamente serem "lidas" à luz das teorias científicas e que, portanto, necessitam da sua mediação, professor.

Informe que o gráfico associa a **energia potencial** envolvida (representada pela linha curva colorida no esquema a seguir) com a representação da **distância entre os átomos** (representado pelos círculos no alto do gráfico).



Ajude os alunos a perceberem que no gráfico há uma certa distância em que os átomos atingem um **ponto de equilíbrio** entre as forças de atração e repulsão (setas vermelhas). Destaque que esse nível energético, por ser o menor em que um sistema de átomos interage, é responsável pelas **ligações covalentes**.

Como consequência da baixa energia de ligação envolvida, as ligações covalentes ou moleculares tendem a ter um ponto de fusão menor do que os dos compostos iônicos, são bons isolantes térmicos e elétricos, podem ser encontrados no estado sólido, líquido ou gasoso, podem formar macromoléculas etc.

Eletronegatividade e Polaridade

Tem uma propriedade dos elementos químicos que se chama eletronegatividade.

Químico | Entrevistado

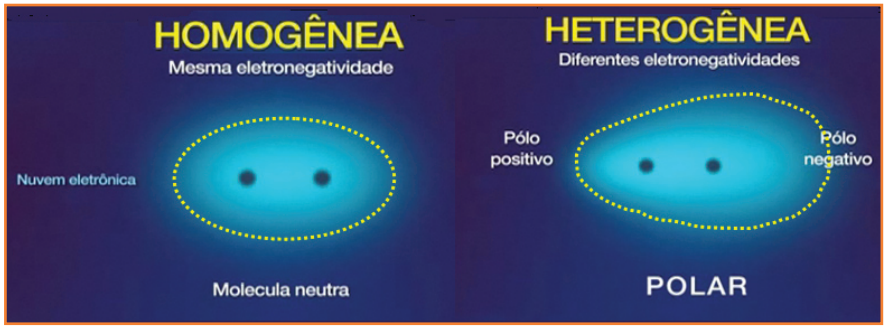
Peça que os alunos façam um exercício de associação, relacionando espontaneamente palavras ao termo "**polo**". Organize a dinâmica, evitando a confusão, e registre no quadro apenas as palavras que tiverem relação com o polo geográfico e o polo magnético. Lembre aos alunos que o polo geográfico é uma convenção, mas que o polo magnético faz com que o planeta Terra se comporte de forma semelhante a um **dipolo magnético**, ou seja, um ímã. Faça a associação com o uso da bússola e lembre que a agulha imantada se orienta no campo magnético terrestre de forma semelhante ao comportamento dos ímãs.

Retome com os alunos a reflexão sobre as ligações covalentes e lembre que esse tipo de ligação se caracteriza pelo compartilhamento de elétrons da última camada.

Explique agora que os elementos químicos apresentam diferentes capacidades de atração dos elétrons quando participam de uma ligação química. Destaque que essa propriedade é chamada de **eletronegatividade** e que ela depende do número de elétrons na última camada e também do tamanho do átomo. Logo, átomos mais eletronegativos tendem a deslocar os elétrons da última camada mais para próximo do seu núcleo, desequilibrando a eletrosfera compartilhada da substância. Recorde que uma ligação entre dois ou mais átomos pode envolver elementos que apresentam a mesma eletronegatividade ou elementos com eletronegatividade diferente.

Pare o episódio no momento em que o vídeo explica esse fenômeno.

Faça com que os alunos percebam, no esquema a seguir, que a eletrosfera se comporta de forma diferente.



mais detalhes!

Seus alunos poderão ampliar o conhecimento sobre a estrutura e o comportamento das moléculas de água no texto que está disponível em: http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/agua.html

Quando a distribuição dos elétrons é homogênea, a **molécula** é classificada como **apolar** ou **neutra**, ou seja, não demonstra um desequilíbrio de cargas. Já no exemplo a direita há a formação de uma **molécula polar**.

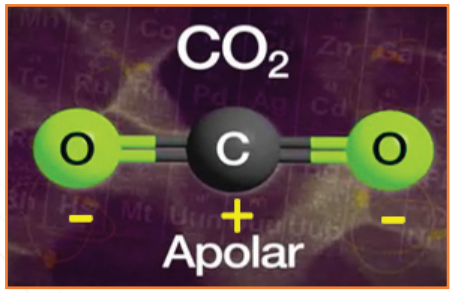
Contextualize esse fenômeno, indicando que cada molécula de água – por ser polar – se comporta de forma semelhante a um ímã, porque o oxigênio é mais eletronegativo que o hidrogênio.

Explique aos alunos que o comentário do vídeo sobre o congelamento dos rios se relaciona com esse tema porque a água é um exemplo de substância covalente polar. Quando uma substância desse tipo está no estado sólido, as forças de atração (entre os polos de moléculas diferentes) tendem a manter o sistema mais organizado, ou seja, manter o material no estado sólido. Contudo, quando a temperatura aumenta, a vibração molecular supera a força de atração interpolar, fazendo com que a substância mude de fase, ou seja, passe do estado sólido para o estado líquido. Lembre que, por esse motivo, o calor é capaz de provocar a mudança de estado físico.

É importante destacar que a polaridade das moléculas também influencia na solubilidade das substâncias. Informe que, em regra geral, uma substância polar tende a se dissolver em outra substância polar e que uma substância apolar tende a se dissolver em outra apolar. Vale lembrar aquela expressão "*similis simili*", isto é, semelhante dissolve semelhante. Lembre aos alunos que isso explica por que a água não se dissolve no óleo e vice- versa. As moléculas de água, por serem polares, tendem a se atrair, afastando as moléculas apolares do óleo. Aproveite essa oportunidade para desconstruir a ideia recorrente no senso comum de que a água e o óleo não se misturam. Lembre que a mistura acontece, mas a dissolução não.

Ligações polares geram moléculas polares, mas embora esta propriedade não ocorra em todos os casos, informalmente, dizem que isto ocorre constantemente, conforme é mencionado no vídeo. Deixe claro aos seus alunos que, no entanto, dependendo da geometria molecular, ligações polares podem ou não gerar uma molécula apolar. Assim, dependendo da maneira como os átomos estão distribuídos na molécula, as cargas dos polos podem anular-se, gerando uma molécula apolar.

Destaque a imagem do vídeo que representa uma molécula de gás carbônico (CO_2) e aponte que a interação entre a polarização é influenciada pela posição dos átomos. Os átomos de oxigênio, por serem mais eletronegativos, acabam se contrapondo, permitindo uma distribuição homogênea dos elétrons, anulando os polos e gerando uma molécula apolar.



2. Atividades

a) **Proponha** que os alunos se **organizem** coletivamente para **criar, roteirizar** e **desenhar** histórias em quadrinhos sobre a evolução dos modelos atômicos;

b) **Sugira** que os alunos, em grupos, **produzam**, a partir de material sucata, modelos de substâncias iônicas e de substâncias covalentes e realizem uma exposição para as demais turmas, de modo que os alunos possam explicar os conceitos envolvidos e as técnicas usadas;

c) **Peça** para os alunos **pesquisarem** sobre os diferentes tipos de ligação e que **produzam** textos de sua própria autoria sobre o tema. A partir desse material, **crie** um blog em um site gratuito e **escolha** alguns alunos para serem co-autores e ajudarem a colocar "no ar" a pesquisa. **Convide**, posteriormente, os demais alunos a **visitar** e **comentar** as postagens.

d) **Sorteie** algumas substâncias moleculares e iônicas entre grupos de alunos e **peça** que eles as **identifiquem**, **classificando-as** a partir da distribuição eletrônica.

3. Avaliação

O **processo de avaliação** deve ocorrer de forma continuada. Cada atividade deve ser cuidadosamente avaliada do ponto de vista dos objetivos alcançados.

O comprometimento dos alunos, bem como seu interesse em realizar as tarefas, são também pontos importantes a serem considerados dentro do processo de avaliação.

Com a resposta direta das atividades, você pode avaliar que parte do conceito precisa ou não ser revisada com a turma.

Não se prenda às atividades aqui propostas. No caso de identificar que alguma parte das matérias não tenha ficado bem entendida, fique à vontade para propor nova atividade com a qual você alcance o **objetivo** do aprendizado.

Todas essas atividades permitirão a você **avaliar o seu próprio trabalho**, tanto no que se refere ao estudo do conteúdo quanto à utilização das mídias.

VÍDEO - AUDIOVISUAL

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto
Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos
José Guerchon

Revisão Técnica
Letícia R. Teixeira
Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência
Camila Welikson

Produção de Conteúdos
Walter Ruggeri

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral
Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual
Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual
Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento
Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor
Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor
Tito Tortori

Redação
Alessandra Muylaert Archer
Gisele da Silva Moura
Gislaine Garcia
Tito Tortori

Design
Eduardo Dantas
Romulo Freitas

Revisão
Alessandra Muylaert Archer
Gislaine Garcia