



Lições do

Rio Grande

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

CADERNO DO
PROFESSOR

Ensino Fundamental
Ensino Médio

Prezado(a) Professor(a)

É com satisfação que fazemos chegar às suas mãos os Cadernos do Professor, organizados nas mesmas áreas do conhecimento – Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas – do Referencial Curricular elaborado pela Secretaria de Estado da Educação para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio.

Esses Cadernos do Professor são acompanhados de Cadernos do Aluno para serem utilizados em sala de aula. Formados por atividades de todos os componentes do currículo, os Cadernos do Aluno são organizados por séries: um para as 5^a e 6^a séries e outro para as 7^a e 8^a séries do ensino fundamental, um terceiro caderno para os alunos do 1^o ano e outro ainda para os 2^o e 3^o anos do ensino médio.

As atividades presentes nos Cadernos do Professor e Cadernos do Aluno consistem em exemplos de como o Referencial Curricular pode ser implementado em aulas que – acreditamos – possam ser motivadoras e atraentes para nossos alunos.

A organização dos currículos pelas escolas a partir de um referencial deverá assegurar o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas e um conjunto mínimo de conteúdos em cada ano letivo dos anos finais do ensino fundamental e médio, na rede estadual de ensino. A escola é autônoma para construir seu currículo a partir dessa base comum e para escolher o método de ensino, numa livre opção didático-metodológica, mas não tem o direito de deixar de desenvolver essas habilidades e competências cognitivas e abordar esses conteúdos com seus alunos.

Como o Referencial Curricular deverá estar em constante evolução e aperfeiçoamento a partir da prática, coloca-se, para a Secretaria de Estado da Educação, o desafio de desenvolver, a partir de agora, e encaminhar permanentemente para as escolas novas atividades didáticas como essas, se os professores e professoras assim o desejarem e solicitarem.

Dessa maneira, a equipe da Secretaria de Estado da Educação espera estar contribuindo com o seu trabalho em sala de aula e também contar com a sua participação para construirmos uma Boa Escola para Todos.

Mariza Abreu

Secretária de Estado da Educação

Sumário

Física

- 09 Introduções às coleções 1 e 2
- 11 Atividades sobre mecânica fundamentadas nos seus prelúdios históricos
- 26 Relâmpagos, raios e trovões: onde está a física nesses fenômenos naturais?

Química

- 39 Ler, escrever e resolver problemas em Química
- 41 Leite é um alimento completo?
- 50 Biocombustíveis: solução ou problema?

Ciências e Biologia

- 61 Introdução
- 62 Água: recurso natural do planeta
- 69 Movimento e saúde
- 74 Vírus os microinvasores das células
- 82 Células-tronco



Física

CADERNO DO
PROFESSOR

Cláudio José de Holanda Cavalcanti
Fernanda Ostermann

Introdução às coleções 1 e 2

A disciplina de Física não tem tradição didática em promover leituras ou produção textual, na medida em que o seu ensino concentra-se muitas vezes na mera manipulação de fórmulas, em geral desprovidas de significado para os alunos. Tomemos como um exemplo a cinemática: manipular um grande conjunto de fórmulas não ajuda em nada a compreensão dos movimentos e de conceitos envolvidos como velocidade ou aceleração. É mais adequado abordar tais conceitos, por exemplo, a partir de leituras sobre situações reais ou idealizadas envolvendo análise qualitativa dessas situações, sem uso excessivo de fórmulas prontas. É necessário adotar um ensino mais conceitual e menos formulístico. Uma forma de fazer isso seria engajar os alunos na discussão sobre o conhecimento físico e sua contextualização sociocultural, por meio de leitura, produção textual e resolução de problemas. Na Física, a leitura e a produção de textos não se limitam somente aos textos propriamente ditos. Aprender Ciências é aprender uma linguagem constituída de símbolos, gráficos, tabelas, que se constituem em *representações não textuais*.

Na resolução de problemas, o conceitual e o qualitativo são essenciais. Resolver um problema não requer simplesmente manipulação de fórmulas, mas um bom domínio conceitual da situação em jogo. É necessário que os alunos aprendam a formular perguntas que sejam pertinentes à natureza do problema em questão, bem como elaborar hipóteses que auxiliem na sua resolução. Resolver problemas é a atividade primordial da ciência (LAUDAN, 1986). Procurar estabelecer um problema e buscar suas soluções requerem uso de leitura, escrita, contextualização e investigação. A palavra problema supõe invenção e criatividade, e a própria palavra nada tem a ver com exercício. Exercícios possuem solução conhecida, problemas são desafios e podem ter ou não solução. Guiar os alunos na elaboração e resolução

de situações-problema leva à formulação de novas perguntas. Essas são muitas vezes mais preciosas do que as soluções muitas vezes apresentadas. Como cita Pozo (1998), os problemas nos **remetem** a um ciclo evolutivo onde devemos *aprender para resolvê-los e resolvê-los para aprendê-los*. A simples manipulação de fórmulas (exaustivamente cobradas nas aulas) nos faz recair no que se denomina *resolver exercícios*, o que nada mais é do que um treinamento.

Problemas científicos devem ser colocados levando-se em conta essas premissas. Eles não são abordados a partir do chamado método científico – sequência rígida de passos que começa na observação neutra e culmina na descoberta científica (MOREIRA e OSTERMANN, 1993). A visão de que existe um único método para fazer Física é ingênua. Problemas científicos são aqueles que uma comunidade de cientistas reconhece como merecedores de uma solução e, como já dito, constituem-se em desafios. A tentativa de solução de um problema segue sempre um caminho tortuoso, impossível de ser descrito por regras rígidas, mas que vai sendo observado, questionado, apontado e sistematizado. Para trabalhar em um problema, é preciso aprender a usar modelos teóricos, reconhecendo, utilizando, interpretando e propondo tais modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais (BRASIL, 2002).

Os conteúdos para as coleções 1 e 2 que seguem não foram aleatoriamente escolhidos. Na coleção 1, o tópico central é a dinâmica, mais especificamente as Leis de Newton. Esse conteúdo é parte da espinha dorsal da Física e é provavelmente o tema mais delicado no primeiro ano do ensino médio, pois há muitas concepções alternativas na relação entre força e movimento. Na coleção 2, foi adotada uma postura um pouco distinta: a partir de um fenômeno bem vinculado ao cotidiano (raios e trovões), procura-se abordar de forma introdutória alguns

conceitos de Física pertinentes aos segundo e terceiro anos do ensino médio, enfatizando-

se o aspecto social do fenômeno, numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros curriculares nacionais (PCN+ Ensino Médio)*. Brasília, 2002.

LAUDAN, L. *El progreso y sus problemas: hacia una teoría del crecimiento científico*. Madrid: Ediciones Encuentro. 1986.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Sobre o ensino do método científico*. Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 108-117, ago. 1993.

POZO, J. I. Introdução. In: J. I. Pozo (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed, introdução, p. 9-11, 1998.

Sites consultados:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ciencias-Natureza.pdf> 0150. Acesso em: 8 jan. 2009.

<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275/6704>. Acesso em: 8 jan. 2009.

Ensino Médio - 1º ano

Atividades sobre mecânica fundamentadas nos seus prelúdios históricos

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”

(Isaac Newton, em uma carta a Robert Hooke, em 1675.)

Introdução

Caro professor:

Imagine um corpo em movimento retilíneo uniforme, ou seja, em velocidade constante. A ideia de que esse movimento se mantém no tempo e no espaço, sem que uma força atue sobre ele, parece ser contra o bom senso. Apenas nos séculos XVI e XVII, foi construída por Isaac Newton (1642-1727) uma teoria que propõe que a ação de uma força produz variação da velocidade no tempo (uma aceleração), não sendo necessária a ação desta força para manter a velocidade constante, ou seja, a força não está relacionada com a velocidade, mas com sua variação. Assim como a humanidade levou em torno de dois mil anos para formular essa nova dinâmica, é natural esperar que os alunos apresentem dificuldades na compreensão dos conceitos-chaves envolvidos no estudo das três Leis de Newton. Não podemos, portanto, exigir que os alunos abandonem, em algumas poucas lições, ideias que desenvolveram ao longo de suas vidas. Inclusive para nós, professores, esse tema requer cuidado, mesmo que tenhamos larga experiência em ensiná-lo. É bastante interessante perceber que essas ideias intuitivas dos alunos guardam semelhanças com concepções pré-newtonianas da Mecânica, misturando diferentes concepções (SILVEIRA *et al.*, 1992; PEDUZZI, 1996; PEDUZZI e ZYLBERSTAJN, 1997; CUNHA e CALDAS, 2001). Essas concepções podem persistir mesmo após explicar aos alunos as concepções cientificamente compartilhadas (newtonianas), o que evidencia a dificulda-

de de assimilação da Mecânica Newtoniana e, principalmente, mostra que apenas expor aos alunos a forma correta de explicar o movimento dos corpos pode não ser suficiente para que eles aprendam Mecânica Newtoniana. Nesse caso, é necessário também problematizar as concepções pré-newtonianas. No entanto, ao se estruturar um ensino excessivamente vinculado ao cotidiano, pode-se acabar reforçando ideias pré-newtonianas, pois experiências diárias parecem mostrar que é necessária uma força para que o movimento se mantenha (não é à toa que essa ideia persistiu por séculos).

A teoria de Newton foi construída em um momento histórico de ruptura com a visão religiosa da natureza (Idade Moderna) e está intimamente relacionada ao avanço científico e tecnológico que ocorreu a partir do Renascimento. Com ela, a humanidade pode projetar e construir máquinas e veículos mais eficientes do que aqueles inventados antes do advento da teoria newtoniana (do arado à automação industrial), melhorou muito a construção de prédios e casas (antes, muitas vezes inseguras), isso sem contar a colocação de satélites em órbita, cuja importância é indiscutível (por exemplo, satélites de comunicação, de monitoramento de alterações climáticas e outros). Em resumo, a Física Newtoniana não é apenas um exercício mental de sofisticação teórica de um cientista – é um avanço no conhecimento que reflete em profundo impacto econômico, social e tecnológico (que, infelizmente, pode também ser negativo, pois, por exemplo, a indústria armamentista se beneficia e impulsiona esse avanço científico). Com a Mecânica Newto-

niana, pode-se também prever, a partir de alterações em órbitas de planetas já conhecidos, a existência de certos planetas, antes de serem detectados visualmente (como foi o caso de Netuno e Plutão – este último já não é mais considerado planeta). O mecanicismo, inaugurado na ciência pela dinâmica newtoniana, assume que a Física busca descrever o mundo a partir de *idealizações* (massas puntiformes, fios sem massa e inextensíveis, pêndulos simples), *modelizações* (força de atrito proporcional à força normal à superfície de contato, movimento de queda livre) e *abstrações* (Lei da Inércia, representação vetorial das grandezas físicas, conceito de força, tempo, espaço).

A construção de uma dinâmica fundamentada na ideia de que um movimento retilíneo uniforme pode se manter no tempo e no espaço sem que seja necessária a ação de uma força atuando sobre o corpo em movimento, e de que o efeito de uma força reflete-se na variação da velocidade e não no valor da velocidade em si foi um dos frutos mais importantes da revolução científica que ocorreu nos séculos XVI e XVII. Essa ideia é uma das concepções menos intuitivas da Física, como atesta a dificuldade que estudantes de ensino médio e universitário apresentam para a sua compreensão. E não poderia ser diferente, visto que toda a experiência cotidiana parece mostrar que um movimento só pode ser mantido sob a ação de uma força.

A unidade didática aqui proposta faz este trajeto em linhas gerais, chamando a atenção para alguns marcos importantes e problematizando o ensino deste tema. Este é, sem sombra de dúvida, o mais delicado dos temas abordados no primeiro ano do ensino médio e, obviamente, nenhum professor pode evitar de ensiná-lo – é um dos pilares da Física. A nossa intenção é ajudá-lo na gloriosa tarefa de ensiná-lo, enfrentando suas sutilezas sem adotar o tradicional método excessivamente formulístico e pouco ou nada conceitual, que enfatiza a resolução de problemas numéricos (de simples aplicação da fórmula $\vec{F} = m\vec{a}$, em detrimento de uma discussão conceitual

sobre o tema – muito mais significativa em termos da construção, por parte dos alunos, da concepção newtoniana sobre força e movimento. Uma discussão conceitual, além de possibilitar um debate muito maior de ideias, pode diminuir o receio do aluno ao se deparar com um universo de conceitos abstratos que, de forma alguma, deveriam intimidá-lo, mas sim desafiá-lo na instigante aventura que é aprender Física.

Objetivos

Os alunos, ao final da unidade, deverão ser capazes de:

- **Ler** e interpretar informações apresentadas em diferentes formas – esquemas, textos e figuras; compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.
- **Escrever** e argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas que sustentem sua posição, seja oralmente ou através de produção textual (pequenos relatos, análise de fenômenos e experimentos).
- **Resolver problemas**, relacionando os conceitos físicos necessários para o entendimento das situações e atividades propostas.

Habilidades

Pretende-se que os alunos desenvolvam as seguintes habilidades:

- Localizar informações explícitas e inferir informações implícitas em um texto ou em um enunciado.
- Distinguir uma concepção cientificamente aceita da concepção de senso comum;
- Interpretar texto relativo à Mecânica, com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinhos, foto, etc.).
- Expressar ideias físicas por escrito de forma consistente, a partir de enunciados,

textos, gráficos ou figuras.

- Estabelecer relação entre a tese de uma teoria científica e os argumentos oferecidos para sustentá-la.
- Resolver problemas, envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

Conteúdos

Os conteúdos aqui abordados são as três Leis de Newton e seus conceitos fundamentais.

Tempo de duração previsto: 6 aulas.

Atividade I: Situações para discutir a relação entre força e movimento (Aulas 1, 2, 3 e 4)

O conjunto de situações discutidas a seguir serve como guia para a problematização da relação intuitiva entre força e movimento. Estas situações foram adaptadas do trabalho de Silveira et al. (1992) e estão reproduzidas no Caderno do Aluno, sendo omitidos seus enunciados aqui. A duração prevista é de quatro aulas (períodos).

Sugerimos a seguinte estratégia de trabalho:

- Na primeira das quatro aulas destinadas a essa atividade, organize seus alunos em grupos de três ou quatro, como você achar melhor. Deixe os grupos livres para responderem às situações propostas e faça com que cada grupo formule por escrito a justificativa da resposta escolhida para cada situação. Se não terminarem em sala de aula, peça para que terminem em casa – é importante que cada grupo termine essa tarefa antes da segunda aula.
- Na segunda aula, os grupos devem apresentar as suas justificativas. É importante que você estimule todos os alunos do grupo a se manifestarem (não é uma boa ideia o grupo escolher um representante). Sugerimos ainda que as manifestações de cada

grupo sejam ordenadas por situação: primeiro todos os grupos se manifestam a respeito da situação 1 e assim por diante. Recolha as respostas de cada grupo.

Professor, será recomendado que os alunos leiam, no seu Caderno, o texto “Breve histórico da Mecânica” após a discussão das situações. Recomendamos que você o leia antes da discussão. O ensino de teorias já superadas sobre o movimento dos corpos é importante para que os alunos contextualizem historicamente suas próprias concepções e, a partir daí, com o seu auxílio, compreendam melhor as concepções atualmente compartilhadas por cientistas. É importante que você os conscientize disso depois deles lerem esse texto. Ele também auxilia na realização das atividades II e III. Enfatizamos que o ensino dessas teorias deve ter como contraponto a teoria newtoniana, sem a qual não há como problematizar as concepções do senso comum sobre o movimento dos corpos. Além disso, ao se propor essas situações aos alunos, é necessária a discussão detalhada das mesmas, exigindo deles postura crítica e justificativa da escolha da resposta a cada uma delas. Essa atividade deve se constituir em um recurso didático que se integre no processo de aprendizagem, trazendo à tona os conhecimentos prévios dos alunos. Esse recurso, aliado à interação entre você e seus alunos e dos alunos entre si, pode auxiliar a desenvolver as habilidades enunciadas nesta unidade. Além disso, proporciona uma visão conceitual do conteúdo aqui abordado. Para uma discussão conceitual mais detalhada das três Leis de Newton, recomendamos as obras de Gaspar (2001), Máximo e Alvarenga (2007) e Hewitt (2002).

- Na terceira aula, é sua vez: você deve problematizar as respostas incorretas fundamentado na teoria newtoniana, explicando a partir dessa mesma teoria a resposta correta. Peça aos grupos que anotem essas explicações, pois na próxima aula (quarta) deverão apresentar para a turma, justificando, com as próprias palavras para cada situação proposta, a resposta correta a partir da teoria newtoniana.
- Na quarta aula, os grupos devem apresentar essas novas justificativas, com as próprias palavras, ou seja, não apenas reproduzindo as explicações da aula anterior. Oriente-os em caso de incorreções ou imprecisões, propondo novas situações-problema na hora dessas apresentações. Incentive os alunos a debaterem e promova a discussão na sala de aula.

Isso é apenas uma sugestão. Você pode propor aos seus alunos a metodologia que lhe parecer mais apropriada. O importante é que essa atividade seja geradora de diálogo e promova a livre manifestação de ideias. Lembre que aprender Física envolve aprender uma linguagem que é construída na interação com o professor e com seus colegas – aposte na interatividade. Vamos às situações e aos comentários a respeito.

Comentários à situação 1

Professor, na primeira e na segunda situações, fornecemos a você uma sugestão de discussão detalhada de como contrapor com seus alunos os conceitos de senso comum e newtonianos, de modo a promover um debate potencialmente rico. Para as demais, faremos comentários mais curtos, destacando a teoria newtoniana.

Do ponto de vista da Física Aristotélica, com forte apelo no cotidiano, o aluno tenderia a marcar como corretas alternativas que mostrassem alguma força na direção e no sentido do movimento do bloco de gelo. Aristóteles não concebia o movimento sem a ação de uma força – mas, segundo sua teoria, algum mecanismo deve manter a força atuando sobre o bloco enquanto ele se movimenta (PEDUZZI, 1996). Além disso, o peso para ele não era uma ação externa (força). O movimento natural não está relacionado com a força peso ou com qualquer agente externo: é a tendência de todos os corpos de ocupar o seu lugar natural. Para objetos pesados (segundo Aristóteles, constituídos em maior proporção pelo elemento *terra*), esse lugar coincide com o centro da Terra, que é imóvel. Assim, os objetos pesados caem não porque sofrem ação de uma força, mas sim porque eles têm o propósito de encontrar esse lugar natural. Chama-se isso de *tendência a cair*. Quando o bloco (corpo mais pesado do que o ar) está sobre a superfície horizontal, pode-se imaginar que ele já está no seu *lugar natural* ou, ao menos, no lugar mais natural possível (a rigor, o seu *lugar natural* seria o centro da Terra, mas ele não é capaz de penetrar na superfície terrestre e ir para lá). Por isso, as alternativas “a” e “e” não se ajustam perfeitamente à sua teoria. A resposta mais adequada, do ponto de vista da Física Aristotélica, é a alternativa “d”.

Os alunos, que, em geral, apresentam um misto de concepções (inclusive newtonianas quando reconhecem a atuação da força peso), parecem também se basear em concepções semelhantes às que levaram à formulação das teorias do *Impetus*, do francês Buridan, e da *Força Impressa*, originalmente proposta por Hiparco, para resolver esse tipo de situação, ambas consideradas como **Física Medieval**. Na teoria da **Força Impressa**, a principal explicação para o movimento do bloco reside na força transmitida a ele pelo lançador (a criança). Essa força absorvida pelo bloco se extingue gradativa e naturalmente à medida que ele se movimen-

ta. Não há, segundo essa teoria, explicação para a extinção da força – isso acontece, como dito, naturalmente. As teorias da *Força Impressa* e do *Impetus*, assim como a Física Aristotélica, consideram a tendência a cair na direção do centro da Terra como um propósito natural dos corpos. No solo, pode-se argumentar que não há motivo para considerar, segundo essas teorias, nenhuma outra ação sobre o corpo que não fosse aquela que o mantém em movimento, atuando na direção e no sentido deste. A resposta mais compatível com essas teorias é também a alternativa “d”.

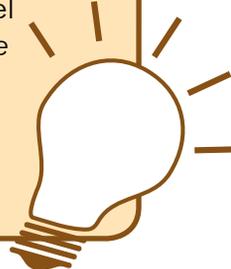
Para refletir

Ressaltamos que a teoria da *Força Impressa* e a teoria do *Impetus* **não** são a mesma coisa! Segundo a teoria da *Força Impressa*, a extinção gradual da força “absorvida” acontece naturalmente, não havendo nenhuma relação com atrito ou outras influências externas. Mesmo que não haja atrito, a *Força Impressa* se autoextingue. Já o *Impetus* tem natureza permanente, sendo extinto apenas por influências externas, como, por exemplo, a resistência de um meio ou a gravidade. A forma como essas teorias descrevem o movimento são diferentes, como ficará mais evidente adiante. Tanto a *Força Impressa* quanto o *Impetus* seriam propriedades do corpo e, portanto, **não** estão vinculados ao conceito de força newtoniano, que é originada unicamente por interação entre corpos. Esses conceitos medievais guardam semelhanças com os conceitos modernos de energia ou quantidade de movimento.

Por que a Física Newtoniana, mesmo sendo menos intuitiva, deve ser aprendida como a explicação correta? Primeiramente, essa situação nos remete a um fenômeno sem análogo no mundo real, vivenciado cotidianamente. A experiência direta

mostra exatamente o que preveem as Físicas Aristotélica e Medieval. O bloco inevitavelmente diminui a velocidade sobre qualquer superfície antes de se chocar com a parede. Se quisermos simular essa situação em um laboratório didático, seria necessário minimizar o atrito pela utilização dos chamados colchões de ar, os quais criariam, entre o bloco e a superfície horizontal, uma fina camada de ar que sustentaria o bloco, evitando o contato direto entre ele e a superfície. Para proporcionar eficazmente essa condição durante longo tempo, seria necessário o uso de equipamento adequado. No entanto, por se tratar de um bloco de gelo se movendo sobre uma superfície lisa, o atrito é naturalmente pequeno, podendo ser desconsiderado nesta situação.

Várias experiências podem ser sugeridas em aula para problematizar a ideia de que a força não fica “capitalizada” no objeto. Um exemplo típico seria quando recebemos um empurrão (força) estando sobre um skate: não sentimos esse empurrão depois de cessado o contato (interação) e o skate (e a pessoa que estiver em cima dele) continua se movimentando – **sem ação da força que causou o seu movimento**. Claro que o movimento se mantém por um bom tempo apenas quando o skate é de boa qualidade e a superfície sobre a qual ele se movimenta não for muito acidentada. O fato é que ninguém sente uma pressão de um empurrão depois de cessado o empurrão! A redução subsequente da velocidade é consequência de uma força resistiva (atrito ou resistência do ar). Em uma situação idealizada na qual não há força resistiva, impossível de ser obtida na prática, o skate não para nunca. Só é necessária uma força para colocar o skate em movimento ou para cessar esse movimento.



É necessário enfatizar que a força é originada por *interação*, não sendo uma propriedade dos corpos. Ela não é “absorvida” ou “capitalizada” e cessa quando não há interação.

A **Física Newtoniana** aponta a letra “b” como resposta. O corpo sofre a ação do peso (exercido pela Terra) e da força de contato normal à superfície sobre a qual ele desliza. Observe que a força resultante sobre o bloco é nula ao longo de todo o movimento. Portanto, de acordo com a segunda Lei de Newton, sua aceleração é também nula, ou

seja, sua velocidade é constante (em módulo, direção e sentido). A Física Newtoniana transcende completamente a vivência cotidiana. É necessária bastante abstração para compreendê-la: o conceito-chave aqui é o da inércia – presente na primeira Lei de Newton, a *Lei da Inércia*. A rigor, deve-se ter claro entendimento das *três Leis de Newton* para resolver cada uma dessas situações. É importante discutir cada situação apresentada sempre se norteando pelas três Leis de Newton, fazendo um contraponto com as teorias aristotélica e medieval.

Reflexão I:

Erroneamente, muitos pensam que a primeira Lei é apenas um caso particular da segunda (se não há força resultante, não há aceleração e, portanto, o corpo se mantém em repouso ou em linha reta com velocidade constante). Muitos alunos perguntam o motivo da existência da primeira Lei, se ela parece estar contida na segunda. Na verdade, a primeira Lei implicitamente define os referenciais nos quais as três Leis são válidas: os chamados referenciais inerciais (em poucas palavras, referenciais não acelerados). Imagine uma situação simples: você está de pé no corredor no interior de um ônibus e o mesmo está inicialmente em repouso. O ônibus acelera para frente, aumentando a velocidade, e você, de pé no corredor, sente como se algo o estivesse empurrando para a traseira do ônibus. Quem o está empurrando? Ninguém!!! A primeira Lei automaticamente cai por terra nesse caso: você se sente empurrado, portanto, acelera para trás, mas sem que seja exercida em você força alguma, já que não há um agente que aplique esta “força”. É puro efeito da sua inércia (e não de um agente externo), que resulta do fato do ônibus, enquanto acelera, não se constituir em um referencial inercial no qual as três Leis de Newton são válidas. Essa “força”, que o impulsiona para a traseira do ônibus, é chamada “força fictícia”. Não é uma força, e sim um efeito. Outro exemplo conhecido de força fictícia é a *força centrífuga*, normalmente concebida para explicar o “equilíbrio” no movimento circular. Uma explicação corriqueira para justificar o fato da Lua (que, hipoteticamente, descreve um movimento circular uniforme em torno da Terra) não cair sobre a Terra é atribuir à força centrífuga o papel de cancelar a força gravitacional da Terra sobre a Lua (que desempenha o papel da força centrípeta, neste caso). O erro dessa explicação é grave, pois o movimento circular acontece justamente porque não há equilíbrio de forças. É necessária a força centrípeta para manter a órbita supostamente circular da Lua, caso contrário, se houvesse equilíbrio, ela descreveria um movimento em linha reta com velocidade constante (segunda Lei de Newton). A “força” contrária em sentido à força centrípeta, que sentimos dentro de um automóvel enquanto ele faz uma curva (circular ou não), tem a mesma conotação da falsa força de empurrão anteriormente discutida. Se a porta do carro se abre, a pessoa não seria projetada para fora, no sentido contrário ao da força centrípeta, mas sim tangencialmente à trajetória anteriormente descrita. A centrifugação é um efeito da tendência dos corpos em manter seu estado de movimento (inércia). Em um referencial não inercial, essa tendência provoca esse efeito. Portanto, existe o efeito de centrifugação, mas essa, como outras “forças” não inerciais, não é considerada de fato uma força no sentido das condi-

ções estabelecidas pelas três Leis de Newton. Para uma discussão mais detalhada sobre forças fictícias, sugerimos a leitura do livro de Gaspar (2001, p. 181-185, v. 1).

Reflexão II:

É muito comum as pessoas pensarem que, nesta situação, a força peso e a normal à superfície formam um par ação e reação (terceira Lei de Newton). Mas isto é incorreto, já que ambas atuam sobre o bloco que desliza sobre o plano e, portanto, anulam-se (o que explica porque o bloco se mantém em linha reta com velocidade constante). Lembre-se que os pares ação e reação surgem da interação entre os corpos. Quem exerce a força peso sobre o bloco é a Terra, portanto, sua reação é a força que o bloco exerce sobre a Terra (que atua no seu centro e tem a mesma intensidade, direção, mas sentido contrário à força peso). Já a força normal é exercida pela superfície horizontal sobre o bloco e é reação não à força peso, mas à força que o bloco exerce sobre a superfície horizontal por estar sendo atraído para o centro da Terra. No caso da superfície ser horizontal, a força normal quase sempre tem a mesma intensidade que a força peso. Pode haver casos em que a força normal tem intensidade diferente da força peso, em uma superfície horizontal? Sim!!! Quando? Quando o peso que atua sobre a superfície é tal que a mesma, por não conseguir resistir, deforma-se, permitindo que o corpo afunde nela. Enquanto o corpo afunda, o peso é maior do que a força normal. Como discutido mais adiante, em uma superfície não horizontal (plano inclinado), o peso não tem mesma intensidade nem direção que a força normal.

Professor, você deve estar se perguntando: se a Física Newtoniana é a que fornece a resposta adequada para essa situação, por que ela necessita de uma argumentação bem mais longa do que as outras para justificar a escolha da resposta correta? É esse ponto exatamente que queremos enfatizar: a Física Newtoniana não é nada intuitiva e deve ser ensinada levando-se isso em conta. Os livros didáticos, ao omitirem discussões que aprofundem o entendimento das três Leis de Newton e outros aspectos fundamentais da Mecânica Newtoniana, induzem professores e alunos a encararem a Física Newtoniana como se fosse simples e, mais grave, intuitiva. Se você construísse uma unidade didática para ensino médio em Mecânica toda fundamentada em Física Aristotélica ou Medieval, você talvez se surpreendesse com sua fácil assimilação e aparente sucesso. Mas, felizmente, sabe-se hoje que essa versão da Mecânica é incorreta, apesar de ter forte apelo ao senso comum. A expressão “felizmente” é empregada para enfatizar que é necessário, no ensino de Ciências e, em particular, na Física, romper com as ideias do senso comum, tendo-se uma postura crítica em relação ao mundo cotidiano. A construção de postura crítica pelos alunos é de fundamental importância na vida de qualquer cidadão. Não há sentido em aprender as Leis de Newton apenas pelo fato de serem um legado científico da humanidade. Não que isso não seja importante – a Física Newtoniana é, historicamente, a primeira grande revolução científica, na medida em que unifica as leis do movimento dos corpos no universo. Mas, além disso, é um exemplo de abordagem crítica da natureza: Newton deu um passo gigantesco na defesa de um modelo não intuitivo da realidade física e sem sólido suporte experimental (a máquina de Atwood - 1ª demonstração experimental da segunda Lei de Newton, por exemplo, só foi inventada mais de um século depois dos *Principia*). Mas igualmente importante é essa busca por *algo mais*, não dogmático, que transcenda a

experiência sensível, o senso comum e a opinião geral. Isso é de fundamental importância na atividade científica e na vida. A consciência crítica nasce de uma certa *desconfiança* em relação a qualquer “unanimidade” e é indício de questionamento e maturidade. O cidadão que exerce plenamente seus direitos não é só um bom consumidor de produtos e serviços, mas, acima de tudo, alguém que problematize o modelo socioeconômico, cultural e político no qual ele está imerso. Aprender Física sem se render a intuições rápidas e ingênuas a respeito da realidade implica empreender esforços para abordar criticamente um problema e saber elaborar perguntas e alternativas para resolvê-lo, sem recorrer unicamente a formulismos simplórios e vazios de significado.

A seguir, faremos alguns comentários a respeito das outras situações. No entanto, faremos comentários mais sucintos do que aquele feito na primeira situação.

Comentários à situação 2

A resposta correta, como prevista **pela segunda Lei de Newton**, é a letra “c”, ou seja, apenas o atrito *cinético* exerce força

(contrária) ao movimento do tijolo, o que lhe confere um decréscimo de velocidade, até que ele para. Cabe discutir aqui como um exemplo de *modelização* desse tipo de força dissipativa (proporcional em módulo à força normal) e uma *idealização* concebem essa força como constante ao longo do movimento. A alternativa correta mostra o tijolo livre da ação de forças no ponto C, inclusive cessa o atrito.

Para refletir

Uma pergunta bastante traiçoeira pode surgir e, mesmo que não surja em aula, é recomendável discuti-la: se a força de atrito é proporcional à força normal, como ela é nula quando o tijolo está em repouso? A força normal, obviamente, não é nula, pois se fosse o tijolo estaria em movimento de queda livre (apenas a força peso estaria atuando sobre ele). Além disso, a hipótese de que a força de atrito não seria nula quando o tijolo para é contraditória com a segunda Lei de Newton, já que, nesse ponto, ela seria a força resultante sobre ele e, pela segunda Lei de Newton, isso causaria uma aceleração para a esquerda que, logo após atingir o repouso, produziria inversão do sentido da velocidade e o tijolo passaria a se mover no sentido contrário, voltando para a mão do pedreiro!!! Se você algum dia observar isso com um tijolo deslizando, fuja, pois seria sem dúvida um evento paranormal provocado por fantasmas. A força de atrito sobre o tijolo deve ser encarada como reação (do piso) à tentativa de mover (o tijolo) sobre o piso horizontal, formando um par ação-reação: o tijolo exerce sobre o piso uma força de atrito cinético no sentido do movimento e o piso exerce sobre o tijolo a mesma força, mas no sentido contrário ao movimento (há interação entre a superfície inferior do tijolo e o piso). O que acontece quando uma força horizontal é aplicada sobre o tijolo, mas sem conseguir causar movimento em relação ao piso? Essa força se transmite por todo o tijolo (que assumimos como um corpo rígido) e para a região de contato entre as superfícies inferior do mesmo e a superfície horizontal do piso. Se a força aplicada não é suficiente para causar movimento relativo entre as su-

perfícies de contato, é porque surge uma força de atrito estático sobre o tijolo igual à força aplicada, mas em sentido contrário (mantendo o tijolo em repouso em relação ao piso). Essa força de atrito estático aumenta sempre que aumentarmos a força aplicada, mas ela tem um limite superior, que é conhecido como *força de atrito estático máxima*. Esse valor máximo da força de atrito estático é o produto do *coeficiente de atrito estático* pela força normal – **apenas nessa situação (quando o movimento está prestes a se iniciar) é que se pode expressar a força de atrito estático matematicamente dessa forma**. Quando a força aplicada excede a força de atrito estático máxima, inicia-se o movimento e passa a atuar, no sentido inverso deste, a força de atrito cinético (que é o produto do coeficiente de atrito cinético pela força normal), de intensidade menor do que a força de atrito estático máxima (por isso se diz que o coeficiente de atrito estático é maior do que o coeficiente de atrito cinético). Qualquer pessoa pode vivenciar esse fenômeno ao tentar colocar em movimento um móvel sobre o piso de uma casa.

Nessa situação, **do ponto de vista da segunda Lei de Newton**, a força de atrito cinético é a força resultante sobre o tijolo (força peso e força normal se cancelam), causando nele uma aceleração contrária ao movimento, sendo esta a única responsável em levá-lo ao repouso. Uma vez atingido esse repouso, não há força de atrito estático, pois não há força externa horizontal aplicada sobre o tijolo nesse ponto.

Segundo a Física Aristotélica, seguindo a premissa se *há movimento é porque há força*, a alternativa mais adequada seria a alternativa “b”. **A teoria da Força Impressa** pode se ajustar à alternativa “a”, na qual a força impressa se autoextingue até se igualar à força resistiva, quando o tijolo cessa o movimento. **A teoria do Impetus** pode também se ajustar à alternativa “b”, pois o *Impetus* diminui pela ação do atrito e pela diminuição da velocidade. Os alunos podem seguir esses tipos de abordagens intuitivas ao se depararem com essa situação.

Comentários à situação 3

A resposta correta, como previsto pela **Física Newtoniana**, é a letra “b”, ou seja, apenas atuam sobre o bloco a força normal ao plano e o peso exercido pela Terra. Note que a força normal, neste caso, não é

igual ao peso em módulo nem direção, o que reforça a ideia de não se constituírem em um par ação-reação. A componente do peso perpendicular à superfície do plano cancela a força normal, restando uma força resultante, que é a componente do peso, paralela ao plano inclinado. Então, pela segunda Lei de Newton, o bloco sofre uma aceleração na mesma direção, mas em sentido contrário ao seu movimento, o que lhe confere um decréscimo uniforme na sua velocidade, até que ela se anule. A partir desse instante, inicia o movimento de descida no qual a velocidade passa a aumentar uniformemente.

Uma **concepção aristotélica** levaria o aluno a escolher alternativas que incluam força na direção e sentido do movimento, ou seja, de baixo para cima e paralela à superfície do plano (alternativas “a”, “d” e “e”). Da mesma forma, uma concepção parecida com a teoria da *Força Impressa* levaria o aluno a escolher essas mesmas alternativas. A força contrária ao movimento (alternativas “c” e “d”) ajusta-se às ideias tanto da Física Aristotélica quanto da Medieval, já que o lugar mais natural possível do bloco é a superfície da Terra (horizontal), ou seja, abandonando-se o bloco sobre o plano, ele naturalmente desce o mesmo em busca da superfície terrestre.

Comentários à situação 4

Professor, sabemos que, neste ponto, você, provavelmente, já tratou com seus alunos do movimento de queda livre, no qual os objetos caem sem enfrentar qualquer impedimento (sem força resistiva do ar ou qualquer outro atrito). A única força que atua no corpo é a força gravitacional que, para pontos próximos da superfície terrestre é o peso. Aparentemente, é um assunto trivial. No entanto, nossos alunos observam no dia a dia muitos objetos caírem com acelerações diferentes entre si, o que pode causar certa confusão. Uma pena não cai com a mesma aceleração que um martelo: no ar, se forem soltos da mesma altura, o martelo chega antes ao solo. As equações do movimento de queda livre não podem ser aplicadas à pena caindo no ar, mas são excelentes aproximações para descrever a queda do martelo, também caindo no ar (ambos próximos à superfície terrestre, obviamente). O efeito da resistência do ar sobre o movimento de queda do martelo é bem menos perceptível do que sobre o movimento de queda da pena. Na ausência do ar, a pena e o martelo possuem a mesma aceleração ($|\vec{g}| = 9,8m/s^2$), que aponta, com excelente aproximação, para o centro da Terra – sem a resistência do ar, o movimento é de fato uma *queda livre*.

Essa experiência foi realizada e filmada na Lua, onde a aceleração da gravidade é aproximadamente seis vezes menor do que na Terra. Ao final, na última atividade, fornecemos o *link* para você baixar o vídeo. A ideia de que corpos pesados caem mais rapidamente do que corpos mais leves é essencialmente aristotélica (maior força, maior velocidade). Para entender a tendência de alunos ao escolherem certas respostas, é interessante discutir brevemente com você, professor, as concepções pré-newtonianas em cada situação. Faremos esse procedimento nas situações subsequentes.

Nessa questão, a alternativa correta é a letra “c”, pois trata-se de uma *queda livre* (apesar do movimento aqui ser de subida, esse é o nome geral dos movimentos verticais, próximos à superfície, desprezando-se as forças resistivas). Assim, além do peso, nenhuma outra força atua sobre a pedra. O fato da pedra estar subindo e o peso apontar na mesma direção, mas no sentido inverso do movimento, apenas faz com que a velocidade diminua, exatamente como discutido na situação 3.

Do ponto de vista aristotélico, haveria uma força vertical para cima, que impulsionaria o objeto, ou seja, a alternativa “a” (movimento *violento*). Do ponto de vista da teoria da *Força Impressa*, o peso é definido como uma *tendência à queda*, que se traduz em uma ação constante vertical para baixo. Enquanto a *Força Impressa* for maior do que a *tendência à queda* (peso), o corpo sobe.

Assim, segundo a teoria da *Força Impressa*, a alternativa “d” é satisfatória. A Teoria do *Impetus* também não considerava o peso como ação externa, e sim um propósito natural dos corpos. Essa teoria, na queda ou na subida dos corpos, é confusa na sua formulação. Buridan coloca o *Impetus* ora como causa do movimento e ora como efeito no movimento – na subida, o *Impetus* é degradado pelo seu peso *natural*, fazendo com que a velocidade diminua (*Impetus* é causa), o que diminui o *Impetus* (*Impetus* é efeito). A alternativa “d” é compatível também com a teoria do *Impetus*.

Comentários à situação 5

Do ponto de vista newtoniano, a alternativa correta é a letra “d”. Apenas o peso atua sobre o objeto. É o peso que faz o objeto desacelerar até anular sua velocidade. Nesse ponto, mesmo que a velocidade seja

nula, o peso continua atuando e é ele que faz com que a velocidade inverta o sentido, iniciando-se então o movimento de descida, no qual, também pela ação do peso, a velocidade aumenta.

Essa situação é interessante porque evidencia as diferenças entre as teorias da *Força Impressa* e do *Impetus*. **A Física Aristotélica** poderia levar à escolha da alternativa “e” como a correta. Se não há velocidade no ponto mais alto da trajetória, é porque, nesse ponto, não há força apontando para cima. Lembre que, para Aristóteles, há um propósito natural do corpo em se mover para o centro da Terra, ou seja, uma resposta onde aparece o peso como ação externa pode não ser compatível com seus preceitos básicos sobre o movimento. No entanto, pode-se argumentar a favor da ideia de representar essa tendência natural dos corpos por algo que o puxe para baixo. Assim, a alternativa “d” poderia ser considerada correta. **A teoria da Força Impressa** levaria à escolha da alternativa “b”. Nessa teoria, a força que é impressa ao corpo se extingue gradativamente – quando ela se iguala à tendência do corpo a cair, o corpo para. Por isso, a alternativa “b” é adequada. Após, o corpo começa o movimento de descida porque a *Força Impressa* diminui e se torna cada vez menor do que o peso, fazendo com que o corpo se mova cada vez mais rapidamente para baixo. **A teoria do Impetus** levaria à escolha da letra “d”, se representarmos a tendência a cair como algo que aponta para baixo, ou “e” se seguirmos à risca a ideia do peso não ser uma força, mas uma tendência natural. Em ambas as alternativas, no ponto mais alto da trajetória “a”, o *Impetus* é nulo, pois é definido, segundo Buridan, como o produto da massa pela velocidade.

Comentários à situação 6

A Física Newtoniana leva à escolha da alternativa “a” como resposta, pelas mesmas razões apontadas na situação anterior. **A teoria da Força Impressa** levaria à escolha

da alternativa “a” ou “b”, uma vez que, se o corpo está descendo, a *Força Impressa* nele seria menor do que sua tendência a cair ou nula (completamente extinta). **Para a teoria do Impetus**, a alternativa mais adequada seria a “c”, na qual tanto o *Impetus*, quanto a tendência a cair apontam para baixo. Segundo Buridan, o aumento da velocidade leva ao aumento do *Impetus* que, por sua vez, leva ao aumento da velocidade (*Impetus* é causa e efeito).

Comentários à situação 7

Pela teoria newtoniana, a resposta correta é a alternativa “e”. A força gravitacional da Terra sobre a Lua desempenha o papel da força centrípeta, sendo a única responsável pela variação da velocidade.

Para refletir

No movimento circular uniforme, o módulo da velocidade não varia, mas varia sua direção em cada ponto da trajetória circular (o vetor velocidade é tangencial à trajetória em cada ponto). Portanto, sendo a velocidade uma grandeza vetorial, para variar sua direção é necessária a ação de uma força (mesmo que não varie seu módulo).

Volta aqui a discussão já colocada anteriormente: a *força centrífuga* não é considerada uma força e essa expressão deve ser usada com muito cuidado. Considerar a alternativa “c” ou “d” como corretas leva a uma contradição: se essa “força” cancela a centrípeta, pela segunda Lei de Newton a Lua inevitavelmente descreveria movimento retilíneo (uniforme, de acordo com a alternativa “c”, e acelerado, segundo a alternativa “d”). A força (tangencial) na direção do movimento atuaria no sentido de variar o módulo da velocidade. Por se tratar, por

hipótese, de um movimento circular uniforme, essa força não pode estar presente.

Do ponto de vista aristotélico, os movimentos da Lua, do Sol e de qualquer corpo celeste não estão sujeitos às mesmas leis que regem o movimento dos corpos na Terra. Há, nessa teoria, como na teoria da *Força Impressa*, uma Física celeste e outra terrestre. **Já a teoria do Impetus**, embora ainda defendendo o mundo celeste aristotélico (em que a Lua e os astros estão presos a esferas que giram), fornece uma explicação física para esta rotação celestial. A ideia fundamental é que as esferas adquiriram um *Impetus* circular no momento da criação do universo. Como fora do mundo terrestre não há dissipação (mundo celestial é suposto perfeito), esse *Impetus* circular mantém-se eternamente. Neste contexto, tanto a Física Aristotélica quanto a teoria do *Impetus* ajustam-se melhor à letra “b”. Nessa situação, as concepções dos alunos tendem a admitir tanto uma força na direção do movimento (tangencial) como a “força” centrífuga.

Comentários à situação 8

Segundo a Física Newtoniana, mais especificamente a segunda Lei de Newton, há uma força resultante para cima sobre o elevador (soma vetorial da força aplicada pelo motor e da força peso), o que causa uma aceleração na mesma direção e sentido. Ou seja, o elevador subirá com velocidade que aumenta uniformemente, que corresponde à alternativa “b”.

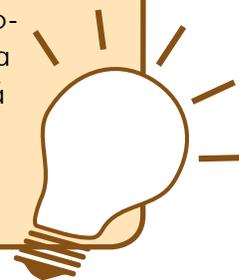
Para a Física Aristotélica, uma força constante aplicada implica uma velocidade também constante (ambas para cima), ajustando-se melhor às alternativas “a” ou “c”. Sendo essa força muito maior do que a tendência a cair, a alternativa “a” seria mais plausível. **As teorias da Força Impressa e do Impetus** são tentativas de explicar a continuidade de aplicação de uma força sobre um corpo por um agente exter-

no, após cessado o contato com esse agente. Como há uma interação contínua com o elevador através do cabo, não há sentido em considerá-las aqui e nem nas situações subsequentes. No entanto, os alunos tendem a ser aristotélicos nesse caso.

Comentários à situação 9

Conforme a segunda Lei de Newton, uma força resultante vertical para cima produz uma aceleração para cima, ou seja, a velocidade continua aumentando mesmo depois da força aplicada pelo motor diminuir. Portanto, a alternativa correta é a letra “a”. Quando a força era muito maior que a força peso, a taxa de aumento da velocidade (a aceleração) era maior. O que acontece depois de sua diminuição (mas ainda com intensidade maior que a força peso) é que essa taxa de aumento da velocidade é menor (mas a aceleração é ainda para cima, mas com uma menor intensidade se comparada à situação inicial).

Trabalhe essa situação levando em conta a armadilha, que tenta entrar em consonância com a concepção (aristotélica) que pode levar os alunos a concluir que a velocidade irá diminuir (alternativa “b”), uma vez que a força que o motor aplica diminui também.



Comentários à situação 10

Pela primeira Lei de Newton, é certo que o elevador continuará se movendo para cima. Pela segunda Lei, como a força aplicada pelo motor se iguala à força peso (portanto, a resultante sobre o elevador passa a ser nula, implicando aceleração igualmente nula), o elevador continuará subindo com velocidade constante, o que corresponde à alternativa “c”. Novamente, a concepção aristotélica pode ser trazida à tona a partir

da alternativa “a” (se cessa a força aplicada, deve cessar a velocidade).

Professor, ressaltamos que, após a discussão das situações, recomende a leitura extraclasse do texto “Breve histórico da Mecânica”, apresentado ao final do Caderno do Aluno. Este texto é apenas uma introdução à história da Mecânica. Ele tem por objetivo suscitar analogias entre as concepções dos estudantes e as visões superadas pela Mecânica Newtoniana. Para um maior aprofundamento sobre a história da Mecânica, sugerimos os trabalhos de Peduzzi (1996), sobre a Física Aristotélica, e de Peduzzi e Zylberstajn (1997), sobre *Força Impres-*sa e teoria do *Impetus*.

Atividade II: Análise crítica de uma figura histórica sobre o movimento de projéteis (Aula 5)

Esta aula oportuniza a síntese das aprendizagens anteriores, desafiando os alunos a transferirem o que aprenderam para uma nova situação.

Trabalho em grupo:

Forme grupos de 3 ou 4 alunos. Peça aos alunos que observem a figura histórica, apresentada no Caderno do Aluno, que mostra a trajetória de um projétil disparado por um canhão. Peça que conversem com o professor de História para identificar a época provável em que foi feita (próxima do século XV ou XVI), ou que pesquisem (em livros disponibilizados na classe – peça também o auxílio da disciplina de Histó-

ria, na biblioteca, na internet) a respeito de características culturais e científicas do período, levantando elementos que possam justificar que a gravura tenha representado a trajetória do projétil da forma que o faz. De posse das informações, desafie-os a relacionarem as leituras feitas sobre história da Ciência a elementos presentes na gravura, identificando evidências que situem a época em que teriam sido confeccionados. Finalmente, sugira que produzam um texto que analise criticamente a figura e contraponham-na a outra que represente uma versão moderna da trajetória do projétil.

Enquanto trabalham, circule pela classe e motive-os a fundamentarem suas escolhas com base nas discussões realizadas nas aulas anteriores e na investigação realizada. As composições mais bem fundamentadas poderão compor pequenos cartazes e serem distribuídos pela escola, como textos informativos (tipo *Você sabia?*), ou circular em *sites* ou *blogs* gerenciados pelos alunos.

Ressaltamos a importância de, antes de realizar essa atividade e as seguintes, pedir aos seus alunos que leiam o texto “Breve histórico da Mecânica”, com base no qual fundamentarão suas inferências e atribuirão sentido à representação da gravura e à produção do texto.

Professor, esta atividade propicia a síntese das aprendizagens anteriores, desafia os alunos a transferirem o que aprenderam para nova situação, oportuniza que exercitem a competência produtora de textos, além de fornecer subsídios importantes para a avaliação do que já aprenderam e do que ainda precisam saber mais.

Atividade III: Análise crítica de uma situação didática ocorrida em sala de aula contendo concepções aristotélicas sobre a dinâmica da queda livre (Aula 6)

Esta aula propõe a análise crítica de uma situação real de sala de aula, na qual evidenciam-se concepções aristotélicas sobre a dinâmica da queda dos corpos.

Trabalho individual e sistematização coletiva:

Leia a situação didática a seguir, ocorrida na cidade de Sintra (Portugal), em 2006, durante uma aula de Ciências:

Uma professora de Ciências pede à turma para inventar uma experiência científica. Uma aluna deixa cair duas bolas, uma de pingue-pongue e outra de ferro, e diz que a segunda cai mais depressa por causa do seu peso. Satisfeita, a docente diz à aluna para apresentar o trabalho numa feira de Ciências.

Peça que, individualmente, cada aluno produza um parágrafo que avalie a explicação da aluna para o fenômeno, com base no que foi estudado até aqui. Discuta com a turma essa situação.

Professor, você pode fazer uma demonstração simples com seus alunos para contrapor a concepção da aluna e da professora. Solte, da mesma altura, uma folha de papel e uma pedra ou algum objeto mais pesado que a folha. Obviamente, a folha leva mais tempo para chegar ao solo. Agora, pegue duas folhas idênticas. Amasse uma em forma de uma bola e deixe a outra aberta. Lembre: **o peso que atua em cada uma é o mesmo**. Solte as duas da mesma altura, exatamente como feito anteriormente. A folha amassada chega antes ao solo. Mas, se o peso que atua em ambas é o mesmo, o peso não é o responsável pelos tempos de queda distintos. Você pode argumentar com a turma que é a resistência do ar que atrasa a queda dos corpos, retardando mais a folha aberta do que a amassada (ou do que o objeto pesado da primeira demonstração). Se eles duvidarem, você pode estar numa enrascada: é difícil, na superfície terrestre, fazer esse tipo de demonstração no vácuo. Há vídeos disponíveis na internet com essa demonstração. A demonstração mais espetacular foi feita na superfície da Lua, em agosto de 1971, pelo astronauta Dave Scott, que solta um martelo de metal e uma pena, mostrando que os dois caem no solo no mesmo tempo.

Este vídeo está disponível em http://history.nasa.gov/alsj/a15/a15v_1672206.mpg (acesso em 30 de julho de 2008). Pode ser visto também procurando por "hammer and feather" no site do YouTube (<http://www.youtube.com>) ou no Google (<http://www.google.com>).

Por meio dessa atividade, será trabalhada a competência argumentativa.

Referências

- CUNHA, A. L.; CALDAS, H. *Modos de raciocínio baseados na teoria do Impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio*. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 93-103, mar. 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_93.pdf – acesso em: 10 jul. 2008.
- GASPAR, A. *Física*. São Paulo: Ática. 2001. 3 v.
- HEWITT, P. *Física Conceitual*. Porto Alegre: Bookman. 2002.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de Física*, 6.ed. São Paulo: Scipione. 2007. 3 v.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da Mecânica?* Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 48-63, abr. 1996. Disponível em: <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/13-1/artpdf/a4.pdf> – acesso em: 10 jul. 2008.
- PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSTAJN, A. *La Física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica*. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, v. 15, n. 3, p. 351-359, 1997. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21504/93554> – acesso em: 10 jul. 2008.
- SILVEIRA, F. L. D.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Estrutura interna de testes de conhecimento em física: um exemplo em mecânica*. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, v. 10, n. 2, p. 187-194, 1992. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39820/93187>. Acesso em: 10 jul. 2008.

Ensino Médio - 2º e 3º anos

Relâmpagos, raios e trovões: onde está a física nesses fenômenos naturais?

Introdução

Caro professor:

Há algum tempo vem se falando na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Ciências, dentro e fora do Brasil (SANTOS e MORTIMER, 2002; FONTES e CARDOSO, 2006). Toda atividade científica possui raízes na sociedade. Além disso, a tecnologia pode ser oriunda dos processos criativos da comunidade científica, bem como pode alavancar o desenvolvimento da ciência (por exemplo, a máquina a vapor – uma máquina térmica – operava mesmo antes da Termodinâmica ser estabelecida). Em resumo, percebe-se que há uma complexa relação entre ciência, tecnologia e sociedade ao longo da história. É interessante, portanto, abordar-se, mesmo que timidamente, os conteúdos escolares nessa ênfase curricular.

Nesse Caderno, buscamos estreitar a relação entre ciência e sociedade, ao explicitar a atuação da sociedade frente a um fenômeno natural que, como muitos pensam, parece não ter correlação com a falta de preocupação com o ambiente quando se trata de satisfazer certos interesses econômicos. Os raios estão nessa categoria: são, de fato, fenômenos naturais, mas podem se tornar bastante mais frequentes em áreas poluídas e parecem ter relação com queimadas e aquecimento global (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008), ou seja, a má atuação humana no ambiente pode influir

na frequência com a qual esse fenômeno ocorre. Embutido nisso, ainda há a questão de saúde pública, pois os raios estão entre os fenômenos naturais que mais matam ou invalidam seres humanos, e a questão econômica, pois eles causam por ano no Brasil prejuízos de aproximadamente um bilhão de dólares. As consequências sociais desse prejuízo são óbvias, uma vez que esse montante poderia ser destinado à saúde, à educação, à segurança ou aos programas de geração de empregos.

A unidade didática aqui proposta é estruturada da seguinte forma, no Caderno do Aluno: o tema é introduzido de maneira a motivar o aluno, chamando sua atenção para ele. Após, são sugeridas algumas questões iniciais, para que o aluno coloque suas ideias para o grupo, permitindo que se possa inferir sobre as concepções dos alunos sobre o tema. As atividades que seguem levam a uma sistematização dos conceitos físicos envolvidos na produção dos raios e são pensadas para dar um passo inicial na discussão de conceitos físicos presentes no currículo escolar. O detalhamento desse fenômeno natural certamente traz muita Física consigo e pode se constituir em um estímulo importante para o aluno. Você, professor que ministra aulas no segundo ano, pode discutir o conceito de *ilhas de calor*, *inversão térmica* ou fenômenos, como *aquecimento global* ou *La Niña*, conhecidos efeitos climáticos que parecem ter alta relação com a incidência de raios. Você, professor que ministra aulas no terceiro ano, pode discutir conceitos e processos da Eletrostática ou da Eletrodinâmica.

Objetivos

Os alunos, ao final da unidade, deverão ser capazes de:

- **Ler** e interpretar informações apresentadas em diferentes formas – esquemas, textos e gráficos.
- **Ler**, interpretar e emitir juízos próprios sobre o noticiário relativo à ciência e à tecnologia em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, de forma analítica, crítica e objetiva, seus significados e implicações para participar do que se passa a sua volta, posicionando-se com argumentação clara.
- **Escrever** e argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas que sustentem sua posição, seja oralmente ou através de produção textual (pequenos relatos, análise de fenômenos e experimentos).
- **Escrever** e expressar-se graficamente, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso da linguagem física apropriada.
- **Resolver** situações-problema, relacionando os conceitos físicos necessários para o entendimento das situações e atividades propostas.

Habilidades

Pretende-se que os alunos desenvolvam as seguintes habilidades:

- Localizar informações explícitas e inferir informações implícitas em um texto, gráfico, figura ou enunciado.
- Distinguir uma concepção cientificamente aceita da concepção de senso comum.
- Identificar conceitos físicos envolvidos na descrição de um fenômeno natural.
- Interpretar textos produzidos pela mídia e pela comunidade científica, sintetizando as ideias e conceitos físicos centrais envolvidos.

- Expressar ideias físicas oralmente e por escrito de forma consistente, a partir de enunciados, textos, gráficos ou figuras.
- Resolver situações-problema, envolvendo informações apresentadas em tabelas, textos e/ou gráficos.

Conteúdos

Os conteúdos aqui abordados são a Física dos raios, relâmpagos e trovões, com ênfase na Eletrostática e nos conceitos de temperatura e pressão.

Tempo de duração previsto: 6 aulas.

Professor, em cada atividade a seguir, será discutido algum aspecto desse importante fenômeno natural. A partir delas, pretende-se dar início a uma compreensão dos conceitos e processos fundamentais da Eletrostática, como os diferentes tipos de eletrização, poder das pontas, diferenças entre condutores e isolantes, e ainda pressão, temperatura e outros. É necessário que se tenha um entendimento inicial sobre os raios e trovões, assunto que raramente está nos livros. Para isso, recomendamos a leitura do trabalho de Saba (2001) e dos textos no *site* do grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008). Nos livros didáticos aprovados pelo MEC para o ensino médio, este tema está bem apresentado no volume 3 do livro de Gaspar (2001, p. 99). É importante ainda que você pesquise sobre o conceito de *inversão térmica* e *ilhas de calor*. Esses dois conceitos estão bem explicados em *sites* confiáveis da internet. O fenômeno da inversão térmica está muito bem explicado no li-

vro de Hewitt (2002, p. 316-318). Neste mesmo livro, nas páginas citadas, há uma bela discussão sobre eventos climáticos que podem ser explicados por meio da primeira Lei da Termodinâmica.

As mais diversas concepções podem aparecer e, sempre que possível, sugerimos que procure orientar o aluno a pesquisar sobre o fenômeno de todas as formas que forem acessíveis a ele. Caso alguns alunos levantem concepções até mesmo metafísicas, religiosas ou dogmáticas, desprovidas de fundamentação científica, convém não rechaçar. Em comunidades rurais, por exemplo, é comum as pessoas apresentarem ideias desse tipo a respeito de fenômenos naturais, e isso deve ser tratado sem nenhum preconceito. Nas grandes cidades, é comum ouvir coisas como “a fase da Lua na qual o cabelo é cortado influi no seu crescimento”, ou mesmo, a respeito dos raios, que “dois raios não incidem no mesmo lugar”. Ambas as afirmações são incorretas e desprovidas de fundamentação científica, mas são culturalmente aceitas sem problemas. Sobre os raios, há uma interessante pesquisa, realizada em uma comunidade rural do Estado de Pernambuco (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002), que mostra as concepções das pessoas a respeito do fenômeno. É natural que certas pessoas associem os raios a um ser divino, que pensem que são lascas de fogo e que metais ou espelhos os atraiam.

Atividades propostas

Atividade I: Discutindo suas ideias acerca do fenômeno (Aula 1)

Aqui, pretende-se que os alunos desenvolvam a habilidade de expressar suas ideias oralmente (científicas ou não) de forma clara e fundamentada, a fim de que façam uso da capacidade de argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas que sustentem sua posição. Os alunos devem emitir juízos próprios sobre questões propostas, permitindo que você avalie quais as concepções deles a respeito do fenômeno.

Nessa atividade, sugerimos que você provoque os alunos com um debate sobre o tema. No Caderno do Aluno, são propostas algumas perguntas que podem guiar o debate, mas você pode sugerir outras, caso desejar. É importante que todos se manifestem. Se você desejar, pode separar a turma em

grupos e responsabilizar cada grupo com um conjunto de questões. Após, peça-lhes que apresentem suas ideias, sistematicamente, solicitando que todos os integrantes do grupo se manifestem.

Sabe-se que os raios são descargas intensas que ocorrem das nuvens para a Terra (chamados nuvem-Terra) ou da Terra para a nuvem (chamados Terra-nuvem), sendo estes últimos mais raros. Os raios, segundo pesquisas, são mais frequentes em cidades e onde há a poluição (aprisionada pelo efeito de *inversão térmica*) e onde se forma uma *ilha de calor*. A inversão térmica é um fenômeno no qual uma camada de ar frio se estabiliza abaixo de uma camada de ar quente. Nesse caso, os gases produzidos por automóveis e casas não sobem além do topo da camada de ar frio, ficando aprisionados. É comum ver em lagos, no inverno, esse fenômeno em menor escala: se houver fumaça, ela pode ficar próxima da superfície da água e não subir, se mantendo assim por um bom tempo. As ilhas de calor são assim chamadas porque são regiões de temperatura mais elevada do que as regiões circundantes. Em locais mal arboriza-

dos, como os que têm muitas ruas e prédios, a temperatura é maior do que em regiões afastadas, com poucas construções e mais arborizadas. Por quê? Se a radiação solar incide na superfície, esta se aquece, reemitindo radiação infravermelha. Em outras palavras, emite calor! Esse calor emitido aquece o ar. Estudos detalhados mostram, por exemplo, que ruas estreitas entre prédios, quando iluminadas por radiação solar, criam correntes de convecção (propagação de calor) no ar, aumentando a temperatura ambiente. Os motores dos automóveis, as máquinas de indústrias e outros expõem certa quantidade de calor para o ambiente, também ajudando a aquecer o ar (segunda Lei da Termodinâmica). Se nessa região houvesse muitas árvores, elas ajudariam não só a resfriar o ar (pelos seus processos internos), como ainda impediriam que boa parte da radiação solar atingisse o solo, que não se aqueceria tanto. O efeito global disso é que as regiões próximas ao centro das cidades acabam por se tornar regiões de maior temperatura do que as regiões mais afastadas. Esse perfil de temperatura pode ser estável durante um bom tempo e é isso que se chama *ilhas de calor*. Além disso, há indícios de que a incidência dos raios é estimulada pelo *aquecimento global* e pelas queimadas (essas podem estar associadas aos super-raios, descargas em torno de dez vezes mais intensas que as habituais).

O fenômeno básico que desencadeia o raio é a chamada quebra da rigidez dielétrica do ar. Em outras palavras, quando o ar passa de isolante a condutor. Se as cargas que se acumulam na nuvem induzirem na Terra uma quantidade de cargas grande o suficiente, o ar pode passar a conduzir e a descarga se dá através dele. O raio é a *descarga líder*, que se inicia na nuvem e vem descendo até a Terra. Instantes antes de chegar à Terra, a essa descarga líder se adiciona a chamada *descarga de retorno*, produzindo o *relâmpago*. Essa descarga de retorno sobe da Terra para a nuvem. O escoamento de cargas pelo ar é tão intenso que aquece o mesmo a temperaturas da ordem de 30.000°C , produzindo luz inten-

sa (que pode causar cegueira temporária em alguns casos). Esse superaquecimento abrupto aumenta a pressão violentamente, gerando uma onda de compressão supersônica (onda de choque) que termina por produzir um som audível de uma explosão, o *trovão*. O som nada mais é do que uma onda de pressão que se propaga em um meio material. Se uma pessoa está próxima a um local onde caiu um raio e não sofreu consequências graves de eletrocussão (isso pode ocorrer), pode sofrer consequências da onda de choque. Se for atingida por uma compressão violenta do ar, ela pode sofrer, por exemplo, traumas, como ruptura dos tímpanos.

Direcione as discussões, levando isso que foi dito em conta. Se você ministra aulas no segundo ano, pode enfatizar as possíveis causas climáticas dos raios e aproveitar o gancho para discutir conceitos, como calor, pressão e temperatura. Se você ministra aulas no terceiro ano, pode abordar esses conceitos em conjunto com o conceito de carga elétrica, corrente elétrica e processos de eletrização. A seguir, indicamos uma atividade simples para ilustrar a causa primordial dos raios: a eletrização.

Atividade II: Afinal, o que são os raios? (Aula 2)

Nessa atividade, pretende-se que o aluno desenvolva as habilidades de expressar ideias físicas por escrito de forma consistente, a partir de enunciados, textos e figuras, além de identificar conceitos físicos envolvidos na descrição de um fenômeno natural.

Para essa atividade, você deve confeccionar um eletroscópio simples, mas muito instrutivo. De forma simples, ele proporciona um fenômeno de mesma natureza que os raios: descarga através do ar. Obviamente, será sem emissão de luz e sem trovão, pois é uma descarga em pequena escala. O eletroscópio pode ser confeccionado da seguinte forma:

- Recorte um pedaço de cartolina em forma de quadrado de mais ou menos 10 cm × 10 cm. Pode ser em forma de retângulo ou outras formas mais atraentes, como, por exemplo, a sugerida no livro de Gaspar (2001, p. 101). Uma descrição bastante detalhada desse experimento pode ser encontrada no instrutivo artigo de Laburú *et al.* (LABURÚ *et al.*, 2008).
- Com papel-alumínio, revista o pedaço de cartolina. Use fita adesiva para prender as bordas do papel-alumínio na cartolina.
- No topo, coloque um alfinete, de modo que ele esteja em contato permanente com o papel-alumínio. Você pode prender o alfinete com a mesma fita adesiva.
- No centro da cartolina, por cima do papel-alumínio, fixe uma pequena tira de papel de seda por uma de suas extremidades. A extremidade fixa dessa tira deve estar em contato com o papel-alumínio.
- Fixe, na cartolina, um canudo de refrigerante (material isolante) para servir como haste.

O eletroscópio deve parecer com a foto que aparece no trabalho de Assis e Camilo (2008, p. 30). Para eletrizar o eletroscópio, faça duas demonstrações:

- 1) Atrite uma régua plástica ou um canudo de refrigerante em um pedaço de lã ou papel, e raspe esse objeto eletrizado no pedaço de cartolina. As cargas serão transferidas por contato para o eletroscópio e para a tira de papel de seda. Assim, a tira será repelida (pois a cartolina e a tira adquirem cargas de mesmo sinal) e ficará suspensa. Lembre-se: nesse caso houve contato.
- 2) Após descarregar o eletroscópio e a tira, aproxime o objeto eletrizado por cima, aproximando-o do alfinete **sem tocá-lo**. A tirinha de seda novamente suspende. Dessa vez, não houve contato. Como se deu o transporte de cargas? Pelo ar! O objeto eletrizado, aproximando-se do alfinete sem tocá-lo, se constitui em uma situação análoga à de uma nuvem passando por um objeto pontiagudo (um para-raios ou

mesmo uma árvore). Nesse caso, pode ocorrer do ar se tornar condutor. Essa é a situação que desencadeia o raio. A diferença de potencial entre o alfinete e o canudo pode chegar a alguns milhares de volts, mas, como a carga envolvida no processo é baixa, isso não oferece perigo algum.

Aqui, é possível discutir processos de eletrização, carga elétrica, poder das pontas e outros conceitos importantes, além de ser uma forma convincente de explicar a origem dos raios.

Promova uma discussão entre os alunos, norteando a discussão por meio das questões que estão no Caderno do Aluno, nesta atividade. Após, peça que façam dois desenhos: um que mostre o que acontece com as cargas quando o canudo é aproximado do eletroscópio, na primeira demonstração, e outro que mostre o que acontece com as cargas quando o canudo é aproximado do eletroscópio por cima, na segunda demonstração. Recolha os desenhos e dê um retorno a eles. Com esses desenhos em mãos, você poderá inferir o que os alunos pensam sobre os processos que ocorrem em cada uma das duas situações. Dando esse retorno, você tornará sua aula mais interativa.

Atividade III: Resolução de uma situação-problema (Aula 3)

A habilidade que se quer que os alunos desenvolvam nessa atividade é a de localizar informações explícitas e inferir informações implícitas em um gráfico, de resolver situações-problema envolvendo informações apresentadas em tabelas, texto e/ou gráficos e de expressar ideias físicas oralmente e por escrito de forma consistente, a partir de enunciados e gráficos.

Essa situação-problema se baseia na interpretação de informações ocultas contidas

nos gráficos (presentes no Caderno do Aluno). Provavelmente, alguns alunos argumentarão que o gráfico inferior (que mostra o número de raios que incidem em um ano em cada município) é o que informa o município com maior risco de acidentes com raios. Nesse caso, Porto Murtinho (MS) seria a cidade de maior risco para o engenheiro. Note que, nesse gráfico, o município de São Caetano do Sul (SP) seria o segundo menos atingido por raios, dos trinta ali expostos. No entanto, há uma informação oculta nesses gráficos, que seria a área onde essas medições foram realizadas. O gráfico superior mostra a densidade de raios (número de raios que incidem em cada quilômetro quadrado) que atinge cada município em um ano. É essa quantidade que está associada à probabilidade de ocorrência de acidente com descargas atmosféricas. O número de raios que incidiram em São Caetano do Sul é bem menor do que os que incidiram em Porto Murtinho, durante o mesmo ano. Mas é importante levar-se em conta que em São Caetano do Sul todas as incidências de raios se deram em uma área pesquisada bem menor do que a área pesquisada em Porto Murtinho. Assim, é mais provável ocorrer um acidente com raios em São Caetano do Sul do que em Porto Murtinho. Pode-se obter a área pesquisada em cada município, dividindo-se o valor do número de raios pelo valor da densidade de raios correspondente. Assim, verificam-se as diferenças entre as áreas pesquisadas para os municípios solicitados. Note o número de municípios gaúchos nesse conjunto de dados. Unistalda (ver figura), por exemplo, é o segundo município do Brasil onde a chance de ocorrer acidente com raios é maior.

Sugere-se que você faça grupos de quatro ou cinco alunos e peça que eles, alunos, leiam a situação-problema, sigam o roteiro de questões do Caderno do Aluno e procurem respostas para elas. Após, peça que produzam um texto que forneça uma resposta ao engenheiro, fundamentando seu raciocínio. Oriente-os para que usem as questões como um roteiro. O texto produzido deve ser

argumentativo e não uma simples sequência de respostas a essas questões. Sugere-se que cada grupo de alunos leia o texto em voz alta, para debate.

Atividade IV: Ética ambiental e a incidência de raios (Aula 4)

As habilidades que se deseja desenvolver aqui são interpretar textos produzidos pela mídia e pela comunidade científica, sintetizando as ideias e os conceitos físicos centrais envolvidos e expressar ideias físicas oralmente de forma consistente, a partir de textos.

Essa atividade tem dois objetivos: o primeiro é colocar o estudante em contato com notícias que aparecem na mídia e o segundo é abordar o fenômeno das descargas atmosféricas por um viés interdisciplinar. As notícias que estão no Caderno do Aluno foram compiladas pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE, e saíram em diversos jornais ou boletins informativos do país. É importante que o aluno tenha contato com textos científicos veiculados na mídia, pois eles possuem uma linguagem mais acessível do que os textos publicados academicamente (artigos, livros de nível avançado ou em teses e dissertações).

A interdisciplinaridade do fenômeno é facilmente identificável. A rigor, é muito difícil que qualquer fenômeno natural seja “propriedade” de uma área específica. Eventos como a incidência de raios podem ser estudados por vários ângulos e, em geral, são de interesse de várias áreas.

Há indícios convincentes de que as condições ambientais influem na incidência dos raios, o que por si só já torna esse fenômeno de interesse comum a muitas áreas. Mesmo que não haja nada conclusivo sobre o grau de correlação entre a incidência dos super-raios e as queimadas, por exemplo, sabe-se que essa correlação provavelmente

existe. A química atmosférica é importante na compreensão do fenômeno das descargas atmosféricas – ele tem correlação com a poluição, por exemplo. O aquecimento global é outro fenômeno que também parece influir na incidência de raios. A incidência dos raios, nos primórdios da formação da Terra, parece também ter correlação com a origem da vida no Planeta. Enfim, são muitas as relações que se pode estabelecer.

Sugerimos que você, ao final da atividade anterior, peça aos seus alunos que pesquisem sobre *aquecimento global*, *queimadas* ou *efeito estufa*. Eles podem consultar outros professores, livros, internet ou qualquer outro meio. Assim, pode-se estabelecer uma base de conhecimentos prévia que poderá enriquecer o debate que se pretende criar aqui. Há textos para professores tanto sobre *aquecimento global* (MOZETO, 2001; QUEIROS *et al.*, 2006) quanto sobre *efeito estufa* (TOLENTINO e ROCHA-FILHO, 1998; MOZETO, 2001). São, sem dúvida, fenômenos de alto grau de complexidade. O efeito estufa, por exemplo, pode remeter a discussão para teorias – por exemplo, radiação de Planck e estrutura atômica, que pavimentaram o caminho para a Física Quântica, que floresceu no início do século passado. Apesar do grau de complexidade, esses efeitos merecem ser estudados e podem tornar o debate mais interessante.



Peça que os estudantes façam uma leitura silenciosa das notícias no Caderno do Aluno e discuta com eles o fenômeno do aquecimento global e do efeito estufa. Após, norteie o debate por meio das questões:

- O desenvolvimento científico e tecnológico, nas sociedades industriais, pode influir no aumento da incidência dos raios nas cidades?

- As pessoas que lutam pela preservação ambiental falam muito nas graves consequências dos danos ambientais para o Planeta, alertando para o perigo que todos os seres vivos correm se o homem não mudar de atitude a respeito disso. Essas pessoas são exageradas ou têm argumentos que mostram que corremos mesmo esse perigo?

Como sugestão, circule pela sala, instigando os alunos no tema, e estimule cada um a expor seu ponto de vista. O tema central do debate, como sugestão, pode ficar em torno das consequências da falta de *ética ambiental* para a vida das pessoas. O aumento da incidência de raios é apenas uma das possíveis consequências. Mas, certamente, é uma consequência visível e importante, pelo número de vidas que tira e prejudica. Sem falar nos prejuízos materiais que provoca.

Atividade V: Anatomia do trovão: uma introdução à termodinâmica dos gases (Aula 5)

As habilidades a serem desenvolvidas nessa atividade são expressar ideias físicas oralmente e por escrito de forma consistente, a partir de enunciados, distinguir uma concepção cientificamente aceita da concepção de senso comum e identificar conceitos físicos envolvidos na descrição de um fenômeno natural.

Como já citado, o trovão é o som resultante da violenta expansão do ar nas imediações da trajetória percorrida pela descarga. O som é uma onda de pressão (onda longitudinal). Provocando uma compressão no ar, essa compressão se propaga através dele com a velocidade do som. Note que,

provocando-se compressão no ar em uma determinada região, provoca-se também uma *rarefação* (colocar ar em uma região implica retirar de outra). A onda sonora se estabelece dessa forma. Para uma melhor compreensão da onda sonora, sugerimos a leitura do volume 2 do livro de Gaspar (2001, p. 61-63).

O importante aqui é que o aluno perceba a relação entre temperatura e pressão em um gás como o ar. Aumentar a temperatura do gás fará ele se expandir, caso tenha liberdade para isso. Fará também a pressão aumentar, em geral. Antes de realizar uma demonstração para ilustrar tal fenômeno, é instrutivo discutir o conceito de temperatura.

Temperatura:

Erroneamente, diz-se que temperatura seria a medida de quão quente ou frio está um corpo. Essa é a concepção de senso comum, bastante difundida. Para combater essa ideia, aconselhamos que você coloque o aluno em uma situação desconfortável em relação a ela. A *lei zero* da Termodinâmica afirma que, se dois ou mais corpos estão em equilíbrio térmico, ou seja, não há transferência de energia (calor) entre eles, então esses objetos estão a uma mesma temperatura. Argumente com seus alunos que, como os objetos da sala estão aí há um bom tempo, eles estão em equilíbrio térmico entre si e com o ambiente. Em outras palavras, todos estão a uma mesma temperatura (claro, em contato com o corpo dos alunos, essa temperatura pode variar um pouco).

Peça que toquem com as mãos vários objetos, como descrito no Caderno do Aluno. Eles sentirão alguns objetos mais frios do que outros e logo concluirão que suas temperaturas são diferentes. Errado! Se há equilíbrio térmico, todos estão a uma mesma temperatura. O que muda então? A sensação de quente ou frio não depende exatamente da temperatura, mas sim da relação entre as temperaturas de cada corpo, bem como de suas condutividades térmicas. Se nossa mão

transfere energia **para** o objeto, isso significa que este objeto está a uma temperatura menor do que a do nosso corpo ($36,5^{\circ}\text{C}$) e nossos sentidos interpretam isso como *frio*. Se a temperatura do objeto é maior do que a temperatura corporal, nossos sentidos interpretam como *quente*. Em resumo, a diferença de temperatura dirá quem transfere energia para quem: o escoamento de energia se dá, espontaneamente, do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura (pode-se dar no sentido oposto, desde que haja interferência externa – mas espontaneamente isso não ocorre).

Assim, é a *diferença de temperatura* entre nosso corpo e os objetos, e não a temperatura dos objetos em si, que faz nossos sentidos interpretarem esses objetos como *frios* ou *quentes*. Pode parecer bizarro, mas imagine um ser interplanetário cuja temperatura corporal seja de 200°C . Se ele mergulhar na água a 100°C , ele a sentirá como fria (até gelada). Nós, seres humanos normais, a sentiríamos como *muito quente*.

Supomos então que todos os objetos da sala estão mais frios do que nosso corpo. Assim, todos estando a uma mesma temperatura, não deveriam nos parecer igualmente frios? Afinal, a diferença de temperatura entre nosso corpo e cada objeto seria a mesma! Não é isto que os alunos percebem.

A quantidade de energia (calor) por unidade de tempo que é transferida entre a mão e o objeto também está associada à sensação de quente e frio. Um pedaço de metal a 15°C entra em equilíbrio térmico com a mão bem mais rapidamente do que um pedaço de madeira de mesma massa, também a 15°C . Isso ocorre porque o pedaço de metal retira calor de nossa mão com uma rapidez bem maior do que um pedaço de madeira de mesma massa na mesma temperatura. Em outras palavras, o pedaço de metal nos pareceria mais frio do que o pedaço de madeira, ambos estando na mesma temperatura. Se tanto esse pedaço de metal como o de madeira estivessem a 50°C (temperatura maior do que a temperatura corporal), ambos nos

pareceriam quentes. Mas o pedaço de metal pareceria mais quente do que o de madeira.

É isso que explica as diferentes sensações relativas a objetos de mesma temperatura e isso está vinculado a uma grandeza chamada de *condutividade térmica* da substância (GASPAR, 2001, p. 323-324, v. 2). Quanto maior a condutividade térmica de um objeto, mais rapidamente nossa mão troca calor com esse objeto. O pedaço de metal, por ter condutividade térmica maior do que o pedaço de madeira, troca calor mais rapidamente com nossa mão. Por isso, ele pareceria mais frio do que o pedaço de madeira, se ambos estiverem a 15°C , ou mais quente, se ambos estiverem a 50°C .

Quando nossa mão entra em equilíbrio térmico com o metal ou com a madeira (os três estão a uma mesma temperatura), ambos nos trazem a mesma sensação (morno, talvez), já que para nenhum dos dois há transferência de energia.

Na atividade das três bacias (muito conhecida e muito instrutiva), a associação da temperatura como sensação de quente ou frio pode ser mais diretamente problematizada. Em uma bacia coloque água gelada, em outra coloque água aquecida e na terceira coloque água em temperatura ambiente. Faça com que os alunos coloquem uma mão na bacia com água gelada e a outra na bacia com água aquecida, permanecendo assim por um minuto. Pergunte a eles qual das duas contém água fria e quente. Após, peça que retirem as mãos dessas bacias e, imediatamente, coloquem simultaneamente as duas mãos na bacia com água na temperatura ambiente. Pergunte a eles: a água nesta bacia está fria ou quente? Eles não poderão responder com certeza (se o fizerem, estarão faltando com a verdade). A mão que estava na bacia com água aquecida estará com a pele a uma temperatura maior do que a água em temperatura ambiente, ocorrendo o contrário com a outra mão. Assim, a mão que estava imersa na bacia com água aquecida, trará a sensação de que a água em temperatura ambiente está fria e a mão

que estava imersa na bacia com água gelada trará a sensação de que a água na temperatura ambiente é quente. Veja bem: ambas as mãos estão imersas na mesma água!!! Uma diz que a água está fria, a outra diz que está quente! Tudo se resolve pensando na diferença de temperatura entre cada mão e a água em temperatura ambiente, que são diferentes.

Pressão e temperatura:

O aumento súbito da temperatura de um gás em certa região faz com que aumente a pressão nessa região, provocando expansão. Esse é o fenômeno básico que explica o trovão: um aumento súbito da temperatura na região da trajetória do raio provoca um aumento abrupto da pressão na parte circundante do “tubo” por onde as cargas escoam. Esse aumento da pressão expande o ar de dentro para fora do “tubo” e comprime o ar circundante, fazendo com que essa compressão se propague.

Uma atividade que mostra a expansão do ar por aumento de temperatura, simples de ser realizada, está exposta no volume 2 do livro de Máximo e Alvarenga (2007, p. 62). Adapte um balão de borracha, um pouco inflado, ao gargalo de um recipiente qualquer (lata, frasco de plástico) com cerca de um litro de volume. Mergulhe totalmente o recipiente em um banho de água bem aquecida (próxima à temperatura de ebulição). O gás (ar) de dentro da garrafa vai aumentar sua temperatura e se expande, inflando visivelmente o balão. Essa “resposta” do gás ao aumento de temperatura é a mesma que origina o trovão. Estimule os alunos a fazerem a analogia do trovão com a demonstração apresentada.

Oriente os alunos a, seguindo as questões expostas no seu Caderno, explicarem o que é pressão e como ela varia com a temperatura na expansão do gás (aumenta ou diminui?). A partir disso, peça que formulem uma explicação, em forma de texto e desenhos, para o que acontece com o ar nas imediações de um raio, fazendo analogia com o que foi vis-

to na demonstração. Recolha o material produzido e dê um retorno a eles.

Atividade VI: Como se proteger dos raios (Aula 6)

Pretende-se, aqui, desenvolver as habilidades de identificar conceitos físicos envolvidos na descrição de um fenômeno natural e distinguir uma concepção cientificamente aceita da concepção de senso comum.

Após essa bateria de conceitos e informações que estão vinculados às descargas atmosféricas, torna-se quase uma questão de utilidade pública tratar as regras de prevenção contra os raios. Como cada uma dessas regras traz consigo uma fundamentação física, é interessante tentar relacionar cada regra com o(s) conceito(s) físico(s) que a embasam. Exemplo: procurar abrigo em “grandes construções com estruturas metálicas” está vinculado com a ideia de que as cargas nos condutores em equilíbrio ele-

trostático localizam-se na superfície externa do condutor. O mesmo princípio se aplica a procurar abrigo dentro de “carros não conversíveis, ônibus ou outros veículos metálicos não conversíveis”. Evitar locais altos e ficar embaixo de árvores estão relacionados ao efeito do poder das pontas. Ficar em grupos, andar a cavalo e nadar também dizem respeito a esse efeito.

A última dica do Caderno do Aluno, transcrita abaixo, diz:

Se você estiver em um local sem um abrigo próximo e sentir seus pelos arrepiados ou sua pele coçar, está indicando que um raio está prestes a cair. Nesse caso, ajoelhe-se e curve-se para frente, colocando suas mãos nos joelhos, abrindo-os de forma que possa colocar a sua cabeça entre eles. Não se deite no chão.

A explicação física para essa regra de proteção reside na teoria das linhas equipotenciais ou pode ser também fundamentada no conceito de campo elétrico. Para uma explicação clara, veja o volume 3 do livro de Gaspar (2001, p. 101).

Referências

- CAMILO, J.; ASSIS, A. K. T. *Construção de um gerador eletrostático gotejante: chuva elétrica de Kelvin*. A Física na Escola. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 29-32, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/gerador.pdf> – Acesso em: 12 ago. 2008.
- FONTES, A.; CARDOSO, A. *Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vigo, v. 5, n. 5, p. 15-30, 2006. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART2_Vol5_N1.pdf – Acesso em: 12 ago. 2008.
- GASPAR, A. *Física*. São Paulo: Ática. 2001. 3 v.
- HEWITT, P. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman. 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Portal ELAT – Grupo de Eletricidade Atmosférica. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage>
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. D.; BARROS, M. A. *Laboratório caseiro para-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 168-182, abr. 2008. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6213/5781> – Acesso em: 28 jan. 2009.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de Física*, 6.ed. São Paulo: Scipione. 2007. 3 v.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. *Os raios no imaginário popular*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 84-96, set./dez. 2002. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V2N3/v2n3a6.pdf> – Acesso em: 12 ago. 2008.
- MOZETO, A. A. *Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças*. Química Nova na Escola. São Paulo, p. 41-49, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf> – Acesso em: 12 ago. 2008.
- QUEIROS, D.; ANDRADE, C. F.; FAGUNDES, G. *Aquecimento global*. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Campinas, v. 2, n. 2, p. 89-91, 2006. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/>

include/getdoc.php?id=199&article=69&mode=pdf
– Acesso em: 12 ago. 2008.

SABA, M. M. F. *A Física das Tempestades e dos Raios*. A Física na Escola. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 19-22, 2001. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num1/raios.pdf> – Acesso em: 12 ago. 2008.

SANTOS, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio – *Pesquisa em Educação em Ciên-*

cias. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002. Disponível em: [http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/ Uma%20analise%20de%20pressupostos%20teoricos%20da%20abordagem%20C-T-S%20%20-%20 wildson%20e%20Eduardo%20VOL%5B1%5D.%20 2.2.pdf](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/Uma%20analise%20de%20pressupostos%20teoricos%20da%20abordagem%20C-T-S%20%20-%20wildson%20e%20Eduardo%20VOL%5B1%5D.%202.2.pdf) – Acesso em: 12 ago. 2008.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. *A Química do efeito estufa*. Química Nova na Escola. São Paulo, n. 8, p. 10-14, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf> – Acesso em: 12 ago. 2008.



Química

CADERNO DO
PROFESSOR

José Cláudio Del Pino
Michelle Câmara Pizzato

Ler, escrever e resolver problemas em Química

As perspectivas atuais de vida humana têm demonstrado a pertinência de uma formação escolar integral, na qual o estudante possa desenvolver, além da aprendizagem de conceitos, criatividade, curiosidade, cooperação e autonomia. Para tanto, faz-se necessário que competências básicas, como a leitura, a escrita e a resolução de problemas, sejam estimuladas através das mais diversas áreas de conhecimento. Neste sentido, o ensino de Química pode ser de especial contribuição quando orientado, juntamente com as demais disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a dar sentido ao mundo que nos rodeia.

A compreensão e a produção oral e escrita dos alunos em Química envolvem o desenvolvimento de uma linguagem que não se resume ao reconhecimento de nomenclatura, grandezas, unidades, símbolos e códigos próprios da disciplina. Como competências, ler e escrever são mais abrangentes e dinâmicas. Elas se constituem na articulação de diversas ações destinadas à construção significativa de novas maneiras de pensar, falar, sentir e atuar para explicar e transformar o mundo que nos rodeia.

Ler em Química, neste sentido, supõe a capacidade de identificar e interpretar informações apresentadas sob diferentes formas, como gráficos, tabelas, símbolos, fórmulas e equações químicas, relacionando-as com conhecimentos oriundos de outras áreas, de modo a construir uma visão sistematizada de diferentes linguagens. A identificação de regularidades e mudanças na natureza dos materiais ou da energia, associada a uma escala de tempo, também se relaciona à leitura e possibilita reconhecer e compreender fenômenos que envolvem interações e transformações químicas.

Além disso, a competência de leitura su-

põe a percepção do conhecimento químico na cultura humana passada e contemporânea, reconhecendo que este conhecimento influencia nossa interpretação do mundo em diferentes épocas. A adoção de modelos explicativos sobre a constituição da matéria em distintos períodos históricos, por exemplo, foi determinante no desenvolvimento científico e tecnológico. Portanto, seu reconhecimento possibilita uma compreensão social e temporal do mundo e do papel da Química na resolução de problemas e na interpretação dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos.

Já a competência de escrita em Química implica descrever fenômenos, substâncias, materiais, propriedades e eventos químicos, através de uma linguagem química, não no sentido de utilizar apenas códigos pertencentes ao domínio explicativo da disciplina, mas de explicar fenômenos com as próprias palavras, usando conceitos e modelos próprios deste domínio. Para tanto, faz-se necessário selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráficos, traduzindo umas nas outras.

O desenvolvimento das competências de leitura e escrita ocorre na geração e compartilhamento de significados através do diálogo. Portanto, as atividades colaborativas constituem espaços de convivência propícios para desenvolver tais competências. As múltiplas interações que se sucedem no seio de um grupo oferecem a possibilidade de refletir coletivamente a partir da própria experiência e de reelaborar o conhecimento compartilhado. Num espaço educativo de convivência colaborativa, os temas estudados e as atividades propostas oportunizam a expansão da capacidade de refletir, devendo ser vividos pelos estudantes como um contínuo convite a olhar a

qualquer instante o que têm liberdade de mudar. Refletir, neste sentido, consiste em soltar a certeza sobre um saber, olhando novamente para o que se crê, procurando ver se o que se crê que é válido, é válido ou não.

O ato de conhecer exige uma atitude curiosa e investigativa do sujeito em face do mundo, além de uma atitude flexível e tolerante frente às incertezas e ambiguidades que surgem nos múltiplos caminhos que nosso tempo apresenta. Levando isso em consideração, a competência de resolver problemas em Química deve promover o desenvolvimento de uma atitude exploratória, cooperativa e autônoma, através da articulação do

conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema e para a tomada de decisões sobre estas. Isso se traduz nas capacidades de reconhecer um problema, identificar informações relevantes, consultar diferentes fontes e selecionar materiais, equipamentos, procedimentos e estratégias adequados para a sua solução. Sendo assim, a competência de resolução de problemas em Química se constitui no entrelaçamento das competências de leitura e escrita, possibilitando ao estudante compreender e avaliar a ciência e a tecnologia química para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito.

Ensino Médio - 1º ano

Leite é um alimento completo?

A presente proposta foi elaborada tendo como orientação as seguintes concepções: *aprender como um processo de construção*, o que implica partir do conhecimento dos alunos e considerá-lo durante todo o processo de ensino e aprendizagem, relacionando-o com outros conhecimentos; *aprender investigando*, o que envolve questionamento, reflexão e tomada de decisões, centrados na resolução de problemas; e considerar o aluno e o conhecimento como *sistemas complexos*, superando uma visão fragmentada sobre o indivíduo e o processo de ensino e aprendizagem (CAÑAL et al., 1997).

A unidade apresenta atividades voltadas para o desenvolvimento de alguns conceitos associados ao *leite*. A temática do leite é relevante, pois faz parte da vida diária e está integrada às discussões sobre a saúde pública. A Química, assim como outras áreas do conhecimento, pode contribuir significativamente para a compreensão desta temática no contexto escolar, uma vez que possibilita ao aluno entender quais as principais diferenças entre os tipos de leite que existem no mercado, qual o seu papel na alimentação humana, como ele pode contribuir para a redução de problemas como a desnutrição infantil, entre outros aspectos.

As atividades que compõem a unidade partem do levantamento de ideias, discussão e delineamento de um problema, com o objetivo de explicitar conhecimentos, dúvidas e curiosidades dos alunos que serão trabalhados com a participação de todos, por meio de experimentos e análises de dados. Também são sugeridas outras atividades complementares. Como atividade de conclusão, propõe-se uma sistematização dos conteúdos trabalhados e uma produção textual que apresente algumas das aprendizagens do aluno sobre o problema delineado no começo do estudo. (GONZÁLEZ et al., 1999).

Sinta-se livre para fazer as modificações

que julgar pertinentes, ampliando ou reduzindo o que é proposto, segundo as necessidades e desejos de sua turma. Os roteiros das atividades em sua forma detalhada são apresentados no Caderno do Aluno. Aqui são apresentados elementos complementares àquelas atividades, com orientações diversas, reflexões e sugestões adicionais.

Objetivos

Ao final da unidade, os alunos terão vivenciado oportunidades de desenvolver as competências de:

- **Ler:** Reconhecer e compreender fenômenos que envolvem interações e transformações químicas, analisando e interpretando informações apresentadas em diferentes formas, como textos, tabelas e resultados de experimentos.
- **Escrever:** Descrever fenômenos, substâncias, materiais, propriedades e eventos químicos, relacionando-os a descrições na linguagem corrente e fazendo uso apropriado de expressões características da linguagem química.
- **Resolver problemas:** Propor alternativas para questões que tenham relação com a Química, argumentar e apresentar razões e justificativas que articulem, integrem e sistematizem o conhecimento químico, por meio de consulta e articulação de diferentes fontes de informação.

Habilidades

Para atingir as competências anteriormente citadas, será necessário:

- Identificar, selecionar e interpretar informações que envolvem diferentes aspectos de natureza química com relação ao tema do leite.
- Elaborar produções textuais, tais como relatórios de experimentos, sínteses e mate-

riais de divulgação, diante de informações relacionadas aos diferentes tipos de leite.

Conteúdos

Partindo da temática do leite, esta unidade aborda os seguintes conteúdos:

- Diferenciação entre substâncias e misturas por suas características macroscópicas (propriedades físicas).
- Compreensão do significado matemático da composição de materiais.
- Compreensão de processos de separação de misturas, como filtração e decantação.
- Utilização das propriedades físicas para propor processos de separação de misturas.
- Identificação de interações e de transformações químicas por meio das propriedades das substâncias.

Tempo de duração aproximado: 6 aulas.

Materiais necessários: Um béquer de 500 ml e um vidro de relógio que cubra o copo; uma panela ou leiteira com tampa; dois béqueres de 250 ml ou copos de vidro; bastão de vidro ou palito de sorvete; seringas descartáveis de 10 ml ou de 25 ml; funil pequeno de vidro ou de plástico; filtro de papel para café; vinagre; sistema para aquecimento (tripé com tela refratária, bico de gás); dois pedaços de pano fino (20 cm x 20 cm aproximadamente); coador; colheres de cabo longo; canudos; amostras de leite.

Identificação de ideias (Aula1)

Esta aula tem o objetivo de propiciar um momento de explicitação de ideias dos alunos e de problematização do tema. Através dela, você estará exercitando com seus alunos as habilidades de leitura e interpretação de textos, relato de experiências e elaboração de perguntas.

O que sabemos sobre o leite?

Oriente os alunos a responderem, individualmente e por escrito, às perguntas que são apresentadas na introdução do Caderno do Aluno. Além dessas, peça para que eles também escrevam perguntas sobre o tema, a partir de seus interesses. A seguir, oportunize que se manifestem sobre o que responderam, por meio de uma conversa em grande grupo ou pela elaboração, em pequenos grupos, de uma síntese das respostas. No caso de optar pela realização da atividade em pequenos grupos, promova a leitura de algumas sínteses para o grande grupo, possibilitando o compartilhamento das ideias entre a turma.

Para organizar uma síntese das primeiras ideias e dúvidas dos alunos, separe o quadro em duas partes e anote, de um lado, as ideias e, de outro, as dúvidas e perguntas que forem surgindo durante as manifestações. Sugira aos alunos que copiem essas anotações, para que possam ser usadas ao longo da unidade. Uma maneira de fazer isso é pedir que, a partir de suas aprendizagens, reformulem e ampliem as anotações ou respondam às dúvidas apontadas, ao final de cada uma das atividades seguintes ou como um fechamento da unidade. Assim, você estará promovendo um retorno e uma nova reflexão sobre as ideias iniciais dos alunos, e poderá avaliar a evolução deles em relação a seus conhecimentos iniciais.

Terminada essa socialização, proponha a leitura do texto presente no Caderno do Aluno, orientando os alunos a sublinharem as ideias que considerarem significativas e palavras ou expressões desconhecidas. Solicite também que respondam por escrito ao questionário com o objetivo de identificar o que eles conhecem a respeito do leite. Depois, proponha a socialização de suas ideias e dúvidas sobre o que entenderam do texto e sobre o que responderam, de modo semelhante ao realizado anteriormente. Durante a socialização, continue anotando as ideias e as perguntas propostas por eles no

quadro, e oriente-os para que as registrem por escrito, a fim de que possam usá-las e reformulá-las ou respondê-las no decorrer das aulas.

Nesse momento, é provável que os alunos apresentem dúvidas sobre algumas palavras contidas no texto. Oriente-os para procurar essas palavras no glossário que consta no final do Caderno do Aluno ou em um dicionário. Com isso, os alunos terão a oportunidade de ampliar seu vocabulário e sua compreensão das ideias do texto. Durante o compartilhamento, aproveite também para questioná-los a respeito de suas ideias sobre os tipos de leite que conhecem:

- Vocês creem que todos têm os mesmos nutrientes? Por quê?
- Existe diferença entre o leite desnatado e o leite integral? Se sim, que diferenças são essas? E entre o leite de vaca e o leite de cabra?
- Que diferenças vocês acreditam que existem entre o leite de vaca e o leite de soja?
- O que você entende quando alguém lhe diz que tomou um "leite puro"?
- Qualquer pessoa pode beber qualquer tipo de leite?

Através desses questionamentos, você estará proporcionando aos alunos um espaço de reflexão e de tomada de consciência de suas ideias e dúvidas relacionadas ao tema. Além disso, você terá oportunidade de iniciar, junto com eles, uma seleção de informações a respeito de características: das substâncias, tais como densidade (caso comentem a respeito da nata, você pode perguntar por que ela sempre fica sobre a fase aquosa) e solubilidade (por exemplo, pergunte por que não há necessidade de dar água a um recém-nascido que esteja se alimentando exclusivamente de leite materno); e de misturas (se o leite for apontado como uma mistura, vale perguntar quais devem ser seus componentes, se podemos separá-los e como isso pode ser feito).

Como fechamento desta atividade e encaminhamento para a próxima, solicite aos

estudantes que apontem o que consideram importante que as pessoas saibam a respeito do leite materno e das diferenças dele para outros tipos de leite, considerando as ideias identificadas e as dúvidas que surgiram. Solicite que registrem suas hipóteses e oportunize, depois, que as socializem com o grande grupo.

Professor, esta atividade é proposta com o objetivo de desencadear no aluno a percepção do que ele entende sobre o assunto e de que esse entendimento não é suficiente para explicar a diferença entre o leite materno e outros tipos de leite. **Seu papel, nesta atividade, é ajudá-los a identificar as próprias ideias e dúvidas.** Portanto, não se preocupe em responder, neste momento, a todas as dúvidas que surgirem, afinal, são elas que motivarão os alunos a seguirem estudando sobre o leite. Nesse mesmo sentido, não procure esgotar as dúvidas referentes ao texto: ele é proposto nesta atividade como um desencadeador da unidade, uma vez que apresenta um tema socialmente relevante e que exige novos conhecimentos para sua compreensão. Retome-o durante as próximas atividades, mostrando aos alunos como os novos conhecimentos desenvolvidos ajudam a melhorar a compreensão do texto.



Análise de dados e experimentação

(Aulas 2, 3 e 4)

Levantadas as ideias, nosso próximo passo é ajudar os alunos a melhorá-las, a fim de tentar responder especialmente à questão: **“O que você considera importante que as pessoas saibam a respeito do leite materno e das diferenças dele**

para outros tipos de leite que consumimos diariamente?”. Para tanto, serão analisados alguns tipos de leite quanto aos seus componentes sob duas formas: a leitura de informações nutricionais presentes em tabelas e a identificação e separação de alguns componentes do leite por meio de interações e transformações químicas. Nestas aulas, você poderá discutir com seus alunos as diferenças entre os tipos de leite quanto à quantidade e à qualidade de seus componentes (Quais as diferenças dos nutrientes dos vários tipos de leite? Quais as diferenças desses nutrientes em relação às quantidades?). O significado matemático da composição dos materiais, alguns processos de separação de misturas (como a filtração e a decantação), noções de propriedades físicas e transformações químicas (como o reconhecimento da ocorrência destas últimas por meio de evidências macroscópicas), além de favorecer o desenvolvimento de habilidades de identificação, seleção e interpretação de informações e fenômenos.

O leite que consumimos diariamente apresenta os mesmos nutrientes que o leite materno?

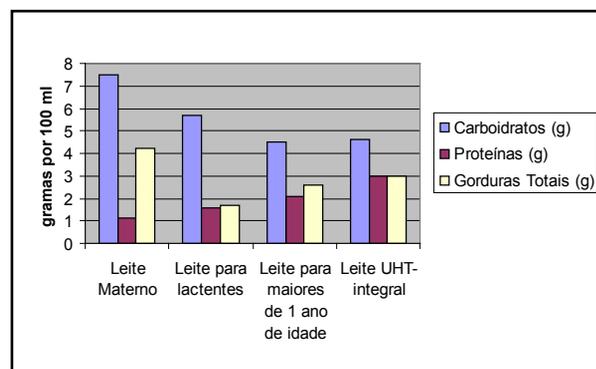
Para que os alunos avancem na compreensão do leite como uma mistura de substâncias que se apresentam em composições variáveis, estabeleça a relação entre o tipo e a quantidade de cada substância componente e o tipo de leite. Para isso, desafie-os a analisarem as tabelas que constam no Caderno do Aluno e a responderem, individualmente ou em duplas, às questões ali propostas. Chame a atenção para os tipos de dados fornecidos pelas tabelas: indicação dos componentes (carboidratos, proteínas, gorduras,...) e quantidades por porção (expressas em gramas e em miligramas).

Questione-os a respeito da relação entre a aparência do leite e sua composição, enfatizando que o aspecto uniforme obser-

vado não é suficiente para diferenciar uma substância de uma mistura homogênea de substâncias. Aproveite para apontar outros exemplos semelhantes, como uma mistura de água e cloreto de sódio em comparação com água, e a gasolina, como uma mistura de hidrocarbonetos e etanol. Como contraponto, peça aos alunos exemplos de misturas nas quais é possível identificar facilmente componentes diferentes, e classifique-as como misturas heterogêneas. Com esses exemplos, você pode ajudá-los a perceber as diferentes fases e sugerir alguns procedimentos para separá-las, como forma de iniciar uma discussão sobre os processos de separação de misturas.

Outro aspecto importante a ser abordado diz respeito à pureza de uma substância. Nesse sentido, explique a seus alunos que nenhuma substância está totalmente livre de outras substâncias (um exemplo é o que chamamos de “ar puro”). Logo, o que chamamos de “leite puro” se refere a um leite não industrializado e sem aditivos. Além disso, vale ressaltar que o próprio conceito de pureza é relativo. No caso da água, ele depende basicamente de dois fatores: o uso a que se destina e a aparelhagem usada para medir o grau de pureza.

Para que eles desenvolvam ainda mais as competências de leitura e escrita, você pode orientá-los a transpor os dados presentes nas tabelas para a forma de gráficos, como no exemplo a seguir, e ajudá-los a perceber que as mesmas informações podem ser expressas de diferentes modos.



Neste momento, você poderá trabalhar com eles a noção de que o leite é uma mistura de substâncias, tendo a água como o componente em maior quantidade, constituindo-se no principal solvente. Também poderá ajudá-los a perceber que os diversos tipos de leite podem diferir em quantidade de suas substâncias componentes (carboidratos, proteínas e gorduras). Chame a atenção para as designações que aparecem para os diferentes tipos de leite: para lactentes, UHT, etc., e oriente-os a pesquisarem o que elas significam com a ajuda do glossário ou de outras fontes de consulta, como livros, revistas e a internet, quando possível.

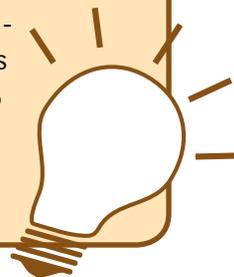
A discussão a respeito dos componentes do leite dá início à elaboração do conceito de substância, por parte dos alunos, que deve ser construído ao longo do ano letivo. Nesta unidade, é desejável que os alunos consigam fazer uma diferenciação macroscópica entre mistura e substância, sem a necessidade de desenvolverem, neste momento, uma definição de caráter microscópico.

Professor, você pode ampliar esta atividade pedindo aos alunos para trazerem para a aula (ou traga você mesmo) algumas embalagens de leite. Outra ideia é visitar um mercado e anotar as informações nutricionais e outras que possam ser interessantes (preço, volume, tipo de embalagem, marca, registro no Ministério da Saúde, código de reciclagem...).

Questione-os a respeito do tipo de leite que seria mais apropriado para uma pessoa com excesso de peso, ou com intolerância à lactose, ou ainda para idosos, mais propensos à descalcificação dos ossos.

Além dos diversos tipos de leite, é interessante explorar também seus derivados, como o leite em pó, o leite condensado, o creme de leite, os tipos de queijo, o iogurte, o requeijão, a nata, a manteiga (discutindo a diferença na obtenção da margarina), etc. Todos esses derivados são misturas formadas a partir do leite por meio de processos de separação de misturas e de transformações químicas. A produção de iogurte, por exemplo, envolve uma transformação química conhecida como fermentação; o leite condensado é obtido através de um processo de desidratação que ocasiona o aumento da concentração dos constituintes do leite.

Proponha uma discussão sobre o consumo de alimentos naturais e industrializados, os processos envolvidos e produtos obtidos; visite empresas ou mesmo famílias que produzem derivados do leite; ou, ainda, sugira, se houver condições, a produção de queijo na escola.



Substâncias presentes no leite:

O objetivo desta atividade é identificar algumas das substâncias presentes no leite, através de processos de separação de misturas e de evidências macroscópicas de transformações químicas, de modo que o aluno as relacione com suas ideias e com as conclusões obtidas na atividade anterior. Para isso, oriente-os a descreverem o que acontece em cada procedimento experimental e a responderem às perguntas propostas no roteiro. Peça que, antes de iniciarem a parte prática, comparem as informações presentes na embalagem do leite a ser analisado com aquelas apresentadas na atividade anterior, tentando identificar semelhanças e diferenças. O objetivo é que percebam que leites do

mesmo “tipo” (de vaca, integral, UHT, etc.) apresentam diferenças consideráveis em seus componentes e na quantidade destes.

Para a realização dos experimentos, fica a seu critério realizá-los você mesmo ou organizar os alunos em pequenos grupos e fornecer os materiais para que eles os realizem. Em qualquer dos casos, é importante **explicar os cuidados necessários para a realização dos procedimentos**, que podem ser feitos tanto em laboratório quanto em sala de aula. Para aproveitar melhor o tempo, organize os experimentos de modo que al-

guns grupos realizem apenas o experimento A, enquanto outros realizam o experimento B. Após a realização de cada procedimento, oriente os alunos a preencherem o quadro sugerido no Caderno do Aluno com suas observações e respostas. Após o registro das observações, sugira que os alunos se organizem em pequenos grupos para discuti-las, com base nas respostas dadas às questões propostas. Ao final, os grupos poderão relatar os procedimentos realizados e os resultados obtidos, para que sejam analisados e comparados entre si.

Algumas informações sobre os experimentos:

Para as amostras de leite, você pode trazê-las ou combinar com os alunos para que as tragam. Também é interessante trabalhar com tipos diferentes de leite (desnatado, semidesnatado, integral, de soja, entre outros) para que os resultados possam ser comparados. Se desejar, também podem ser comparados leites de mesmo tipo, mas de diferentes fabricantes.

Experimento A:

O componente mais abundante no leite é a água, embora existam muitas outras substâncias dissolvidas. A água pode ser identificada através das gotas condensadas que ficam na tampa da panela quando se ferve o leite. O leite materno também tem a água como solvente: por isso um recém-nascido amamentado exclusivamente com leite materno não precisa tomar água nem chás.

Quando aquecemos um certo volume de água, rapidamente observamos a liberação de bolhas de gás – mesmo antes da fervura. Isto ocorre porque a solubilidade dos gases diminui com o aumento da temperatura. Menos solúveis, os gases que estavam dissolvidos formam bolhas e saem do líquido. Incluem-se aqui o vapor de água que se forma pelo contato do líquido com a superfície quente.

No leite, entretanto, o gás ou vapor (dependendo do estado da substância, à temperatura ambiente) ainda fica “aprisionado” no líquido. O leite tem uma série de substâncias capazes de estabilizar estas bolhas, como a caseína. Quando a temperatura do leite aumenta, os gases que estavam dissolvidos têm sua solubilidade reduzida e formam bolhas que sobem até a superfície por causa da diferença de densidade entre elas e o líquido. Quando as bolhas chegam à superfície do leite, não conseguem romper a camada superficial do líquido, pois as gorduras e proteínas que estão dissolvidas no leite e que se acumulam em sua superfície dão muita resistência à película superficial (ou seja, aumentam a tensão superficial do leite). Consequentemente, as bolhas inteiras, sem arrebentar, empurram para cima a camada superficial do líquido, formando espuma. O gás se expande com o aumento da temperatura e, então, as bolhas ficam cada vez maiores. Com várias bolhas de gás, o leite vai gradativamente aumentando de volume, e acaba derramando. Podemos dizer, então, que o leite é uma emulsão que apresenta como principal emulsionante a caseína. Um experimento muito simples que pode ser realizado para mostrar a relação do emulsionante com a tensão superficial é aquecer água com detergente, que também pode derramar pela formação de bolhas.

Já a formação de nata e de gotículas amarelas semelhantes ao azeite indicam a presença de gordura no leite. Para que os alunos relacionem suas observações com as informações da embalagem, questione-os sobre o que observam na superfície do leite fervido: **Com o que as gotículas oleosas e amareladas que se formam na superfície do leite se parecem? Qual das substâncias descritas na embalagem do leite você pensa que indica a presença destas gotículas?**

Experimento B:

A adição de vinagre após o primeiro aquecimento (sem ferver) provoca a formação de grumos de um material branco, que é a caseína. Já os grumos formados durante o segundo aquecimento (após algum tempo de fervura) são de outra proteína do leite: a albumina. A separação da albumina por aquecimento do soro até a fervura é um processo semelhante ao que costumam fazer algumas famílias de origem italiana de nosso Estado para a obtenção da "puína", um alimento constituído basicamente de albumina. A albumina também é encontrada na clara do ovo (ovo-albumina) e possui o mesmo valor nutritivo da lacto-albumina.

Você também pode preparar leite de soja para ser testado junto com os outros tipos de leite de origem animal. Para isso, são necessários: 3 xícaras (chá) de grãos de soja escolhidos e sem lavar; 4,5 litros de água; uma colher (chá) de sal; 6 colheres (sopa) de açúcar. Procedimento: ferva um litro e meio de água, coloque os grãos e conte cinco minutos a partir da nova fervura. Escorra a água e lave os grãos em água corrente. Coloque o restante da água (3 litros) para ferver, e cozinhe os grãos por cinco minutos (não descarte a água). Quando estiver morno, bata os grãos e a água no liquidificador por três minutos. Cozinhe a massa obtida em uma panela aberta por 10 minutos, reduzindo a chama após a fervura, mexendo sempre. Quando estiver morno, coe em pano de algodão limpo e esprema bem, com o auxílio das mãos, através do pano. O líquido filtrado é o extrato de soja (leite) e a massa restante, o resíduo ou "okara". Leve o extrato novamente ao fogo e ferva por dois minutos. Ao final, adicione o açúcar e o sal ao extrato.

Fonte: Receitas à base de soja. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/html/receitas.htm>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

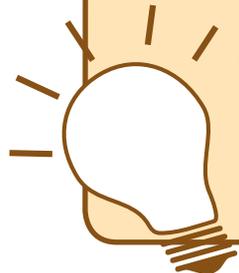
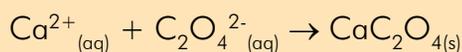
Para concluir esta atividade, realize uma discussão a respeito dos procedimentos empregados nos experimentos e sistematize alguns conceitos envolvidos, como, por exemplo, evidências de transformações químicas e processos de separação de misturas. Aproveite os relatos para retomar a discussão realizada na atividade anterior, questionando os alunos com respeito às evidências de que o leite é uma mistura de substâncias. Chame a atenção para os processos de separação utilizados e para as características macroscópicas que possibilitam a realização de cada processo. A filtração, por

exemplo, é um processo utilizado para a separação de misturas heterogêneas líquido-sólido; já a decantação exige que os componentes da mistura, além de serem imiscíveis (de modo a formarem mais de uma fase), apresentem densidades diferentes. Você também pode utilizar o experimento B para abordar alguns aspectos com respeito ao conceito de transformação química, como evidências de uma transformação (no caso, a precipitação da caseína) e a identificação das diferenças entre o estado inicial (antes da adição de vinagre) e o estado final (após a adição).

Caso haja maior disponibilidade de tempo e de reagentes, você pode realizar um teste para identificação de cálcio. Para isso, são necessários: béquer de 25 ml ou copinhos de café de plástico; bastão de vidro ou palito de sorvete; proveta graduada de 10 ml ou seringa descartável de 10 ml ou de 25 ml; funil pequeno de vidro ou de plástico; filtro de papel para café; algodão; solução de hidróxido de sódio 3 mol/l; solução de ácido clorídrico 1:3 (v/v); Semorin[®] (solução aquosa de ácido oxálico).

Coloque cerca de 20 ml de leite em um béquer e adicione 5 ml da solução de ácido clorídrico 1:3. Misture com bastão de vidro e filtre, utilizando um filtro de papel para café com um chumaço de algodão no fundo para melhorar a eficiência da filtração. No filtrado, adicione uma solução preparada com 10 gotas de Semorin[®] e 5 ml da solução de hidróxido de sódio 3 mol/l.

O íon cálcio pode ser identificado através de sua interação com o ânion oxalato ($C_2O_4^{2-}$), presente no Semorin[®], que produz um precipitado branco – o oxalato de cálcio (em concentrações elevadas ocorre precipitação instantânea, porém em soluções mais diluídas pode ocorrer apenas turvação):



O íon cálcio está presente no organismo humano (1,5%-2,0%), faz parte da constituição dos dentes, unhas e ossos, e tem primordial importância na sustentação e na formação da estrutura corporal. Também contribui para processos como a manutenção do batimento cardíaco, a coagulação sanguínea e a ativação de enzimas.

Sistematização e divulgação (Aulas 5 e 6)

As atividades propostas nestas últimas aulas oferecem a possibilidade de sistematizar os conteúdos trabalhados, além de proporcionar ao aluno um espaço para que ele próprio possa avaliar sua aprendizagem. Por meio delas, os alunos poderão desenvolver suas habilidades de sistematização, seleção de informações e argumentação de suas ideias.

Sistematização de ideias:

A partir das perguntas formuladas ao longo da unidade, proponha que os alunos construam um quadro comparativo,

semelhante ao que consta no Caderno do Aluno, tomando por base suas ideias iniciais (explicitadas na primeira atividade) e as conclusões obtidas em cada uma das atividades anteriores. Para isso, eles deverão preencher a coluna “O que eu pensava antes?” com as ideias que eles tinham no início da unidade e a coluna “O que eu penso agora?” com suas novas ideias, elaboradas até o momento. Além das questões que constavam da primeira atividade, você pode acrescentar, na primeira coluna do quadro, outras que foram propostas ao longo da unidade.

Após o preenchimento do quadro, organize os alunos em pequenos grupos para que possam discutir suas respostas e apontar dúvidas que não conseguiram resolver. Cada grupo deverá apresentar suas conclusões e dúvidas para toda a turma. Ajude-os a completar o quadro, discutindo

cada item em grande grupo, de modo a realizarem uma síntese das aprendizagens da unidade.

O preenchimento do quadro, bem como os questionamentos e as discussões orientados por você pretendem auxiliar na compreensão das ideias centrais da unidade, que envolvem as noções de mistura de substâncias, processos de separação de misturas e evidências macroscópicas de transformações químicas. Além disso, a análise do quadro pode facilitar a avaliação, por parte dos alunos, da própria aprendizagem e motivá-los a buscar mais dados e informações a respeito do leite e de sua importância nutricional para o consumo humano.

Divulgação das aprendizagens sobre o leite:

Como atividade de conclusão, proponha a elaboração de um *folder* destinado à população em geral (por suposição, os pais, a comunidade próxima, os colegas de outra etapa de formação) com informações que possam ajudar a perceber a importância do leite materno e as diferenças dele para outros tipos de leite. Acompanhe a produção, sugira melhorias e problematize inconsistências. Ao final, exponha o que produziram em um mural da escola, em uma página web ou disponibilize os *folders* em espaços frequentados pela comunidade a que se destinam.

Referências

- CAÑAL, P. et al. *Investigar en la escuela*. Sevilla: Díada, 1997.
- CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. I. *Química na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2007.
- GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L.; ANTUNES, A. *Determinação qualitativa dos íons cálcio e ferro em leite enriquecido*. *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 43-45, 2001.
- GONZÁLEZ, J. F. et al. *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Díada, 1999.
- GOUVEIA-MATOS, J. A. M. *Pasteur: ciência para melhorar a vida*. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 20-22, 1997.
- KINLASKI, A. C.; ZANON, L. B. *O leite como tema organizador de aprendizagens em química no ensino fundamental*. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 15-19, 1997.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química*. São Paulo: Scipione, 2007.
- NÓBREGA, O. S. et al. *Química*. São Paulo: Ática, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. (Org.). *Química e Sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2007.
- SILVA, P. H. F. *Leite: aspectos de composição e propriedades*. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 3-5, 1997.

Sites consultados:

- www.cnpso.embrapa.br/html/receitas.htm
- www.cnpqgl.embrapa.br/
- www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/pdf/n06/quimsoc.pdf
- qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/relatos.pdf
- qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf
- www.cdcc.sc.usp.br/quimica/experimentos/leite.html
- qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/exper2.pdf
- www6.ufrgs.br/bioquimica/extensao/anais_2001.pdf#page=23
- www.qmc.ufsc.br/quimica

Ensino Médio - 2^o e 3^o anos

Biocombustíveis: solução ou problema?

A presente proposta foi elaborada tendo como orientação as seguintes concepções: *aprender como processo de construção*, o que implica partir do conhecimento dos alunos e considerá-lo durante todo o processo de ensino e aprendizagem, relacionando-o com outros conhecimentos; *aprender investigando*, o que envolve questionamento, reflexão e tomada de decisões, num processo centrado na resolução de problemas; e considerar o aluno e o conhecimento como *sistemas complexos*, superando uma visão fragmentada sobre o indivíduo e o processo de ensino e aprendizagem (CAÑAL *et al.*, 1997).

Nesta unidade, o conjunto de atividades está voltado para o desenvolvimento de alguns conceitos associados ao tema dos *biocombustíveis*. As atividades iniciais envolvem leitura, discussão e delineamento de um problema, com o objetivo de explicitar ideias e questionamentos dos alunos para serem trabalhados ao longo da unidade, com participação de todos. A partir disso, se encaminham atividades envolvendo experimentos e análises de dados, seguidas de atividades de pesquisa de natureza mais independente. Ao longo desse processo, outras atividades complementares serão sugeridas. Por último, propõem-se, como atividades de conclusão, uma sistematização dos conteúdos trabalhados e uma produção textual que contenha a opinião do aluno sobre o problema delineado nas primeiras atividades (GONZÁLEZ *et al.*, 1999).

A ideia é de que você se sinta livre para fazer as modificações que julgar pertinentes, ampliando ou reduzindo o que é proposto segundo as necessidades e desejos do grupo com o qual está trabalhando. Os roteiros das atividades em sua forma detalhada são apresentados no Caderno do Aluno. Aqui nos concentramos em apresentar elementos complementares àquelas atividades, com orientações diversas, reflexões e sugestões adicionais.

Objetivos

Com esta unidade, esperamos que os alunos desenvolvam as seguintes competências:

- **Ler:** Analisar e interpretar informações apresentadas em diferentes formas, como fórmulas e equações químicas, tabelas, esquemas e textos, reconhecendo símbolos, códigos e nomenclatura próprios da Química.
- **Escrever:** Utilizar a escrita como modo de aprender, envolvendo especialmente produções originadas como respostas a perguntas significativas, organizando e relacionando informações, para tomar decisões e construir argumentações.
- **Resolver problemas:** Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico ao de outras áreas no enfrentamento de problemas, selecionando procedimentos e estratégias adequados para a sua solução.

Habilidades

Nessa sequência de aulas, os alunos podem ampliar suas habilidades de:

- Identificar, selecionar e interpretar informações que envolvem diferentes aspectos de natureza química com relação ao tema dos biocombustíveis.
- Elaborar produções textuais, tais como relatórios de experimentos, sínteses e artigos de opinião, diante de informações ou problemas relacionados aos biocombustíveis.

Conteúdos

Partindo da temática dos biocombustíveis, esta unidade aborda os seguintes conteúdos:

- **Termoquímica:** Transformações químicas e suas evidências macroscópicas, liberação ou absorção de energia nas trans-

formações, relação entre calor envolvido na transformação e massas de reagentes e produtos – calor de combustão.

- **Química Orgânica:** Funções orgânicas e grupos funcionais: hidrocarbonetos, álcoois, ácidos carboxílicos, ésteres, reação de esterificação.
- **Química Ambiental:** Uso do ambiente de forma sustentável, evitando perturbações no ambiente produzidas por ação humana (fontes e efeitos): origem, produção e usos de biocombustíveis e de combustíveis fósseis, desequilíbrios ambientais na biosfera e causados pela introdução de gases na atmosfera (ciclo do gás carbônico).

Tempo de duração aproximado: 6 aulas.

Materiais necessários: Lamparinas, velas e pires branco.

Levantamento de ideias e problematização (Aulas 1 e 2)

Estas aulas foram planejadas com o objetivo de propiciar um momento de explicitação de ideias dos alunos e de problematização do tema. São exercitadas as habilidades de leitura, interpretação de textos e formulação de perguntas.

Que ideias temos sobre os biocombustíveis?

Esta atividade propõe a leitura e a discussão de uma reportagem e de uma notícia divulgadas na internet tratando dos *biocombustíveis*, e que apresentam perspectivas divergentes sobre o assunto. Antes da leitura, oportunize aos alunos um espaço para que eles possam expressar o que entendem e o que gostariam de saber sobre os biocombustíveis. Para tanto, proponha uma discussão em grande grupo sobre o que os alunos entendem sobre o termo “biocombustíveis”, o que já ouviram falar sobre isso e o que gos-

tariam de aprender sobre este assunto. Este espaço de discussão livre é importante para a identificação dos conhecimentos iniciais dos alunos e para que eles próprios possam tomar consciência de suas dúvidas (por meio de perguntas) e interesses sobre o tema.

Proponha a leitura de ambos os textos, orientando os alunos a sublinharem ideias que considerarem significativas e palavras ou expressões desconhecidas, como está proposto no Caderno do Aluno. A partir disso, oportunize a cada aluno se manifestar sobre o que entendeu dos textos, por meio de uma conversa em grande grupo ou pela elaboração, individualmente ou em pequenos grupos, de uma síntese. No caso de optar pela realização da atividade sob a forma escrita, promova a leitura de algumas sínteses para o grande grupo, possibilitando o compartilhamento das ideias entre a turma.

Durante o compartilhamento, é provável que os alunos apresentem dúvidas sobre algumas ideias contidas nos textos. Aproveite para questioná-los a respeito de suas ideias sobre o tema:

- O que vocês acreditam que são os biocombustíveis?
- Já ouviram falar de algum biocombustível? Qual?
- Onde eles podem ser usados? E para gerar energia elétrica?
- Que diferenças você crê que existem entre o biocombustível e a gasolina (ou entre o diesel e o biodiesel)?
- Por que esse assunto está sendo tão comentado ultimamente pela mídia?

Questione-os também a respeito de outras fontes de energia (como os combustíveis fósseis), especialmente quanto à importância e às implicações do consumo dessas fontes:

- O que vai acontecer com o petróleo? Ele vai acabar?
- Conseguimos viver sem ele?
- O que você pensa que a escassez de petróleo pode acarretar?



Sobre esse assunto, você pode pedir que descrevam o que fazem desde o seu despertar até o momento em que chegam à escola: onde podemos perceber derivados de petróleo? Vale pensar não só nos combustíveis, como a gasolina e o diesel, mas também em outros derivados, como os plásticos.

Com esses questionamentos, você estará proporcionando aos alunos um espaço de reflexão e de tomada de consciência das próprias ideias e da problemática gerada pela eminente escassez de petróleo como recurso energético. Além disso, você terá oportunidade de iniciar, junto com eles, uma seleção de informações a respeito de transformações químicas de combustão, tais como evidências de transformação (resíduos emitidos durante a queima de combustíveis, liberação de energia) e implicações ambientais (como o efeito estufa, por exemplo).

Como fechamento desta atividade e encaminhamento para a próxima, solicite um posicionamento dos estudantes quanto à produção de biocombustíveis no Brasil, considerando as informações obtidas e as ideias construídas. Você pode pedir uma produção escrita individual ou ainda um relato das opiniões para o grande grupo. Lembre-os de que o posicionamento deve ser justificado, pois é uma oportunidade para os alunos tomarem consciência de suas próprias ideias e dúvidas.

Professor, esta atividade é proposta com o objetivo de desencadear no aluno a percepção do que ele entende sobre o assunto, e de que este entendimento não é suficiente para a compreensão dos textos e emissão de uma opinião argumentada. Portanto, não se preocupe em responder, neste momento, a todas as dúvidas que surgirem – afinal, são elas que motivarão os alunos a seguirem estudando sobre os biocombustíveis.

Seu papel, nesta atividade, é ajudá-los a identificar as próprias ideias e dúvidas. Para isso, você pode separar o quadro em duas partes e anotar, de um lado, as ideias e, de outro, as dúvidas e perguntas que forem surgindo durante as manifestações. Essas anotações devem ser copiadas por todos os alunos, para que possam ser resgatadas ao longo da unidade. Uma maneira de fazer isso é pedir aos alunos que, a partir de suas aprendizagens, reformulem as anotações ou respondam às dúvidas decorrentes da primeira leitura dos textos, ao final de cada uma das atividades seguintes ou como um fechamento da unidade. Assim, você estará promovendo um retorno e uma nova reflexão sobre os textos, e poderá avaliar a evolução dos alunos em relação a seus conhecimentos prévios.



O que você precisa para formar uma opinião sobre os biocombustíveis?

Para formar uma opinião sobre os biocombustíveis, avaliando a viabilidade da sua produção e da substituição dos combustíveis fósseis, é importante que os alunos investiguem sobre o tema, buscando melhor compreendê-lo, e que formulem perguntas que gostariam de responder envolvendo biocombustíveis.

Proponha a cada estudante que formule suas perguntas e as entregue a você? A seguir, forme pequenos grupos para compartilhamento e discussão das perguntas, ocasião em que poderão reformulá-las as perguntas e acrescentar outras que possam surgir durante a discussão. Ao final, todas as perguntas devem ser recolhidas por você, podendo ser usadas nas atividades seguintes e nos temas de pesquisa a serem propostos nas aulas 5 e 6.

Professor, caso seus alunos tenham dificuldade em formular perguntas, ajude-os apresentando alguns exemplos, além das questões apresentadas na introdução do Caderno do Aluno. A seguir, damos algumas sugestões de perguntas que podem ser elaboradas:

- Os biocombustíveis podem substituir qualquer outro combustível? Por quê?
- Quais as diferenças quanto à energia produzida por um combustível fóssil e por um biocombustível?
- Onde esses dois tipos de combustíveis podem ser usados?
- Como são obtidos?
- Quais são os produtos formados na queima dos biocombustíveis? E na queima dos combustíveis fósseis?

Experimentação e análise de dados (Aulas 3 e 4)

Formuladas as questões, nosso próximo passo é ajudar os alunos a tentar respondê-las. Para tanto, nestas duas aulas, sugerimos analisar os combustíveis quanto a dois resultados de suas combustões: a formação de produtos poluentes e a liberação de energia. A partir das atividades propostas a seguir, você poderá discutir com seus alunos quais poluentes são formados na queima de diferentes combustíveis e quais as diferenças entre os combustíveis fósseis e os biocombustíveis em termos de energia produzida nas queimas de ambos. Com isso, você estará trabalhando noções de termoquímica (como o conceito de calor de combustão e as relações entre calor e massas de reagentes e produtos) e de química ambiental (como os pro-

duto formados nas reações de combustão e a relação com a poluição atmosférica e com a necessidade de um equilíbrio sustentável), favorecendo o desenvolvimento das habilidades de analisar informações e fenômenos e de propor hipóteses.

Experimentação: comparação de combustíveis com relação aos produtos formados na queima

O objetivo desta atividade é reconhecer e descrever o processo de combustão, através da comparação entre os seus estados iniciais e finais, suas evidências macroscópicas, os reagentes envolvidos e os produtos gerados, de modo que o aluno os relacione com suas ideias a respeito da queima de um combustível.

Desafie os alunos a compararem as chamas de um fogão, de uma lamparina com álcool e de uma vela, observando-as e descrevendo o que acontece quando aproximam um pires a alguns centímetros acima de cada uma delas. Peça ao aluno que, antes do procedimento experimental, preencha, na tabela sugerida no Caderno do Aluno, a coluna “Minhas hipóteses” com o que ele pensa que acontecerá, justificando-a ou relatando alguma vivência em seu cotidiano que o leve a pensar assim. Após a realização do procedimento, oriente-o a preencher a coluna “O que eu observei” e comparar esta observação com a hipótese formulada anteriormente.

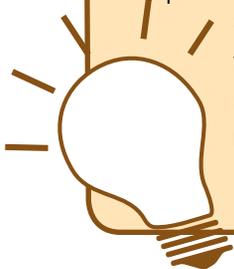
Para a realização do experimento, fica a seu critério realizar você mesmo as queimas ou organizar os alunos em pequenos grupos e fornecer os materiais para que eles o realizem. Todos nós, em nosso dia a dia, acabamos lidando com fogo (quando cozinhamos algum alimento ou colocamos água para aquecer, por exemplo). Portanto, aprender a manuseá-lo com segurança também pode ser um objetivo desta atividade.

Em qualquer dos casos, é importante **explicar os cuidados necessários para a realização deste procedimento**, que pode ser realizado tanto em laboratório como em sala de aula. Para a observação da chama

do fogão, você pode convidar os alunos para uma visita ao refeitório ou à cozinha da escola, ou ainda propor que observem apenas a cor da chama do fogão em suas próprias casas, recomendando os cuidados necessários e o acompanhamento de um adulto.

Caso sua escola tenha bico de Bunsen, você pode realizar um experimento semelhante. Para isso, acenda o bico de Bunsen com a janela de entrada de ar fechada, de modo a obter uma chama amarela. Sobre esta chama, aproxime um bastão de vidro e solicite aos alunos que observem o que acontece com o bastão. A seguir, regule a entrada de ar até obter uma chama azul, e novamente coloque o bastão de vidro sobre esta chama, pedindo aos alunos para observarem se houve diferença.

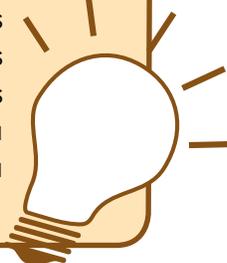
Os alunos podem fazer o registro do experimento em forma de quadro, semelhante ao proposto no experimento anterior.



Após o registro das observações, organize-os em pequenos grupos e sugira que discutam suas hipóteses e observações, respondendo às questões propostas e, ao final, entregando-as a você. Para concluir esta atividade, realize uma discussão a respeito do procedimento empregado no experimento e sistematize alguns conceitos envolvidos na atividade, como, por exemplo, evidências de transformações químicas, reações de combustão, combustão completa e incompleta, produtos de uma reação de combustão (gás carbônico, água, monóxido de carbono, carbono em suspensão – fuligem, entre outros) e problemas ambientais associados aos produtos da queima de combustíveis.

A partir desta atividade, também podem ser abordados conceitos de Química Orgânica. Para isso, apresente aos alunos as equações químicas referentes à combustão de cada um dos materiais citados, identificando as suas funções orgânicas, por exemplo, a gasolina (hidrocarbonetos, identificados pela presença exclusiva dos elementos hidrogênio e carbono), o etanol (álcoois, identificados pelo grupo funcional hidroxila) e o biodiesel (ésteres, identificados pelo grupo funcional carboxila).

Outra possibilidade é solicitar aos alunos que, organizados em pequenos grupos, realizem uma pesquisa em livros e em páginas da *web* sobre os produtos formados nas queimas do biodiesel e do etanol, os possíveis resíduos e a eficiência da queima (se completa ou incompleta). Essa pesquisa pode ser apresentada oralmente ou sob forma de cartaz e você pode aproveitá-la para, durante as apresentações, questionar os alunos sobre a relação entre os resultados obtidos na pesquisa e as reflexões realizadas sobre a atividade prática.



Análise de resultados: quanta energia é liberada na queima de um combustível?

Para que os alunos avancem na análise das transformações químicas decorrentes da combustão que ocorre na natureza e em diferentes sistemas, como os motores de automóveis, vamos tentar estabelecer a relação entre o calor envolvido nas transformações químicas e as massas de reagentes e produtos. Para isso, desafie-os a analisar a tabela que consta no Caderno do Aluno e responder, individualmente ou em duplas, as questões ali propostas. Neste momento, é importante que você retome o **conceito de densidade**, auxiliando-os a perceber como

a relação entre massa e volume participa na resolução das questões.

Sistematização e formação de opinião (Aulas 5 e 6)

As atividades propostas nestas duas últimas aulas oferecem a possibilidade de sistematizar os conteúdos trabalhados, além de abordar outros conceitos, como o processo de destilação do petróleo ou as reações de esterificação e fermentação alcoólica para a produção de biodiesel e de etanol, respectivamente. Nessas atividades, os alunos poderão desenvolver suas habilidades de pesquisa e seleção de informações, de sistematização, de argumentação e de defesa de ideias.

Complemento e sistematização das ideias do grupo:

A partir das produções da atividade “O que você precisa para formar uma opinião sobre os biocombustíveis”, apresente sínteses das perguntas formuladas pela turma e distribua-as entre os alunos, organizados em pequenos grupos, propondo que tentem respondê-las a partir da leitura do texto “Biocombustíveis”, que é apresentado ao final do Caderno do Aluno, ou pesquisando em livros e em páginas da *web*.

Para essa síntese, você pode agrupar as perguntas dos alunos por semelhança e selecionar ou acrescentar algumas que considerar mais relevantes. O número de perguntas a serem distribuídas depende do tempo que os alunos terão disponível para realizar a pesquisa e apresentá-la. Para socialização, essa pesquisa pode ser apresentada oralmente ou sob forma de um cartaz. Converse com os alunos previamente sobre a forma da apresentação, para que eles possam se organizar quanto a isso.

Além das perguntas formuladas pelos alunos, você pode acrescentar outras questões

que envolvam os processos de obtenção dos combustíveis fósseis (como a gasolina e o diesel) e dos biocombustíveis (como o biodiesel e o etanol) e os calores de combustão de cada combustível, como, por exemplo:

- Como são obtidos os combustíveis? Os combustíveis são extraídos ou sintetizados? Se são extraídos, como isso é feito? Se são sintetizados, quais reagentes são necessários?
- Quais as vantagens e desvantagens de um combustível extraído e de um sintetizado?
- Quanta energia é necessária para a obtenção de um combustível?
- Quanta energia é liberada na queima de um combustível?
- Para que podem ser usados o diesel e o biodiesel? Em que situações eles podem ser usados para as mesmas coisas?

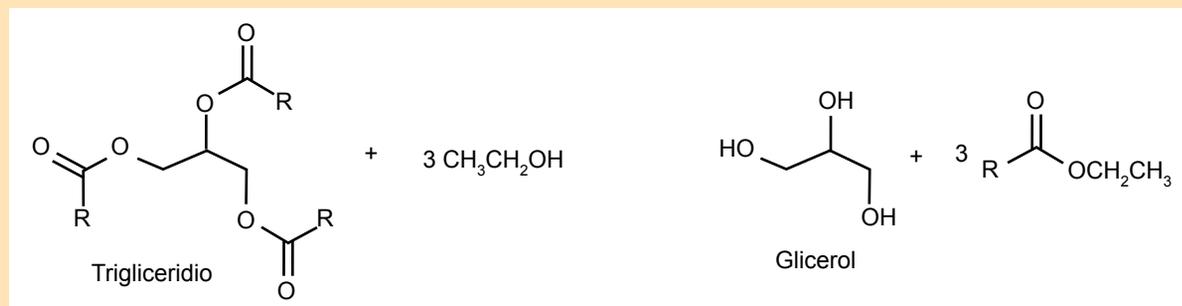
Oriente os alunos para que, durante a leitura do texto e das demais fontes de informação, anotem as dúvidas que surgirem e as apresentem, juntamente com os resultados da pesquisa. Aproveite para, durante as apresentações, discutir essas dúvidas, e questionar os alunos sobre a relação entre os resultados obtidos na pesquisa e as reflexões realizadas sobre as atividades anteriores.

Caso não haja tempo ou materiais bibliográficos para os alunos realizarem a pesquisa, forneça-lhes um texto que contenha informações sobre as formas de obtenção dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis. Sugerimos, ainda, alguns artigos a partir dos quais é possível elaborar um texto com informações a respeito dos biocombustíveis e dos combustíveis fósseis:

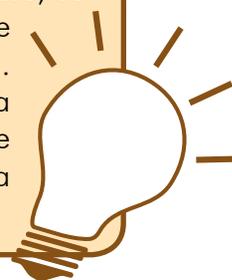
- *Biodiesel: possibilidades e desafios. Química nova na escola*. n. 28, maio, 2008. Disponível em: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf.

- *Petróleo: um tema para o ensino de química. Química nova na escola*. n. 15, maio, 2002. Disponível em: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf.

Você pode realizar um experimento para obtenção de biodiesel a partir de óleo de soja. Para isso, são necessários: 50 g de óleo de soja, 22 g de etanol anidro, 0,5 g de hidróxido de sódio, bastões e copos de vidro (ou béqueres) de 200 ml. Procedimento: adicione 17 g de etanol anidro em um copo. Adicione lentamente 0,5 g de hidróxido de sódio e agite constantemente com bastão de vidro até sua total dissolução no etanol. Junte a essa solução 50 g do óleo de soja e agite vigorosamente, com auxílio de um bastão, por 20 minutos. A seguir, deixe a mistura em repouso e observe a formação de duas fases (para uma separação completa, a mistura deve repousar pelo menos por 8 horas). Uma dessas fases é o biodiesel e a outra é glicerol, obtidos segundo a reação de transesterificação representada na equação química a seguir:



Para identificar os dois produtos formados, retire duas alíquotas de 2 ml de cada fase, colocando-as cada uma em um tubo de ensaio. Numere os tubos e identifique-os de acordo com cada fase (tubos 1 e 2 da fase superior e tubos 1 e 2 da fase inferior). Adicione 2 ml de água em cada um dos tubos 1, e 2 ml do óleo de soja em cada um dos tubos 2, e observe em qual tubo houve dissolução da água (indicando que o tubo contém glicerol) e em qual houve dissolução do óleo (indicando presença do biodiesel).



Para saber mais

Outro conteúdo que pode ser trabalhado a partir da temática dos biocombustíveis é o dos ciclos biogeoquímicos (especialmente os ciclos do carbono e do nitrogênio). O estudo dos ciclos biogeoquímicos envolve uma série de processos e de transformações químicas, que ocorrem simultaneamente no ambiente, e pode ser mais uma oportunidade de desenvolver nos estudantes uma visão mais sistêmica acerca dos fenômenos ambientais.

Você pode encontrar informações sobre os ciclos biogeoquímicos e suas relações com os biocombustíveis no seguinte artigo: *Biocombustível: o mito do combustível limpo*. *Química nova na escola*. n. 28, maio, 2008. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>.

Outros artigos sobre os ciclos biogeoquímicos:

Aspectos relevantes da biogeoquímica na hidrosfera. *Química nova na escola*. Cadernos temáticos. n. 05, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/hidrosfera.pdf>.

Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera. *Química nova na escola*. Cadernos temáticos. n. 05, nov. 2003. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/quimica_da_atmosfera.pdf.

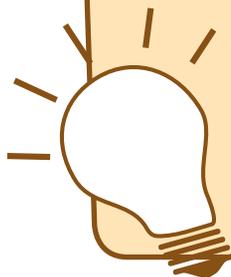
Proponha ainda que os alunos construam um quadro comparativo, semelhante ao que consta no Caderno do Aluno, a partir das conclusões obtidas em cada uma das atividades anteriores, apresentando aspectos dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis que possibilitem a percepção de vantagens e desvantagens no uso de ambos, bem como a avaliação das implicações sociais e ambientais do uso de biocombustíveis e de combustíveis fósseis. Ajude-os a completar o quadro, discutindo cada item em grande grupo, e você estará fazendo uma síntese das aprendizagens da unidade.

A realização desta atividade pelos alunos, bem como os questionamentos e as discussões orientadas por você, pretende auxiliar a compreensão das ideias que explicam a origem do petróleo e seus processos de transformação em materiais e substâncias utilizados no sistema produtivo (refino do petróleo). Além disso, a análise do quadro pode faci-

litar a avaliação, por parte dos alunos, da produção e dos usos sociais de combustíveis fósseis e de biocombustíveis, e motivá-los a buscar mais dados e informações sobre o uso de combustíveis fósseis e de biocombustíveis a curto, médio e longo prazos.

Formação de opinião dos alunos a respeito dos biocombustíveis

Como atividade de conclusão desta unidade, e buscando responder à pergunta **“O que eu preciso para formar uma opinião sobre os biocombustíveis?”**, proponha a seus alunos que escrevam um texto, no formato de um artigo para jornal, posicionando-se sobre as vantagens e limitações dos biocombustíveis, apresentando argumentos contra ou a favor da sua produção no Brasil. Acompanhe a produção, sugira melhorias e problematize inconsistências. Ao final, exponha o que produziram em um jornal mural da escola ou em uma página da web.



Você também pode propor um debate, organizando a turma em dois grupos, sendo um responsável por defender a produção de biocombustíveis no Brasil e outro contrário a tal produção. É importante que os grupos, antes de iniciar o debate, indiquem seus argumentos e elaborem um conjunto de questões que serão propostas ao outro grupo durante o debate. Oriente-os a apresentar implicações de ordem econômica, social, ambiental, usando argumentos elaborados durante a realização da unidade para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos.

Referências

CAMPOS, M. L. A. M.; JARDIM, W. F. *Aspectos relevantes da biogeoquímica na hidrosfera*. Química nova na escola. Cadernos temáticos. n. 05, nov. 2003.

CARDOSO, A. A. et al. *Biocombustível: o mito do combustível limpo*. Química nova na escola. n. 28, maio, 2008.

MARTINS, C. R. et al. *Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera*. Química nova na escola. Cadernos temáticos. n. 05, nov. 2003.

CAÑAL, P. et al. *Investigar en la escuela*. Sevilla: Díada Editora, 1997. Coleção Investigación y enseñanza: série Fundamentos.

CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. I. *Química na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2007.

GALLIAZI, M. C.; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H.; HENNIG, E. L.; HERNANDES, J. C. (2005). *Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão*. Química Nova na Escola, 21, pp. 25-28. Disponível em: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a05.pdf.

GONZÁLEZ, J. F. et al. *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Díada Editora, coleção Investigación y Enseñanza: série Fundamentos, 1999.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química*. São Paulo: Scipione, 2007.

NÓBREGA, O. S.; SILVA, E. R.; SILVA, R. H. *Química*. São Paulo: Ática, 2007.

OLIVEIRA, F. C. C. *et al.* *Biodiesel: possibilidades e desafios*. *Química nova na escola*. n. 28, maio, 2008.

SANTA MARIA, L. C. *et al.* *Petróleo: um tema para o ensino de química*. *Química nova na escola*. n. 15, maio, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. (Org.). *Química e Sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2007.

Sites consultados:

<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/hidrosfera.pdf>

http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/quimica_da_atmosfera.pdf

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>. Acesso: 3 abr. 2009.

<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/hidrosfera.pdf>. Acesso: 3 abr. 2009.

http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/05/quimica_da_atmosfera.pdf. Acesso: 3 abr. 2009.

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc21/v21a05.pdf>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf>

<http://sec.s bq.org.br/cd29ra/resumos/T2140-1.pdf>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>. Acesso em: 03abr. 2009.

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf>. Acesso: 3 abr. 2009.

<http://pessoal.pb.cefetpr.br/eventocientifico/revista/artigos/0603011.pdf>



Ciências e Biologia

**CADERNO DO
PROFESSOR**

Isabel Cristina Brandão Taufer
Maria Cristina Pansera de Araújo
Vera Lúcia Andrade Machado

Introdução

Prezado professor:

O processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais se dá a partir da curiosidade, da busca e do desejo de conhecer pelo prazer de saber mais. Dessa forma, o aluno não é um apenas um receptor de informações, mas sim participante ativo da construção do conhecimento. Buscar inovações e atualizações qualifica o professor para orientar e acompanhar seus alunos, tornando este processo interessante.

As conquistas científicas dos últimos anos demandam novas exigências para o ensino de Ciências Naturais. Nós, professores, devemos adaptar nossa prática pedagógica às diversas questões que se encontram em debate na atualidade. O avanço da ciência e da tecnologia influencia a vida de todas as pessoas, fazendo com que necessitem de novos conhecimentos na área científica. Para acompanhar as questões contemporâneas, é fundamental que o aluno conheça os temas biológicos atuais. Assim, as questões ambientais (proteção da água e temperatura do planeta), citologia e estudo dos vírus foram os temas selecionados para compor estes Cadernos, que contêm orientações didático-pedagógicas para o desenvolvimento das atividades sugeridas.

Procuramos dar ênfase a temas contextualizados, aproveitando experiências e conhe-

cimentos prévios dos alunos, com situações de aprendizagens que permitam o desenvolvimento das competências de **ler, escrever, interpretar** e **resolver problemas** nas Ciências Naturais.

De acordo com os PCNEM, estas competências compreendem:

- **Ler**, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens.
- Consultar, analisar e **interpretar** textos, fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.
- **Produzir textos** argumentativos sobre temas relevantes, atuais e/ou polêmicos.
- **Elaborar comunicações** orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões.
- Analisar, **argumentar** e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
- Identificar em dada **situação-problema** as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.

As atividades apresentadas nestes Cadernos são um recurso a mais para a sua prática pedagógica. Sugerimos algumas ideias, mas é só você, com a sua autonomia e criatividade, que poderá ampliá-las adequadamente. Faça os ajustes que julgar necessários à sua realidade escolar e explore as possibilidades de utilizá-las na prática.

Queremos convidá-lo a aceitar este desafio!

Ensino Fundamental - 5ª e 6ª séries

Água: recurso natural do planeta

Nesta proposta, estaremos trabalhando com o tema **Água: recurso natural do Planeta**, muito importante para o nosso tempo, pois o desenvolvimento sem compromisso com a natureza tem trazido sérios problemas para a humanidade. Entre tantas outras questões ambientais, escolhemos a água, porque geralmente esse tema é desenvolvido com alunos em idade de 5ª ou 6ª série.

Sabe-se que, por muito tempo, a água foi utilizada pelo homem como um recurso inesgotável. No entanto, a falta de água potável no Planeta, em quantidade suficiente, ameaça a vida humana e a dos outros seres vivos. Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que 2,6 bilhões de pessoas no mundo não contam com serviço de saneamento básico. Ainda, de acordo com estes dados, 45% da população mundial em 2050 não terão acesso ao mínimo de 50 litros/dia de água por pessoa.

A abordagem de temas relacionados ao compromisso com o meio ambiente tem se tornado uma necessidade na sociedade contemporânea, inserida em modelos de desenvolvimento geradores de problemas sociais e ambientais, sobretudo aqueles relativos às atividades industriais e agrícolas, ao crescimento urbano e ao consumo crescente dos recursos naturais, sem preocupação com a sustentabilidade e com a qualidade da vida.

Justifica-se assim a escolha do tema para esse conjunto de atividades previstas para cerca de seis aulas de Ciências. Certamente, você poderá levar mais ou menos tempo nesta unidade, de acordo com o desempenho dos seus alunos nas tarefas propostas.

Objetivos

Desenvolver as competências básicas, avaliadas no SAERS, SAEB e Prova Brasil:

- **Ler:** Analisar e interpretar dados expressos em textos, gráficos, tabelas, figuras e fotografias.
- **Escrever:** Registrar observações, análises e conclusões e elaborar textos com os conhecimentos adquiridos no processo de aprendizagem relacionado ao tema proposto.
- **Resolver problemas:** Realizar observações, selecionar variáveis, estabelecer relações, classificar, analisar, estabelecer diagnóstico e propor soluções.

Habilidades

- Redigir pequenos textos, usando vocabulário específico de ciências.
- Consultar dicionários e organizar glossários.
- Elaborar relatórios, registrando suas ideias, constatações e conclusões sobre o tema estudado.
- Interpretar textos, tabelas, esquemas, figuras e fotografias relacionadas ao tema em estudo.
- Assumir atitude responsável em relação ao uso adequado da água, aplicando e divulgando ações positivas que contribuem para a melhor qualidade da vida na Terra.

Conteúdos

- Água como recurso natural, essencial à vida no Planeta, constante em quantidade, mas esgotável em qualidade.
- Cuidados e proteção dos recursos hídricos.
- Uso racional da água e manutenção de sua qualidade, pelos seres humanos.

Tempo de duração: 6 aulas.

Material necessário: Dicionários da Língua Portuguesa e de Ciências (disponíveis na escola e/ou trazidos pelos alunos); livros didáticos existentes na escola; material para anotação; giz e quadro-negro; painel para colocação de reportagens, resenhas, charges, desenhos, artigos de jornais e revistas.

Essas aulas buscam resgatar conhecimentos prévios, referentes ao tema **“Água como recurso natural essencial à vida”**, constante em quantidade, mas passível de finitude em qualidade. Visam também oportunizar aos alunos o diálogo e a atividade em grupo, para a construção de conceitos, a partir do que já conhecem e das novas aprendizagens sobre o tema, no contexto do desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo.

A água no dia a dia (Aulas 1 e 2)

Inicie a primeira aula formando, se possível, cinco grupos e definindo o número de cada um. A partir da leitura do minitexto do Caderno do Aluno **“Acabou a água. E agora?”**, solicite que os grupos discutam as situações apresentadas de 1 a 5. A seguir, cada grupo, de acordo com o seu número, deve elaborar e redigir hipóteses a respeito do que ocorreria no tempo previsto. Você pode estabelecer limite de tempo para a realização dessa tarefa. Após a discussão, solicite aos grupos que apresentem à turma uma encenação das hipóteses formuladas ou outra forma que considerar mais indicada. No primeiro caso, oriente-os para escrever como ocorrerá a dramatização, definindo os personagens e as respectivas falas e gestos.

Organize a dinâmica de apresentação dos grupos, observando como o problema da falta de água pode agravar-se com o tempo, trazendo consequências graves para o dia a dia da família, dos hospitais, de empresas e

de outras instituições, além do problema geral para o Poder Público quanto ao funcionamento das cidades. Cabe também referir que, no meio rural, nos períodos de seca, a população enfrenta sérios problemas com a agricultura e a produção de alimentos. Nessa discussão, todos poderão perceber a importância da água para a qualidade de vida das populações.

Professor, lembre aos alunos que as hipóteses podem ser reais, na medida em que o homem não cuide adequadamente da natureza. A falta de água não é ficção, mas uma grave ameaça para muitas regiões do Brasil e de outros países, como resultado da ação nefasta do homem, como, por exemplo: o desmatamento, a poluição dos rios e lagos por meio de despejo de esgotos não tratados e de produtos químicos das indústrias, entre tantas outras que agredem o meio ambiente.

Para concluir, cada grupo deve discutir e registrar respostas às questões apresentadas na sequência. Além de envolver diretamente os alunos no processo de aprendizagem, a metodologia escolhida parte dos conhecimentos que o aluno já tem sobre o assunto, possibilitando, na discussão, corrigir equívocos do senso comum e ampliar conhecimentos sobre o tema.

Na apresentação e discussão das respostas, é bom ressaltar que, embora a água não corra o risco de acabar, há o risco de se tornar imprópria para o consumo. Além disso, cabe observar que, em consequência das mudanças climáticas, o ciclo da água na natureza se altera, gerando secas por falta de chuva em determinadas regiões e alagamentos e enchentes em outras, como se tem visto nos últimos anos no Brasil. É importante salientar que todos são responsáveis pelo uso consciente, racional e adequado da água,

com atitudes que evitem o desperdício deste patrimônio da humanidade.

Nas próximas aulas, os alunos terão a oportunidade de aprender mais sobre a questão ambiental relativa à água.

Eleja um local da sala de aula para organizar um mural destinado às notícias atuais sobre o assunto, coletadas de jornais, internet, publicações, etc. Peça que, durante o estudo dessa unidade, os alunos abasteçam o mural com informações e estejam atentos às novidades. Sempre que acrescentarem alguma contribuição ao mural, estimule-os a chamar a atenção dos colegas, motivando-os a debaterem e ampliarem seus conhecimentos sobre o assunto. Outra possibilidade é, no início de cada aula de Ciências, abrir espaço para os alunos apresentarem as notícias que leram ou ouviram nos meios de comunicação. No mural, também podem e devem ser divulgadas as produções dos alunos.

Outras sugestões:

- Ampliar a ideia inicial com um **outro painel** em local bem visível, como a parede externa da sala de aula, onde mais pessoas poderiam ler e contribuir;
- Pode ser criado também um **grupo do Yahoo (totalmente gratuito e de fácil acesso em qualquer lugar, em qualquer computador)**, contendo informações consideradas importantes e onde professor e alunos colocariam textos a serem lidos e, mais tarde, discutidos em aula.

Para concluir as duas primeiras aulas, solicite como tema de casa que os alunos redijam um comentário sobre a seguinte ques-

tão: **A disponibilidade da água é sempre igual, em todas as épocas do ano, no seu Município?**

Estimule-os a buscarem, em jornais e revistas reportagens ou notícias, ou ainda fatos observados por eles, que ilustrem a resposta. É fundamental que os alunos, após essas aulas, identifiquem atitudes que se deve ter em períodos de seca, com racionamento da água para a população.

Não esqueça de corrigir ou comentar o tema de casa. Assim, você valoriza a responsabilidade dos alunos, estimulando-os a realizarem as tarefas. Pesquisa do INEP/MEC revela que passar tema para casa e corrigir é fator que concorre para a melhoria da aprendizagem dos alunos.

Economizar e cuidar da água. Por quê? (Aulas 3 e 4)

Para essa aula os alunos devem dispor de um dicionário. Proponha a leitura silenciosa e compreensiva deste texto do Caderno do Aluno.

Professor, oriente a organização do **glossário** e a consulta no dicionário, e destaque a importância de compreender o significado das palavras para o entendimento do que se lê. Após a leitura, solicite aos alunos que, individualmente ou em duplas, realizem as atividades propostas no Caderno.

Professor, para que o aluno possa realizar o 2º tema de casa, você pode apresentar algumas perguntas que facilitem a entrevista com outros professores, pessoas da escola e da família. Lembre-os que podem também consultar a biblioteca, internet e outros

meios. Algumas sugestões de perguntas:

- De onde vem a água que você usa e consome na sua casa, na sua escola e na sua cidade? Ela recebe algum tratamento? Pode ser considerada potável?
- Qual a qualidade da água captada pela estação de tratamento antes de ser disponibilizada para a população do seu município?
- O que pode ser feito para melhorar a qualidade da água dessa fonte de captação? De que maneira cada cidadão poderia contribuir para isso?

Para uso das informações obtidas na consulta, são apresentadas duas tarefas aos alunos, que exigem habilidades de elaboração de texto e de representação gráfica do processo de captação e distribuição da água desde a sua origem até a escola e a sua casa. Essas são formas de aprender desenvolvendo habilidades, no caso as de interpretação e elaboração.

Na questão seguinte, correspondente à interpretação da figura 1 do Caderno do Aluno, é representada a distribuição da água na natureza, por meio de gotas de diferentes tamanhos, e o percentual relativo à quantidade total de água na Terra. Solicita-se ao aluno que interprete a representação gráfica e produza um pequeno texto a partir da leitura da figura. Se necessário, auxilie os alunos com dificuldade na interpretação. Talvez exista também alguma dificuldade em relação à leitura dos percentuais, especialmente, aqueles menores do que 1%. Você pode combinar com a professora de Matemática para trabalhar algumas noções de porcentagem e números decimais. Lembre que a água presente na atmosfera está na forma de vapor e cai como chuva no estado líquido ou granizo/neve no estado sólido. É um bom momento para (re)trabalhar conhecimentos sobre os estados físicos da matéria, mudanças de estado e suas respectivas denominações: evaporação/vaporização, fusão, liquefação e solidificação.

Professor, se possível, programe visitas orientadas com os alunos aos locais de tratamento de água da cidade ou convide algum profissional da área de saneamento básico para fazer uma palestra na escola. É claro que uma visita dessa natureza aprofunda conhecimentos, mas demanda planejamento e estende a duração da unidade, o que não é nenhum problema para este trabalho.

Contaminação e prevenção da água (Aulas 5 e 6)

Nessas aulas, são apresentados dois problemas que envolvem acidentes ambientais, com o objetivo de levar o aluno a refletir sobre as formas de preservação da água. Além da leitura, o aluno terá a oportunidade de interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, esquemas, diagramas, figuras, tabelas e gráficos. Na primeira parte, trabalha-se com a “**Contaminação da água – um problema atual!**”

Problema 1: Acidente ambiental com mercúrio

Sugere-se que os alunos trabalhem individualmente ou em grupo para resolver as atividades propostas de interpretação e resolução do problema. Oriente-os durante a atividade, mas não antecipe as respostas. Leve-os a compreender que o fato de a cidade A não ter apresentado nenhum problema de contaminação da água faz supor que o acidente deve ter ocorrido entre ela e a cidade B. É importante observar a direção da correnteza do rio: da cidade A para a D. Chame a atenção para a leitura cuidadosa e atenta do trabalho dos cientistas. Peça que leiam e

discutam sobre o que entenderam, antes da leitura do esquema das amostras.

Em relação às amostras, informe que os pontinhos nos tubos indicam o grau de contaminação da água. Na sequência, oriente-os quanto ao preenchimento do quadro de identificação. Desafie-os a concluir, sem dar a conclusão: “Quanto mais pontos pretos houver no desenho, mais mercúrio está presente na amostra de água”.

Quanto aos tubos de ensaio, deverão concluir que:

- No tubo de ensaio I, há grande concentração de mercúrio. Portanto, deve conter amostra de água da cidade B, onde ocorreu a morte de muitos peixes e a contaminação de pessoas.
- No tubo de ensaio II, há menor contaminação do que no tubo I e IV, correspondendo à amostra da água do rio da cidade D.
- O tubo de ensaio III não apresenta indícios de mercúrio. Logo, deve corresponder a água da cidade A, que não foi contaminada.
- No tubo de ensaio IV, há maior contaminação do que no tubo II, porém menor do que no tubo I, o que indica corresponder à água da cidade C, mais próxima da cidade B, onde ocorreu o acidente.

A seguir, os alunos devem interpretar um outro quadro que representa os graus de contaminação da água com outra simbologia (sinais de + e de -). Estimule-os a observarem atentamente as representações.

Solicite que preencham o último quadro que corresponde à conclusão final do trabalho com a identificação das cidades, das amostras e dos graus de contaminação da água em cada cidade.

Problema 2: **O rio dos Sinos agoniza**

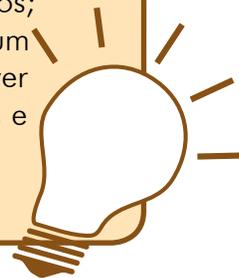
Trabalha-se agora com uma situação real de contaminação muito mais grave e de consequências mais intensas. Chame a atenção dos alunos para os problemas

atuais de contaminação da água por acidentes com cargas tóxicas e por dejetos de indústrias sem o tratamento adequado, conforme determina a legislação específica. Chame a atenção que: **Não basta ter leis, é necessário cumpri-las. E isto é ser cidadão!**

Sugere-se que essa atividade seja realizada individualmente, mas você pode considerar mais indicado realizá-la em grupo para promover a discussão. Como este é um fato relativamente recente, é possível que alguns lembrem do que aconteceu e que foi amplamente divulgado e discutido nos meios de comunicação. Pede-se que registrem o que sabem e após relatem aos colegas.

A leitura do texto “**O rio dos Sinos agoniza**” e das imagens sugere uma boa conversa com a turma, possibilitando a manifestação dos alunos, orientada por você. Amplie a discussão, questionando sobre as consequências para a população daquela região, principalmente para as que têm na pesca o seu meio de sobrevivência.

Pode acrescentar ainda outras informações sobre substâncias e fatores que poluem a água, como: derramamento de petróleo e outros produtos químicos pelos navios nos rios e no mar; despejo de produtos tóxicos das fábricas e indústrias localizadas às margens dos rios; efluentes domésticos, de serviços de saúde (hospitais); óleo de cozinha; detergente e sabão não degradáveis; uso exagerado de agrotóxicos nas lavouras; e, nas residências, uso de venenos para exterminar insetos e ratos; entre outros. Essa discussão é um bom momento para desenvolver a consciência crítica dos alunos e mobilizar ações de cidadania.



Professor, talvez este seja um bom momento para introduzir uma discussão e estudo posterior sobre os “venenos domésticos”, substâncias aparentemente “inocentes” que se encontram em qualquer casa, tais como: detergentes, álcool, querosene, fluidos de isqueiros, água sanitária, acetona, etc., e seus perigos para a saúde da família. Este assunto pode gerar uma grande fonte de pesquisa por parte dos alunos nas suas residências e na comunidade.

Após, solicite aos alunos que respondam às questões 1 a 3 e apresentem suas respostas à turma. Essa atividade pode ser uma tarefa para casa. As respostas seriam então apresentadas no início da próxima aula. Lembre-se: é importante corrigir o tema de casa, valorizando o trabalho realizado e não permitindo que ideias equivocadas permaneçam.

A tarefa seguinte visa desenvolver atitudes de economia do consumo de água. Oriente a leitura, em especial da tabela de consumo médio apresentada no Caderno do Aluno. A partir de um exemplo, como o de escovar os dentes com a torneira aberta, que em 5 minutos consome 15 litros de água, demonstre aos alunos como se determina o gasto de água por minuto: $15 \text{ litros} : 5 \text{ min} = 3 \text{ litros por minuto}$. A partir desse cálculo, solicite que os alunos calculem o gasto de água por minuto para as demais atividades. Com esse conhecimento, eles podem estabelecer metas de redução do consumo pessoal e familiar de água, o que é importante também para a economia da família.

Estimule-os a economizar a água mudando atitudes e hábitos. Solicite que escolham algumas ações do seu cotidiano, e em casa ponham em prática atitudes de redução do consumo de água, registrando na tabela específica o resultado. Lembre-os que muitas atitudes podem ser tomadas para evitar

o desperdício desse bem tão precioso. Peça que cite alguns exemplos, organizando uma lista de ações. Você pode ajudá-los nessa tarefa com outros exemplos que os alunos não tenham referido, como: evitar tomar banhos demorados; escovar os dentes com a torneira fechada e usar um copo com água para o bochecho; evitar o acionamento da descarga do vaso sanitário sem necessidade e não usá-lo como lixeira; limpar os restos de comida dos pratos diretamente na lata de lixo antes de lavar a louça; tampar a cuba da pia, enchê-la de água, mergulhar a louça, ensaboá-la e abrir a torneira apenas para o enxágue (uma torneira comum de cozinha pode gastar de 12 a 20 litros de água por minuto); juntar a quantidade de roupa suja correspondente à capacidade da máquina de lavar; molhar as plantas com o regador apenas nos horários menos quentes; verificar a ocorrência de vazamentos de água, etc.

Professor, comparando a metodologia desenvolvida nessas aulas com aquela das aulas tradicionais em que se ensina por meio da exposição do assunto, pode, à primeira vista, parecer que os alunos poderiam ter “aprendido” muito mais sobre a água durante esse tempo. Possivelmente sim, se o objetivo fosse repassar a maior quantidade de informações/conteúdos aos alunos. Entretanto, como o foco dessas aulas é o desenvolvimento de competências e habilidades, pode ficar certo de que as leituras realizadas, os textos elaborados, as discussões promovidas, os desafios à reflexão e a resolução dos problemas propostos proporcionaram aos alunos aprendizagens mais significativas. Além disso, o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas são processos de transposição didática mais consequentes, capazes de mudar hábitos, atitudes e valores, preparando os alunos para o exercício da cidadania responsável.

Para concluir a unidade planejada, apresenta-se um texto para leitura com mais informações sobre o tema. Algumas palavras no texto podem ser desconhecidas para os alunos. Solicite que apliquem os procedimentos de leitura compreensiva, com a organização do glossário. Você pode discutir com os alunos o assunto do texto ou ainda

solicitar que escrevam uma síntese dos novos conhecimentos.

Por fim, mobilize e estimule os alunos a concretizarem ações de cidadania, desenvolvendo uma campanha de economia do consumo de água no âmbito da escola ou da comunidade. Para essa tarefa, você pode disponibilizar algumas aulas para a reunião e o trabalho dos grupos.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Méida e Tecnologia. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília, 1999.

BURNIE, D. *Dicionário temático de biologia*. São Paulo: Scipione, 1997.

CANTO, E. L. *Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2004.

CORRÊA, M. S. *Como combater o desperdício*. São Paulo: Bei Comunicação, 2004.

DRSK, M. Artigo de Luxo. *Aquecimento global*, São Paulo, n. 5, p. 24-29, 2008.

FROTA-PESSOA, O. *Os caminhos da vida*. São Paulo: Scipione, 2001.

GOUWDAK, D.; MARTINS, E. *Meio ambiente*, 5ª série/ 6º ano. São Paulo: FTD, 2006.

HOUAISS, A. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

MENEGAT, R. et al.; PORTO, M. L.; CARRARO, C. C.; FERNANDES, L. A. D. (Org.). *Atlas ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. *Ciências: entendendo a natureza: o mundo em que vivemos*. 5ª série. 21 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

TRIVELATTO, J. et al.; *Ciências, natureza e cotidiano*, 5ª série. São Paulo: FTD, 2006.

YOUNG, MICHAEL. *Para que servem as escolas?* Educação e Sociedade, v. 28, n. 101, Campinas, set./dez. 2007.

Sites consultados:

www.ambientebrasil.com.br – Acesso em: 21 jul. 2008.

www.sema.rs.gov.br – Acesso em: 10 jul. 2008.

www.aguaonline.com.br – Acesso em: 16 jul. 2008.

www.ana.gov.br – Acesso em: 10 jul. 2008.

www.dji.com.br/constituicao_federal/cf225.htm – Acesso em: 10 jul. 2008.

portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/consumos.pdf – Acesso em: 21 jul. 2008.

Revista Ciência Hoje: ciencia.org.br.

Revista Ciência Hoje: www.uol.com.br/cienciahoje/chc.html.

Agência Nacional de Águas (ANA): www.ana.gov.br.

Ciclo da água: www.daer.org.br/educacao/ciclodagua.asp.

Arquimedes: www.vidaslusofonas.pt/arquimedes.htm.

Transformação de energia: geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/.

Tensão superficial: tvcultura.com.br/x-tudo/experiencia/01/exsabao.htm.

Preservação da água no planeta: www.uniagua.org.br.

Tratamento de águas e esgotos: www.sabesp.com.br.

Meio ambiente e preservação: cetesp.sp.gov.br/.

Tratamento de águas e esgotos: www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia.

Saúde e Doenças: www.saude.sp.gov.br.

Ensino Fundamental - 7ª e 8ª séries

Movimento e saúde

Prezado professor:

A opção por começar esta unidade estudando o movimento de sistemas do corpo humano, tanto em repouso quanto em ação, deve-se à necessidade de deslocar o aluno do seu histórico lugar de passividade na sala de aula, para torná-lo protagonista de sua aprendizagem. O tema Movimento é abrangente, pois é tanto conhecimento específico da Física, noções em geral desenvolvidas na 8ª série, quanto estreitamente relacionado ao estudo do corpo humano, conteúdo da Biologia trabalhado na 7ª série do ensino fundamental.

As atividades propostas no Caderno do Aluno atendem aos princípios da interdisciplinaridade e da contextualização do currículo escolar; ao mesmo tempo em que o aluno constroi novos conhecimentos, estabelece relações com a realidade e tem a oportunidade de trabalhar um determinado conceito, interligando duas disciplinas da área de Ciências da Natureza. Além disso, propõe-se o trabalho em equipe, fazendo o aluno agir e interagir com o professor e os colegas. Por esse motivo, o ponto de partida é o movimento do aluno e a exploração de reações do corpo em movimento e em repouso.

Esta proposta se organiza de modo a criar espaços de aprendizagem em sala de aula, desenvolver competências de leitura, redação de textos e resolução de problemas, articuladas com as competências gerais da área de Ciências da Natureza: representação e comunicação, investigação e compreensão e contexto sociocultural, previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e em outros documentos orientadores do ensino de Ciências.

As atividades propostas no Caderno do Aluno desenvolvem conhecimentos sobre movimento, velocidade e unidades de medida, além de relacionar atividade física e saúde.

Objetivos

Desenvolver as competências básicas, avaliadas no SAERS, no SAEB e na Prova Brasil:

- **Ler** textos e informações constantes de representações, quadros, tabelas, fotografias e gráficos relacionados às Ciências Naturais.
- **Escrever** sínteses de textos, comentários, observações, conclusões, relatórios e descrever situações vivenciadas no estudo de Ciências, utilizando vocabulário específico.
- **Resolver problemas** relacionados ao tema em estudo e a experimentos realizados, levantando hipóteses, selecionando variáveis, estabelecendo relações, diagnosticando e apresentando soluções.

Habilidades

- **Reconhecer e compreender** fenômenos que envolvem movimentos, analisando e interpretando os resultados de experimentos realizados.
- **Observar** movimentos do corpo humano, voluntários e involuntários, registrando dados obtidos por medição com diferentes instrumentos de medida.
- **Identificar e interpretar** informações que envolvem a noção de movimento, espaço, tempo, velocidade e aceleração.
- **Elaborar respostas** a questões relacionadas a movimentos circulatório e respiratório e ao sistema de sustentação e locomoção do organismo humano.
- **Organizar dados** em tabelas, interpretando-os e elaborando gráficos e relatórios de experimentos.
- **Pesquisar** para ampliar conhecimentos sobre os assuntos trabalhados nas aulas de Ciências.

- **Interpretar** notícia de jornal que trata da relação atividade física e saúde, registrando por meio de texto os aspectos mais importantes identificados na leitura.

Conteúdos

- Movimento, espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração.
- Relações entre grandezas.
- Unidades e instrumentos de medida.
- Movimentos voluntários e involuntários do organismo.
- Estrutura do sistema muscular-esquelético responsável pelos movimentos de locomoção e sustentação do organismo humano.
- Movimento dos sistemas circulatório e respiratório em condições de repouso, caminhada e corrida.
- Índice de massa corporal, tensão arterial e saúde.

Tempo de duração: 6 aulas.

Materiais necessários: Cronômetro ou relógio; instrumentos de medida de distância (fita métrica, régua, pés, palmos, passos, pedaços de madeira); dicionário de Língua Portuguesa e de Ciências; livros didáticos (disponíveis na escola ou trazidos pelos alunos); giz e quadro-negro; computador com acesso à internet.

Caminhada e corrida (Aulas 1 a 4)

Professor, nessas primeiras aulas, os alunos terão a oportunidade de trabalhar de modo diferente da rotina. Por essa razão, deve-se combinar com eles algumas regras de atuação/disciplina que favoreçam o desenvolvimento das habilidades e aprendizagens previstas nas atividades propostas no Caderno do Aluno.

AULA 1

Sugere-se, ao iniciar a 1ª aula, chamar a atenção dos alunos sobre a importância da atividade física para a saúde das pessoas, em qualquer idade. O texto introdutório poderá ser lido individualmente ou por um aluno em voz alta. Após a leitura, é indicado trocar ideias com a turma sobre o que foi lido.

A atividade 1 visa desenvolver a capacidade de observação e interpretação de figuras e deve ser realizada individualmente. Propõem-se questões que exigem a observação de detalhes visíveis na figura, como também a inferência e a aplicação de saberes que o aluno já tem sobre o assunto. O importante nessa atividade é reconhecer que os movimentos evidenciados na corrida correspondem ao sistema esquelético-muscular do organismo. Entretanto, outros movimentos invisíveis e involuntários também estão acontecendo, mas não são percebidos ao observar a figura, como é o caso do movimento circulatório – o sangue correndo dentro das veias e artérias. Como não se trata de certo ou errado, é importante valorizar o que os alunos perceberam. Assim, o diálogo com a turma será a melhor forma de sistematizar o conhecimento relativo a essa atividade.

A atividade 2 tem por finalidade desenvolver a habilidade de representação do corpo humano de forma esquemática, com identificação (legenda) de músculos, ossos e tendões, principalmente do sistema locomotor. É importante que os alunos sejam capazes de fazer a associação dessa tarefa com a figura da maratona.

Ao solicitar a organização do glossário, busca-se desenvolver no aluno o hábito de sistematizar conhecimentos a partir da definição/conceituação de termos ou expressões desconhecidos por ele. A ampliação do seu vocabulário concorrerá para que ele entenda melhor o que lê. Além disso, no caso específico das Ciências, ao organizar o glossário, os alunos se apropriam de termos do vocabulário científico.

Provavelmente, a primeira aula termina

com a realização da atividade 2. Se sobrar tempo, aproveite para organizar os grupos, dividir as tarefas e apresentar a dinâmica das próximas aulas, as quais, por constituírem atividades práticas, em geral, demandam mais tempo do que o previsto. Indicam-se grupos de no mínimo cinco alunos. Se forem mais de cinco, você terá três com a função de “atletas”, que realizarão as atividades práticas, os demais, no mínimo dois, irão dividir as funções de acompanhamento e controle, e de registro dos dados e resultados nas tabelas.

Cada grupo deve dispor do material necessário à realização da tarefa que inicia na próxima aula. Assim, deve-se verificar antecipadamente o que há disponível na escola. Se a quantidade de material não for suficiente para todos os grupos, cabe solicitar aos alunos que tragam de casa material complementar (fita métrica, régua, relógio, etc.).

AULA 2

Nessa aula, os alunos irão movimentar-se. Logo, a organização e a clareza na divisão de tarefas são fundamentais. Sugere-se que a atividade em repouso seja realizada na própria sala ou em outro local que você julgue mais adequado. A caminhada e a corrida precisam de um espaço apropriado, como áreas de recreação, ginásio de esportes, etc. De acordo com a proposta de trabalho, cada componente do grupo terá uma tarefa específica a ser cumprida, segundo o roteiro apresentado no Caderno do Aluno.

As primeiras observações referem-se aos batimentos cardíacos e aos movimentos respiratórios de um indivíduo em repouso. Os dados coletados neste experimento devem ser registrados nas tabelas 1 e 2. Feitos os registros pelos responsáveis no grupo, devem ser divulgados a todos para o preenchimento das tabelas em seus Cadernos. Cada aluno deve completar as tabelas, preenchendo as colunas correspondentes à velocidade de batimentos e de respiração, e determinando a velocidade média dos respectivos movimentos nas tabelas 1 e 2.

AULA 3

A expectativa é que nessa aula seja possível realizar a caminhada, a corrida e as medições e registros previstos nas tabelas 4 a 8.

Enfatize que o espaço a ser percorrido na caminhada e na corrida deve ser medido com um instrumento de medição diferente. Por exemplo, as distâncias percorridas pelo Caminhante 1 e depois pelo Corredor 1 podem ser medidas em passos, as do Caminhante 2 e do Corredor 2 em pés e as do Caminhante 3 e do Corredor 3 com uma régua ou fita métrica. Os alunos encarregados, no grupo, pelo controle e acompanhamento das atividades serão responsáveis pelas medições.

Acompanhe o desenvolvimento das tarefas, orientando os alunos, sempre que necessário, quanto às medições e aos registros, para que os resultados levem a aprendizagens corretas.

A partir dos dados obtidos na medição, solicite aos alunos que preencham as Tabelas 3 e 4. Chame a atenção para a palavra “velocidade”, indicando que esta se refere a uma relação entre duas grandezas – distância e tempo.

Lembre aos alunos que as tabelas 5 a 8 são preenchidas do mesmo modo que as tabelas 1 e 2.

Atividade física e saúde (Aulas 4 a 6)

AULA 4

A partir dessa aula, os alunos terão a oportunidade de aprofundar conhecimentos sobre saúde e movimento, e desenvolver outras habilidades, como, por exemplo: construir gráficos que permitam comparar a variação dos movimentos circulatório e respiratório em situações de repouso, de caminhada e de corrida, a partir da leitura dos dados das tabelas. Você pode indicar os modelos de gráficos de coluna, barra ou de

linhas. Na construção dos gráficos, sugere-se o uso do aplicativo Excel, e os alunos poderão trabalhar nos computadores da sala de informática da escola, se houver. Caso a escola não tenha computadores suficientes, pode ser feita uma demonstração do uso daquele aplicativo, ou simplesmente orientar a feitura dos gráficos a partir de um determinado modelo.

Para a melhor compreensão dos conhecimentos trabalhados até aqui, as atividades 5 e 6 encaminham a discussão nos grupos sobre os experimentos realizados. Oriente a discussão com o objetivo de levar os alunos a estabelecerem conclusões a respeito dos resultados obtidos. Essas atividades propõem também a resolução de alguns problemas e a proposição de hipóteses, como justificativas das respostas.

É fundamental que os alunos tenham a oportunidade de apresentar e discutir suas respostas às questões propostas nas atividades 5 e 6.

As pesquisas solicitadas podem ser tarefa para casa, com prazo definido para a apresentação ou entrega.

AULA 5

A partir da atividade 7, trabalha-se com a ideia de saúde e movimento/atividade física. A constatação de que a relação de peso e altura é um indicador de saúde do corpo é importante para que o aluno possa controlar o seu Índice de Massa Corporal (IMC), o qual possibilita identificar a obesidade ou não dos indivíduos, conforme a seguinte tabela:

- menos de 20: você está abaixo do peso adequado a sua altura
- entre 20-22: seu peso está adequado a sua altura
- entre 23-24: seu peso é aceitável em relação a sua altura
- entre 25-29: você está com sobrepeso, tome cuidado com sua alimentação
- entre 30-39: você está obeso e deve rever sua dieta, pois aumentam os riscos de apresentar problemas cardiovasculares

Professor, Solicite aos alunos que calculem o valor do seu IMC e que proponham medidas para a redução ou aumento desse índice, conforme o caso, abaixo ou acima do nível indicado. Para a obesidade ou sobrepeso, eles indicarão certamente a realização de exercícios físicos sistemáticos, regime alimentar adequado, etc.

Para casos de IMC inferior ao considerado normal, a alimentação deve ser suplementada. Em qualquer situação de anormalidade, deve ser consultado um médico.

A atividade 8 propõe o registro da fórmula de cálculo do IMC. Nesta tarefa, o aluno estará desenvolvendo a capacidade de dedução, importante habilidade intelectual. Para a representação da fórmula, os alunos deverão usar a seguinte legenda: h = altura; P = peso, o que significa registrar **IMC = P / h²**.

Se houver tempo, solicite aos alunos que façam a leitura individual e silenciosa da notícia apresentada na atividade 9, assinalando as palavras cujo significado desconhecem. Como tarefa para a próxima aula, deverão consultar o dicionário e organizar o glossário correspondente.

Professor, sugere-se a ida, com a turma, a um Posto de Saúde para a verificação da pressão arterial sistêmica dos estudantes, já que a hipertensão também está alcançando esta faixa etária, conforme o artigo do Caderno Vida de *Zero Hora*, transcrito no Caderno do Aluno.

AULA 6

Inicie a aula retomando a leitura do texto por um aluno em voz alta, interrompendo-a quando houver necessidade de esclarecer o significado de alguma palavra. Solicite, então, que apresentem a definição encontrada no dicionário. Certamente, após esta segunda leitura, os alunos terão entendido melhor

o conteúdo da notícia e estarão aptos a realizar o proposto na atividade 10. Recolha os textos elaborados pelos alunos e, no próximo encontro, faça comentários a respeito.

Professor, essa interação com os alunos torna a leitura mais significativa e desafiadora.

Esperamos que este tenha sido um bom trabalho!

Referências

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Fisiologia humana – mecanismos das doenças*. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997.

McARDLE, W. D. *et al. Fisiologia do exercício*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.

OKUNO, Emiko *et al. Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo: Harbra, 1986.

Ensino Médio - 1º ano

Vírus os microinvasores das células

Caro professor:

A Biologia no ensino médio, alicerçada na pesquisa e no conhecimento científico, poderá ir além do convencional ao abordar temas atuais que despertem o interesse dos alunos, oportunizando a observação, a análise e a interpretação de diferentes opiniões e pontos de vista, contribuindo assim para a formação de cidadãos críticos. Para isso, professor, são apresentadas situações que, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), levem os alunos a “questionar a realidade, formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação”.

Para esse trabalho, **Professor**, propõe-se um estudo dos vírus, agentes responsáveis por doenças que atingem a população e que demandam políticas públicas de prevenção à saúde e do cuidado com o meio ambiente. Assim, conhecer as características dos vírus, quanto à sua reprodução, modo de transmissão e prevenção, e também as principais formas de contágio, sintomas e tratamento, é preparar os alunos para a vida em sociedade, objetivo da educação básica.

Face às consequências perversas que decorrem das doenças virais, o Brasil realiza frequentes campanhas para alertar a população sobre seus riscos, estimulando a vacinação, na tentativa de acabar com doenças como rubéola, catapora, paralisia infantil, febre amarela, gripe, dengue, etc. É, portanto, fundamental que na escola o aluno desen-

volva atitudes de preservação da saúde e do bem-estar social.

As atividades propostas têm por finalidade o desenvolvimento de três competências básicas, essenciais à autonomia do aluno para aprender permanentemente: a leitura, a elaboração de texto e a resolução de problemas. E, assim, proporcionar condições ao estudante para compreender melhor o mundo e buscar soluções para o enfrentamento de problemas do seu cotidiano.

Objetivos

Ao final da unidade, os alunos deverão ser capazes de:

- **Ler** textos, mapas, quadros, tabelas, figuras e fotografias, que representam fatos e processos biológicos.
- **Escrever**, representar e registrar observações, análises e conclusões, utilizando vocabulário específico de Ciências.
- **Resolver problemas** por meio de observações de fatos do seu cotidiano e propor soluções adequadas ao contexto da ciência.

Habilidades

- Interpretar textos, fotos, esquemas, mapas, desenhos e quadros.
- Escrever relatórios, elaborar sínteses e fazer relatos orais, utilizando linguagem específica para descrever com precisão fenômenos biológicos relacionados ao estudo dos vírus.
- Argumentar sobre temas polêmicos da Biologia.
- Divulgar ações de prevenção de doenças e cuidados com a saúde da população.
- Comparar o vírus biológico ao “vírus” da informática, identificando semelhanças e diferenças.
- Identificar formas de contágio, sintomas e

prevenção de doenças virais e a sua relação com o homem e com outros seres vivos.

Conteúdos

- Características dos vírus, semelhanças e diferenças em comparação com os seres vivos.
- Vírus, seres vivos ou não vivos – ainda uma hipótese.
- Doenças virais – medidas de prevenção e campanhas de vacinação.
- Comparação entre os vírus biológicos e os “vírus” da informática.

Tempo de duração: 6 aulas.

Material necessário: Dicionários de Língua Portuguesa e de Biologia; livros didáticos; mapas políticos do Rio Grande do Sul e do Brasil; revistas; jornais; acesso à internet e demais fontes sobre os conteúdos abordados.

Professor, observe as definições apresentadas nos dicionários de Língua Portuguesa, pois nem sempre estão corretas do ponto de vista da ciência.

Vírus: Os microinvasores das células

(Aulas 1, 2 e 3)

A primeira e a segunda aulas têm como objetivo caracterizar os vírus quanto ao tamanho, estrutura e ação patogênica de alguns deles, desenvolvendo as competências de ler, escrever e resolver problemas a partir das atividades propostas.

Sugere-se que inicie a 1ª aula perguntando aos alunos o que eles já sabem sobre

vírus. Desafie-os a pensarem sobre o assunto, e a registrarem o que sabem, definindo um tempo para isso (10 a 15 minutos). Abra espaço para que falem do que conhecem e a seguir oriente a turma, para realizarem a sistematização de conhecimentos. Você pode pedir a um aluno para resumir no quadro os conhecimentos apresentados pelos grupos, que devem ser copiados por todos, complementando os registros já feitos. Estes registros poderão ser retomados ao final do estudo dos vírus, acrescentando novas aprendizagens e substituindo ideias equivocadas ou do senso comum.

É provável que citem os vírus causadores de doenças como rubéola, hepatite, febre amarela, catapora, mononucleose, gripe, síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS), e também já saibam que vacinas são feitas usando vírus enfraquecidos, com a finalidade de proteger os hospedeiros dos mesmos. Se não citarem, é bom repassar a informação sobre as vacinas. Uma outra informação que os alunos podem trazer refere-se a transmissores das doenças virais (os mosquitos, por exemplo), como é o caso da dengue e da febre amarela. Você pode fazer referência e solicitar como tarefa de casa uma pesquisa em jornais, revistas ou internet sobre essas viroses que têm sido a causa de muitas mortes em vários Estados do Brasil. Por exemplo, o caso da dengue no Rio de Janeiro, em 2008, e a febre amarela em várias regiões do Rio Grande do Sul e da Bahia. Esse trabalho poderá ser apresentado ao final desta unidade.

No estudo comparativo das células com o vírus, oriente os alunos a observarem com detalhe as representações das células animal e vegetal e do vírus. Explore com eles as figuras, destacando as estruturas de cada uma, localizando as três partes da célula: a membrana, o citoplasma e o núcleo. É também importante observar as diferenças entre a célula animal e a vegetal. Você pode sugerir um modelo de quadro comparativo. Solicite que procurem no dicionário de Biologia o significado da denominação das organelas

celulares e que façam registro das conclusões desse estudo comparativo.

A leitura do primeiro texto que consta no Caderno do Aluno, sugere-se ser individual. Lembre que, para essa atividade, os alunos deverão dispor de dicionário para consulta e elaboração de **glossário**.

Nesse texto, é citada a unidade de medida nanometro (nm), provavelmente desconhecida dos alunos. O texto sugere atividade para que o aluno, utilizando a régua, tenha uma ideia mais concreta do tamanho dos vírus. Se julgar oportuno, introduza o assunto sobre microscopia eletrônica, pois o aluno deve perceber que somente com o auxílio de um instrumento capaz de grandes aumentos é possível visualizar estruturas tão pequenas como o vírus.

Professor, para que os alunos tenham uma noção mais aproximada do tamanho de um vírus, proponha a resolução do seguinte problema:

Se o diâmetro de um fio de cabelo mede aproximadamente **30.000 nm**, e alguns vírus cerca de 200 nm, quantos vírus caberiam num espaço correspondente ao diâmetro de um fio de cabelo?

A resposta é 150 vírus ($30.000 \div 200$).

Você pode ainda perguntar, o que representa essa diferença de tamanho em termos percentuais.

A resposta será 0,66%, portanto, menos que 1% do diâmetro de um fio de cabelo. Para achar esse resultado o aluno deve utilizar a regra de três:

$$30.000 \text{ nm} \rightarrow 100\%$$

$$200 \text{ nm} \rightarrow X$$

$$X = \frac{200 \times 100\%}{30.000} = 0,66\%$$

Na continuidade, solicite aos alunos que trabalhem em duplas e respondam às questões propostas, que visam desenvolver habilidades de interpretar, fazer comparações e justificar posições.

Chame a atenção para a necessidade de os vírus “roubarem” da célula hospedeira o material para se reproduzirem, pois não têm estruturas celulares para sintetizarem suas proteínas (ribossomos), mas, ao mesmo tempo, têm material genético (RNA ou DNA), que impõe às células invadidas a produção de novos vírus. No momento da liberação dos novos vírus, ocorre a morte da célula. Se algum aluno escolher o primeiro título (única alternativa errada), aproveite a oportunidade para avaliar o seu nível de participação e atenção na atividade, ou a dificuldade de compreensão do assunto, buscando esclarecê-lo.

A próxima atividade, **“Ajude o Cientista!!!”**, simula uma situação de laboratório, realizada em grupos para possibilitar a discussão do que está sendo observado. O objetivo é estimular a observação, e a aplicação de conhecimentos já adquiridos. Além disso, a elaboração de relatório no modelo sugerido visa à sistematização das observações realizadas pelos alunos. A conclusão deve informar com clareza o resultado do experimento. Você pode pedir aos grupos que apresentem oralmente os seus relatórios.

O esquema da invasão e reprodução de um vírus numa bactéria visa facilitar a compreensão do processo de multiplicação dos vírus. Trata-se de uma atividade de conclusão, pois os alunos devem interpretar o esquema por meio de descrição do que é observado na sequência lógica dos fatos. Esta atividade tem por objetivo desenvolver habilidades de leitura, interpretação de esquema gráfico e elaboração de texto-síntese.

Professor, trabalha-se com um conteúdo, mas visa-se ir além de algumas informações sobre o vírus (que não é o foco das aprendizagens que se quer desenvolver). O foco é o desenvolvimento das habilidades cognitivas essenciais para a vida cidadã, entre as quais estão: ler e entender o que lê e expressar-se com clareza de forma oral e escrita.

Vírus são ou não seres vivos?

(Aula 3)

Nesta aula, busca-se principalmente desenvolver a capacidade do aluno de emitir opinião e argumentar na defesa de suas posições, em relação a questões ainda não definidas pela ciência.

Para isso, o aluno deverá posicionar-se frente a: “Os vírus são ou não seres vivos?”. Como você sabe, os cientistas que concordam com a ideia de que os vírus não são seres vivos justificam o fato de não apresentarem estruturas celulares nem metabolismo próprio, enquanto outros, que os consideram vivos, indicam na defesa de sua posição a capacidade dos vírus de reprodução e mutação. É interessante promover com os alunos um debate sobre o assunto. É bom destacar que a ciência não fornece apenas certezas e que dúvidas e questionamentos levam ao avanço do conhecimento científico.

Após a leitura do texto, solicite que completem o quadro, apresentando argumentos que justifiquem a classificação dos vírus como seres vivos ou não.

Professor, nas aulas seguintes, os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre vírus serão aproveitados e associados ao estudo da rubéola. A partir das experiências dos alunos, noções básicas de saúde podem ser trabalhadas, principalmente no que se refere aos modos de transmissão e prevenção das doenças virais.

Por que é tão importante vacinar-se contra a rubéola?

(Aulas 4 e 5)

Para estas aulas, disponibilize mapas políticos do Brasil e do Rio Grande do Sul. Solicite, se possível, que os alunos tragam suas cadernetas de vacinação, para fazer um levantamento das vacinas que eles já tomaram e contra que doenças virais estão protegidos.

Lembre que houve no Brasil um surto de rubéola em 2007 e que, na tentativa de erradicar a doença, foi deflagrada uma campanha nacional de vacinação em 2008. Pergunte se tomaram a vacina e registre no quadro o resultado da enquete na turma. Pergunte também quem já teve rubéola e se conhecem alguém que teve rubéola durante a gravidez e, nesse caso, se a criança nasceu com algum problema. Se julgar conveniente, compare a campanha de vacinação contra a rubéola com outras que ocorrem nacionalmente, como as que protegem contra a poliomielite, gripe em idosos, febre amarela, caxumba, raiva, sarampo, hepatite, varicela ou catapora, varíola, meningite viral e o câncer cervical (papilomavírus). Se necessário, oriente os alunos sobre o cálculo do percentual de proteção da turma. Informe que alguns cientistas estão pesquisando novas vacinas, pois ainda existem doenças provocadas por vírus, como, por exemplo, a diarreia por rotavírus, a AIDS, a dengue, a gripe AH1N1, que não têm vacinas específicas.

Após a discussão inicial sobre a rubéola e a leitura do texto “Para saber mais sobre a rubéola”, a seu critério, pode encaminhar as questões 1 a 5 como tema de casa.

Sugere-se a seguir uma atividade em grupo e outra individual. A seu critério, utilize outra estratégia de trabalho que considere mais indicada à realidade da turma.

Ao observarem os mapas, os alunos estarão desenvolvendo as competências de ler e interpretar representações em Ciências, além de fazer comparações, elaborar sínteses, argumentar oralmente e escrever.

Dê tempo aos alunos para lerem os mapas de expansão da rubéola de modo comparativo com os mapas políticos do Rio Grande do Sul e do Brasil, identificando as regiões ou municípios atingidos pela doença. É importante que percebam o aumento significativo do número de casos tanto no Estado como no País. Na segunda questão, pela análise dos mapas e da frequência de casos representada na legenda, os alunos deverão concluir que o Município de Pelotas apresentava uma frequência de 5 a 20 casos de rubéola, confirmados em maio de 2007. Quatro meses depois, esta frequência passou de 20 para 356 casos. Esta observação é feita pela identificação da cor que consta na legenda. Após a realização da tarefa, faça a correção oralmente e, se o tempo permitir, explore a análise dos dados de outros Municípios apresentados nos mapas.

No trabalho individual, os alunos irão observar a evolução do surto de rubéola no Brasil em 2007. Peça a alguns que interpretem oralmente o que veem nos mapas. Dê o tempo necessário para responderem por escrito às cinco questões propostas e, após, solicite que leiam suas respostas para a turma. Se quiser, construa com os alunos respostas coletivas no quadro. As cinco questões podem ser encaminhadas como tema de casa, se achar mais conveniente.

Na questão 1, o aluno deverá identificar que, no ano de 2007, houve um surto de rubéola no Brasil que, em pouco tempo, espalhou-se por uma grande área geográfica. Saliente que o avanço da doença provavelmente ocorreu por contágio com pessoas infectadas. A forma de transmissão da rubéola é semelhante à da gripe, ou seja, por via res-

piratória (gotículas de saliva no ar), sanguínea (por transfusão) ou via placenta (da mãe que passa para o feto).

Na questão 2, observe que o surto teve início em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, chegando logo depois ao Ceará e ao Espírito Santo, até atingir quase todos os Estados brasileiros. O primeiro caso no Rio Grande do Sul foi registrado em maio de 2007 (em Pelotas), antes mesmo de chegar a São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Para chamar a atenção dos alunos à questão 3, liste no quadro e discuta as hipóteses formuladas por eles. Dentre elas, certamente, aparecerá a hipótese de que uma pessoa já contaminada com o vírus da rubéola em Minas Gerais ou no Rio de Janeiro viajou para o Ceará, transmitindo a doença a outras pessoas. Lembre-os de que o vírus pode não ter se espalhado necessariamente dos Estados onde foram registrados os primeiros casos, havendo a possibilidade de contágio a partir de pessoas oriundas de qualquer outra região do Planeta.

As respostas trazidas pelos alunos às questões 4 e 5 devem destacar a importância da vacinação no combate à rubéola, que, em 2007, transformou-se numa epidemia em nosso Estado e também no Brasil, sendo este o motivo da campanha nacional.

Professor, de acordo com os PCN para o ensino médio, as situações de aprendizagem devem ter sentido para o aluno, permitindo-lhe agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Não se pode ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independente de vivências, de referências a práticas reais, mas deve-se colocar esta ciência no “meio” para ampliar a compreensão da realidade e orientar decisões e intervenções na natureza e nas relações de equilíbrio entre os seres vivos e o meio ambiente.

A virulogia na informática (Aula 6)

Formule algumas perguntas para contextualizar o assunto, como, por exemplo: quem já ouviu falar em vírus que atacam computadores? Por que são denominados de vírus esses programas? Como atingem os computadores? Dê um tempo para que os alunos, divididos em grupos, discutam e registrem o que sabem sobre esses vírus da informática. Depois, promova a apresentação e discus-

são do assunto, organizando uma síntese no quadro (se achar viável, solicite a um aluno para realizar essa tarefa).

A seguir, peça que leiam individualmente as características dos vírus da informática apresentadas no quadro comparativo e, em grupo, completem o quadro, por analogia, com características correspondentes aos vírus biológicos. Solicite a um alunos do grupo apresente as respostas, complementando ou corrigindo as ideias sempre que necessário.

São listadas a seguir algumas possíveis respostas. Se considerar apropriado, acrescente outros itens para comparação.

VÍRUS DA INFORMÁTICA	VÍRUS BIOLÓGICO
1. São programas executados ao penetrar em um sistema.	Os vírus só se reproduzem quando penetram em uma célula.
2. Provocam distúrbios e erros nos sistemas atingidos.	Provocam infecção nos seres vivos.
3. Invadem os sistemas, alteram os <i>softwares</i> (programas), assumindo o comando e provocando alteração das funções do sistema atingido.	Invadem e alteram as células e passam a comandar suas funções para se reproduzir.
4. São capazes de se autoduplicarem, sendo transmitidos a outros computadores por e-mails.	No comando da célula invadida, são capazes de se reproduzir, invadindo outras células.
5. Podem sofrer mudanças (alterações na sua estrutura).	Podem sofrer mutações, (alterações genéticas).
6. Aproveitam a falta de proteção do sistema para penetrar nele.	Atacam seres vivos com baixa imunidade.
7. Os antivírus filtram os programas infectados pelos vírus e impedem a sua ação.	As vacinas protegem os seres vivos das infecções virais.

Chame a atenção dos alunos para as diferenças entre os dois tipos de vírus. A proporção de epidemias com vírus biológicos e a disseminação de vírus da informática é bastante diferente. Saliente que,

se uma doença viral se propagasse com a rapidez de um vírus informático, seu impacto seria extraordinariamente maior, com resultados desastrosos para a saúde pública.

Professor, pela curiosidade que o assunto desperta nos jovens, seria importante, na continuidade de suas aulas, proporcionar mais informações sobre os vírus da informática. Para isso, sugere-se um texto para leitura e discussão, em complementação ao material do Caderno do Aluno.

Em 2 de novembro de 1988, o vírus Morris atacou com sucesso cerca de 6 mil computadores conectados à internet. Quinze anos mais tarde, em 25 de janeiro de 2003, às 5h30min (horário universal), o vírus Slammer paralisou a internet servindo-se de uma falha de informática descoberta seis meses antes. Em dez minutos, ele se duplicou e contaminou 90% das máquinas que apresentavam essa falha. Hoje em dia, um vírus corretamente programado seria capaz de paralisar a internet em poucos segundos. (...)

A replicação do vírus da informática passa pela “infecção” de outros computadores conectados em rede. No foco infeccioso central, o vírus é copiado tantas vezes quantos forem os alvos em questão. É um processo que difere da replicação biológica, onde os vírus se multiplicam dentro de uma célula em centenas, até milhares de exemplares, e depois saem em busca de outras células saudáveis.

As epidemias virais informáticas têm um custo financeiro elevado pelo estrago que provocam e representam uma ameaça real à nossa sociedade. As infraestruturas atuais, como as comunicações, o transporte de energia ou a distribuição de bens dependem das redes informatizadas. Um ataque viral, como aquele feito pelo vírus Slammer, bloquearia o acesso aos recursos contidos nos sistemas de informação distribuídos pela internet. A título informativo, a rede informática de segurança da central nuclear Besse-Davis, em Ohio, nos Estados Unidos, ficou paralisada durante cerca de 24 horas após ter sido infectada pelo vírus Slammer.

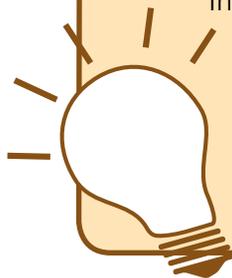
Outros tipos de ataques são capazes de desconfigurar um *site*, modificar certas informações, roubá-las, ou, pior, utilizar nossos próprios sistemas para cometer crimes e delitos sem o nosso consentimento. (...) Seriam esses vírus equivalentes modernos e tecnológicos das infecções biológicas? As epidemias de vírus informáticos representariam uma nova ameaça, como a guerra bacteriológica? Até onde vai essa comparação com a biologia? (...). A escolha do termo **vírus** sugere uma analogia entre o mundo da informática e o da biologia. De fato, há muitas relações de correspondência entre esses dois mundos”.

Fonte: Revista Scientific American – Edição especial N°28, 2008.

Na conclusão desse estudo, a última tarefa poderia ser o desenvolvimento de uma campanha de prevenção de doenças virais junto à comunidade escolar. Para isso, oriente os alunos na confecção de panfletos ou cartazes, a serem distribuídos ou expostos na escola.

Indique *sites* e/ou bibliografia para consulta. Os alunos também poderão compor um quadro com uma lista de doenças virais, indicando as que já têm vacina e as que ainda não têm. Essa atividade pode ser interdisciplinar, especialmente com professores de Língua Portuguesa, de Arte e de outros a seu critério.

Além disso, sugira aos alunos buscarem o calendário de vacinação no Posto de Saúde e a divulgarem na escola para colaborar com as famílias que têm filhos pequenos.



Referências

- ALBERTS et al. *Fundamentos de biologia celular*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
- ANTUNES, Celso. *Professores e professoras: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas*, 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília, 1999.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente: saúde*. Brasília, 2001.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, 2006. v. 2.
- BURNIE, D. *Dicionário temático de biologia*. São Paulo: Scipione, 1997.
- HOUAISS, A. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO. *Biologia celular e molecular*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- Scientific American*, edição especial n. 28, p. 54, 2008. (revista)
- TORTORA, G.J. *Corpo Humano*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- www.parasitologia.org.br/arquivos/glossario_parasitologia_1.doc – acesso em: 27 ago. 2008.
- www6.ufrgs.br/ppgbm/novapagina/laboratorios/teratogenos/TextoAT.htm – acesso em: 3 set. 2008.
- www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/saude/vigilancia_saude/doenca_agravo/0052 – acesso em: 3 set. 2008.
- www.ambientebrasil.com.br – acesso em: 13 out. 2008.
- www.caxias.rs.gov.br – acesso em: 13 out. 2008.
- pt.wikipedia.org. Acesso em: 13 out. 2008.
- visibilidade.net/tutorial/glossario-informatica.html – acesso em: 13 out. 2008.
- profxandy.blogspot.com – acesso em: 24 jul. 2009.

Ensino Médio - 2º e 3º anos

Células-tronco

82

Caro professor:

Você sabe que o avanço da ciência e da tecnologia é um dos fatores responsáveis pela melhoria da qualidade de vida das pessoas. Por essa razão, o conhecimento na área científica, especialmente na biológica, é importante para o desenvolvimento da sociedade contemporânea. Hoje, observa-se que termos do vocabulário científico, como DNA (ácido desoxirribonucleico), clonagem, células-tronco, projeto genoma, transgênicos, etc., já estão sendo incorporados à linguagem cotidiana, pois fazem parte das notícias veiculadas nos diferentes meios de comunicação. Além disso, essas notícias criam expectativas de cura de doenças antes incuráveis e de longevidade saudável para os seres humanos, além do desenvolvimento de tecnologias capazes de melhorar a produção agrícola e animal no mundo e de promover o desenvolvimento em equilíbrio com a natureza. Dessa forma, para entender as questões contemporâneas, é fundamental que o aluno conheça os temas biológicos atuais de forma contextualizada, o que justifica a escolha do tema células-tronco para esse estudo, que tem como foco o desenvolvimento de competências básicas de aprendizagem – ler, escrever e resolver problemas – em que o conteúdo é um meio e não um fim em si mesmo.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCN), as situações de aprendizagem devem ter sentido para o aluno, permitindo-lhe agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Não se pode ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independente de vivências anteriores ou de referências a práticas reais. Esta ciência deve ser compreendida como “meio” para ampliar a compreensão da realidade.

Objetivos

Ao final desta unidade, os alunos deverão ser capazes de:

- **Ler** e compreender textos, figuras, modelos e quadros referentes a conteúdos específicos da Biologia.
- **Escrever**, representar, registrar e descrever observações, análises e conclusões sobre fatos e fenômenos biológicos relacionados à célula.
- **Resolver problemas**, utilizando os conceitos científicos associados às inovações tecnológicas, posicionando-se a respeito de temas polêmicos da ciência.

Habilidades

- Interpretar textos, modelos, figuras e imagens.
- Elaborar registros na forma de anotações, tabelas, esquemas e textos sobre o tema células-tronco.
- Interpretar as etapas de obtenção de células-tronco e compreender sua sequência.
- Argumentar sobre temas polêmicos da Biologia, relacionados ao uso terapêutico das células-tronco.
- Refletir e expressar-se criticamente sobre problemas éticos relacionados ao desenvolvimento e ao uso de novas tecnologias no campo das Ciências.

Conteúdos

- A importância da pesquisa científica sobre regeneração celular.
- Diferenciação celular morfofuncional.
- Inovações tecnológicas e científicas que envolvem a produção e o uso de células-tronco adultas e embrionárias.
- Questionamentos éticos da pesquisa com células-tronco.

Tempo de duração: 6 aulas.

Material necessário: Livros didáticos de Biologia disponíveis na escola e indicados pelo professor; dicionários de Língua Portuguesa e de Biologia e uso da internet para pesquisa; cartolina, papel-cartaz ou pardo.

Propõe-se a leitura de um texto introdutório com a finalidade de despertar o interesse do aluno em relação ao tema e levá-lo a entender que a curiosidade e a observação da realidade são alguns dos fatores essenciais aos cientistas e também aos homens do século XXI, para o desenvolvimento da sociedade do conhecimento.

Estudo das células-tronco (Aulas 1 e 2)

Utilize a leitura e a problematização do texto "O começo de tudo..." ("Primórdios". Instituto Unibanco, *Células-tronco, uma revolução científica*, São Paulo: Oirã, 2008 - reprodução parcial) sobre um relato de fato do século XVIII ocorrido com um jovem naturalista, que está no Caderno do Aluno, para introduzir o assunto célula-tronco, que será tema dessa unidade.

Estimule os alunos à elaboração de um **glossário** dos termos desconhecidos, pois assim, além de ampliarem seu vocabulário, compreenderão melhor o que estão lendo. Esse é um hábito que contribui para desenvolver o gosto pela leitura.

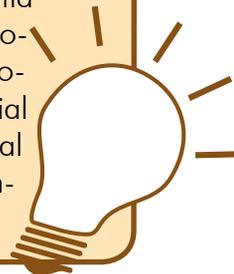
Ao final da leitura e da exploração do texto, peça que os alunos registrem aspectos que lhes despertaram curiosidade, a partir dos quais orientará a continuidade do trabalho interdisciplinar ou de pesquisa dos próprios alunos.

Você pode apresentar a figura de uma **hidra** ou pedir aos alunos que pesquisem sobre ela. Pode também informar que a hidra pertence ao filo Cnidaria e à classe Hydrozoa, vive em água doce, fria e limpa, e fixa-se em pedras ou vegetação aquática. É importante que o aluno saiba, também, que

a hidra produz novos indivíduos por brotamento assexual ou por processos sexuais que envolvem gametas femininos e masculinos.

Este tema também pode servir como introdução ao estudo da classificação dos seres vivos.

Ao contextualizar o texto, se possível, estabeleça uma relação interdisciplinar com professores de História e Geografia da escola, para proporcionar conhecimentos aos alunos sobre a sociedade do século XVIII, em especial em relação ao sistema educacional da época, a localização da Holanda e fatos da mitologia grega.



A pesquisa sobre células-tronco na atualidade

A seguir, são apresentadas no Caderno do Aluno três manchetes de jornais que destacam as pesquisas com células-tronco. Essas manchetes podem suscitar a curiosidade dos alunos para saber mais a respeito do assunto.

Professor, os alunos não podem ser meros espectadores, com a função de ouvir, anotar e estudar para as provas. Devem ser efetivamente protagonistas. Durante as aulas, escolha estratégias que os estimulem a perguntar, responder, analisar, propor, buscar soluções e fazer aplicações dos novos conhecimentos. A aula deve ser desafiadora e intrigante. Em cada momento e em todas as oportunidades, os alunos precisam ser agentes de sua aprendizagem, expressando-a de maneira pessoal. As produções dos alunos ao longo das atividades propostas podem ser utilizadas como bons instrumentos de avaliação da aprendizagem.



Na tarefa seguinte, dê um tempo para a troca de ideias dos alunos com os colegas e o posterior registro do que já sabem, do que gostariam ainda de saber e o que aprenderam sobre o tema.

Além do quadro síntese no Caderno do Aluno, sugere-se a organização de um painel na sala de aula, com informações das novas aprendizagens, bem como com gravuras, recortes de jornais, revistas, pesquisas, etc. O quadro servirá como instrumento para consulta e principalmente para mostrar que houve progresso na aprendizagem dos alunos, protagonistas deste processo.

O uso das células tronco no tratamento da leucemia

Inicie este assunto perguntando aos alunos o que sabem sobre a leucemia. Se conhecem alguém com essa doença? Se sabem como ela se manifesta e qual o tratamento?

Sempre que necessário, complemente o tema abordado com informações importantes. Exemplo: a leucemia é um câncer do sistema imunológico, cujas células atingidas são os leucócitos ou glóbulos brancos; atualmente, é tratada por meio de transplantes da medula óssea, mas esta terapia nem sempre obtém o êxito desejado, devido a possibilidade de rejeição das células do doador. A célula-tronco hematopoiética do tipo adulta é encontrada na medula óssea de pessoas de todas as idades. Se for o caso, complemente os conhecimentos já trabalhados sobre as células-tronco hematopoiéticas, informando em que hospitais já existem bancos de placentas e de cordões umbilicais congelados após o parto, para um eventual uso terapêutico das mesmas.

Ao encerrar estas aulas, seria interessante propor aos alunos uma pesquisa sobre as causas da rejeição das células-tronco do doador pelo receptor, nos transplantes de medula óssea, o que pode ser um tema de casa, ou ainda uma ida à sala de informática para consulta na internet.

Avanço das pesquisas com células-tronco (Aulas 3 e 4)

Nestas aulas, são apresentados os avanços nas pesquisas com células-tronco, divulgados na mídia e que precisam ser compreendidos quanto às consequências de manipulação e uso dessas células. Para isso, propõem-se atividades de leitura de textos, de imagens e de esquemas, reflexão e análise de questões polêmicas entre a ciência e a religião.

Solicite aos alunos que em grupo façam a leitura silenciosa dos textos sobre o avanço das pesquisas com células-tronco, busquem o significado das palavras desconhecidas nos dicionários de Língua Portuguesa e de Biologia, que devem estar à disposição na sala de aula, e discutam o conteúdo dos textos.

Entre os textos sobre o avanço das pesquisas com células-tronco, que constam no Caderno do Aluno, o que apresenta uma sequência da técnica de obtenção e utilização das células-tronco embrionárias foi adaptado da revista *Scientific American* (Brasil, ano 4/39, 2005).

Professor, a compreensão dos termos destacados será fundamental na continuidade destas aulas. No ensino de Biologia, apropriar-se de novos termos faz parte de um processo contínuo de “alfabetização científica”, que possibilitará ao aluno compreender conceitos e estar pronto para utilizá-los no seu dia a dia.

A segunda leitura introduz a ideia de clone, um bom assunto para pesquisa individual ou coletiva. A clonagem é um tema motivador que desperta curiosidade em alunos desse nível de ensino. Indique bibliografia existente na escola sobre o assunto ou consulta pela internet.

A seguir, os alunos devem fazer a “leitura” do esquema apresentado, verbalizando o que estão vendo e, por último, descrevendo na forma de texto as etapas apresentadas na figura.

Professor, lembre-se de que ler em Ciências também é observar e interpretar imagens. Saliente que este tipo de exercício é importante porque, no ensino de Biologia, nem sempre é possível observar diretamente o objeto de estudo no laboratório da escola. As ilustrações representam o que seria visualizado na imagem observada em um microscópio óptico de alta resolução ou eletrônico.

No esquema apresentado, é importante que os alunos, na descrição do processo, identifiquem: o zigoto, como a primeira célula que inicia as divisões para a formação do embrião; o blastocisto, constituído da massa celular interna (embrioblasto) e da massa celular externa (trofoblasto). Do blastocisto, apenas o embrioblasto é usado pelos cientistas para estudos com células-tronco embrionárias.

Após, proponha a leitura que trata da regulamentação do uso de células-tronco no Brasil e do texto do artigo 5º da Lei de Biossegurança, transcrito no Caderno do Aluno. De acordo com este artigo, só serão utilizados embriões inviáveis ou que estejam congelados há três anos ou mais, da data da publicação da Lei, desde que autorizados pelos doadores. Ainda é importante destacar que pesquisas e projetos com células-tronco embrionárias humanas precisam ser submetidos à apreciação e à aprovação de comitês de ética e que não é permitida a comercialização desse material biológico. Após a redação das conclusões, você pode pedir a alguns alunos que apresentem o texto elaborado. Faça os comentários, des-

taques e complementações que considerar necessários.

Para realizar a atividade seguinte “Trabalhando em equipe”, forme grupos, de maneira que cada um responda às “dúvidas do casal”, que recorreu à seção “pergunte ao leitor” de um jornal hipotético, sobre o uso de embriões humanos em pesquisas e terapia com células-tronco.

Ao final da tarefa, socialize as respostas dos grupos e proponha a construção de uma resposta coletiva para “publicação no jornal”. Retome o quadro de aprendizagens realizadas e complemente-o com a participação dos alunos.

Para dar continuidade ao estudo, proponha uma visão diferente daquelas até agora apresentadas, em que foram salientados os benefícios das pesquisas com células-tronco embrionárias. Sabe-se que o assunto é mais uma polêmica que se dá entre a ciência e a religião. A Igreja católica apresenta opinião contrária ao uso de células-tronco embrionárias. A análise de abordagens diferentes sobre o mesmo tema contribuirá para a compreensão mais abrangente do assunto.

As células-tronco no tribunal (Aulas 5 e 6)

Nessas aulas, é problematizado o uso de células-tronco, no que se refere ao processo de sua obtenção, fato que envolve pesquisadores, religiosos, juristas, entre outros membros da sociedade. Está em jogo a concepção a respeito do momento em que ocorre o início da vida humana. Ao confrontar posições diferentes sobre o tema, os alunos exercitarão a habilidade de comparar diferentes pontos de vista, avaliar e formar opinião a respeito. O importante é que conheçam os prós e os contras sobre o assunto.

Organize os alunos para a atividade de simulação de um tribunal do júri conforme a

Professor, estas aulas propõem uma tarefa individual de produção de texto e outra em equipe. É muito importante que você recolha estas tarefas e observe o crescimento do aluno quanto à produção textual e a capacidade de argumentação, comparativamente às duas primeiras aulas, em que também produziram textos. Os PCN orientam que o aluno deve escrever de forma argumentativa sobre temas atuais relevantes e polêmicos, como é o caso das questões éticas e religiosas envolvidas nas pesquisas com células-tronco.

sugestão apresentada no Caderno do Aluno ou outro modo que considerar mais adequado. Um grande desafio no ensino de Biologia é conseguir romper com a mera descrição de fatos e fenômenos biológicos. A atividade proposta visa estimular o espírito crítico, a

participação e o questionamento sobre “células-tronco”, ao mesmo tempo que é lúdica. Motive-os a contextualizarem o conteúdo estudado, buscando em jornais, revistas ou internet, novas informações sobre o tema.

A realização de um tribunal do júri visa propiciar aos alunos a construção de argumentos em relação à Lei de Biossegurança e às questões éticas entre ciência e religião, especialmente quanto ao modo de obtenção e uso de células-tronco embrionárias humanas para pesquisas e fins terapêuticos.

A seguir, são apresentados os argumentos dos juízes do Supremo Tribunal Federal, favoráveis ou não, ao uso de células-tronco no Brasil, extraídos do site da Folha de São Paulo na internet. Você poderá disponibilizar essas posições aos grupos de defesa e de acusação, para que preparem seus argumentos.

Como essa atividade exigirá um tempo de preparo maior, sugere-se que essa seja uma tarefa para casa, de uma semana para a outra, na qual ocorrerá a simulação do tribunal do júri.

Veja a íntegra de votos dos ministros do Supremo Tribunal Federal (STF) sobre pesquisas com células-tronco embrionárias.

O STF liberou, quinta-feira (29), o uso de células-tronco embrionárias em pesquisas científicas. Seis dos 11 ministros do Supremo votaram pela manutenção do artigo 5º da Lei de Biossegurança, que permite a utilização, em pesquisas, dessas células fertilizadas *in vitro* e não utilizadas.

Os ministros Carlos Ayres Britto, Ellen Gracie, Cármen Lúcia Antunes Rocha, Joaquim Barbosa, Marco Aurélio Mello e Celso de Mello votaram a favor desses estudos, mediante o que determina a Lei.

Já os ministros Ricardo Lewandowski, Carlos Alberto Menezes Direito, Cezar Peluso, Eros Grau e Gilmar Mendes pediram diferentes tipos de modificação na norma. Veja abaixo a íntegra de votos de ministros do STF sobre o assunto divulgado pelo STF até a publicação desta reportagem.

Carlos Ayres Britto (relator do processo) rebateu o argumento de que o artigo seria inconstitucional, porque a Constituição garante o direito à vida e o embrião já teria vida. "Vida humana é o fenômeno que transcorre entre o nascimento e a morte cerebral. No embrião, o que se tem é uma vida vegetativa que se antecipa ao cérebro", declarou. Britto procurou diferenciar o embrião congelado do formado no útero da pessoa humana. Para o relator, o embrião congelado não tem condições de se tornar um feto ou um ser humano já que teria que ser implantado em um corpo feminino para se desenvolver.

Ellen Gracie acompanhou integralmente o voto do relator. "Não constato vício de in-

constitucionalidade. Segundo acredito, o pré-embrião não acolhido no útero não se classifica como pessoa", afirmou Gracie.

Carlos Alberto Menezes votou pela "inconstitucionalidade parcial" do artigo 5º da Lei de Biossegurança e propôs modificações no artigo, de forma a permitir que sejam feitas pesquisas com células-tronco embrionárias retiradas do embrião sem destruí-lo. "O embrião é, desde a fecundação, mais presentemente, desde a união dos núcleos do óvulo e do espermatozoide, um indivíduo, um representante da espécie humana, que terá a mesma carga genética de um feto, de uma criança, de um adulto, de um velho", disse.

Cármem Lúcia votou a favor das pesquisas com células-tronco embrionárias. "Sua utilização é uma forma de saber para a vida. Essa é a natureza da pesquisa científica com células-tronco embrionárias, que não afronta, mas busca ampliar a vida. [A pesquisa] não apenas não viola o direito à vida, antes torna-se parte da existência humana, porque vida não seria", disse a ministra.

Ricardo Lewandowski pediu restrições a pesquisas com células-tronco. Ele acolheu parcialmente a ação e pediu que a Lei fosse modificada de forma que as pesquisas só sejam feitas com embriões inviáveis que não se dividiram espontaneamente.

Eros Grau sugeriu que fossem feitas modificações na Lei de Biossegurança, o que imporá restrições à pesquisa. Grau queria que as células-tronco usadas nas pesquisas fossem apenas aquelas obtidas a partir de óvulos que não se dividiram espontaneamente, que a pesquisa fosse previamente autorizada pelo Ministério da Saúde e que os óvulos fossem apenas aqueles provenientes de fertilização *in vitro* exclusivamente para a reprodução humana.

Joaquim Barbosa acompanhou integralmente o voto do relator, pedindo a improcedência da ação. Para Joaquim Barbosa, a proibição das pesquisas com células embrionárias, nos termos da Lei, "significa fechar os olhos para o desenvolvimento científico e os benefícios que dele podem advir".

Cezar Peluso considera que as pesquisas não ofendem o direito à vida, porque os embriões congelados não equivalem a pessoas. Entretanto, chamou atenção para a importância de que essas pesquisas sejam rigorosamente fiscalizadas – ressaltou a necessidade de o Congresso aprovar instrumentos legais para tanto.

Marco Aurélio Mello votou a favor das pesquisas científicas com células-tronco embrionárias no Brasil. "Aqui não se trata de questionar a gestante a ficar fisicamente conectada a outra, mas sim de definir o destino dos óvulos fecundados que fatalmente seria destruídos e que podem e devem ser aproveitados na tentativa de progresso da humanidade", afirmou Mello.

Celso de Mello votou a favor das pesquisas. Disse que a Lei aprovada pelo Congresso dá aos embriões que seriam descartados por serem inviáveis "uma destinação mais nobre". "Todos esses embriões têm uma destinação: são fadados ao lixo sanitário. Dá-se, portanto, uma destinação mais nobre", afirmou. Em relação às afirmações de que a Lei contraria o direito à vida, afirmou: "Um ovo ou embrião que não pode ser implantado em útero não tem potencial de ser um ser humano".

Gilmar Mendes fez ressalvas à legislação, por considerar que a norma brasileira possui deficiências. Mendes afirmou que "causa perplexidade" perceber que no Brasil esse tema seja regulamentado por apenas um artigo. Ele disse que a lei deixa de destinar um órgão central para a fiscalização das pesquisas, vinculado ao Ministério da Saúde.

Professor, a discussão de um tema atual da ciência, como as células-tronco, favorecerá a aprendizagem de novos conceitos biológicos e oportunizará a formação de opinião sobre o modo de obtenção e o uso terapêutico e em pesquisa destas células. Incentive seus alunos a acompanharem as informações veiculadas nos diferentes meios de comunicação sobre a utilização dessa tecnologia e saliente a importância de estudar Biologia para compreender cientificamente o que está sendo apresentado sobre o tema, nas diferentes fontes de informação.

Os sites referenciados servem como fontes de consulta para os alunos buscarem argumentos para as discussões.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares para o ensino fundamental*. Brasília, 1998.
- _____. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da educação média e tecnológica. *Parâmetros curriculares para o Ensino médio*. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: Brasília, 2002.
- _____. Instituto Nacional de Educação e Pesquisa. *Exame Nacional do Ensino Médio: Documento básico*. Brasília, 2007.
- BRUCE, A. et al. *Fundamentos de biologia celular*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- BURNIE, D. *Dicionário temático de biologia*. São Paulo: Scipione, 1997.
- CÉSAR; SEZAR. *Biologia*. São Paulo: Saraiva, 2002.
- CHEIDA, L. E. *Biologia integrada*. São Paulo: FTD, 2002.
- COOKSON, C. *Mãe de todas as células*. Scientific american. São Paulo, ano 4 – n. 39, 2005.
- CORNACK, D. H. *Fundamentos de histologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- CURTIS, H. *Biologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.
- CÉLULAS-TRONCO, uma revolução científica. Primórdios. São Paulo: Oirã; Instituto Unibanco, 2008.
- JUNQUEIRA, L.C.U. & CARNEIRO, J. *Histologia Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985.
- LOPES, S. *Bio*. São Paulo: Saraiva, 1999.
- SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL, ano 4, n. 39, p. 67, 2005.
- TORTORA, G.J. *Corpo Humano*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- TRACY I. STORER et al. *Zoologia Geral*. São Paulo: Cia Editora Nacional, 2000.
- UFRGS. Comissão Permanente de Seleção – COPERSE. Vestibular, 2006.
- ZERO HORA. Porto Alegre. 13 out. 2004.
- _____. Porto Alegre 25 out. 2008. Caderno Vida, p. 4-5.

Sites consultados e sugeridos

- www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u406607.shtml. Acesso em: 4 set. 2008.
- ftp.mct.gov.br/legis/leis/11105_2005.htm. Acesso em: 21/08/08.
- noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI472268-EI1434,00.html. Acesso em: 29 out. 2008.
- vestiweb.blogspot.com/2007/11/celulas-tronco.html. Acesso em 03/nov/2008.
- www.passeiweb.com/saiba_mais/atualidades/1204813468. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www1.folha.uol.com.br/folha/bbc/ult272u37609.shtml. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www.dombosco.com.br/curso/estudemais/atualidades/atualidades_celula-tronco.php. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www.mundovestibular.com.br/articles/5239/1/Celulas-Tronco/Paacutegina1.html. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www.criogenesis.com.br/?gclid=CLC4r-m-0pYCFQxzHgodM0es3w. Acesso em: 3 nov. 2008.
- anacolutasinestesia.blogspot.com/2008/03/o-apraze-o-torpe.html. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www.ghente.org/temas/celulas-tronco/index.htm. Acesso em: 3 nov. 2008.
- www.seed.pr.gov.br/portals/folhas/anexosFase3/fo-lhas2869_parecer1.doc. Acesso em: 3 nov. 2008.

www.educacional.com.br/entrevistas/interativa/entint_0019.asp. Acesso em: 3 nov. 2008.

www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/interativas/biologia/bio_obj_1.html. Acesso em: 3 nov. 2008.

educacao.uol.com.br/quiz/quiz.jhtm?id=2834. Acesso em: 3 nov. 2008.

www.vestibular.ufop.br/downloads/pis/pis_uab_me_08-2_tipo_b.pdf. Acesso em: 3 nov. 2008.

www.pucminas.br/vestibular/documentos/provas/2006_01/bh/biologia_1.doc. Acesso em: 3 nov. 2008.

perfline.com/cear/artigos/stem_teste.html. Acesso em: 3 nov. 2008.

vestiweb.blogspot.com/2007/11/celulas-tronco.html – acesso em 3 nov. 2008.

www.passeiweb.com/saiba_mais/atualidades/1204813468 – acesso em 3 nov. 2008.

www1.folha.uol.com.br/folha/bbc/ult272u37609.shtml – acesso em 3 nov. 2008.

www.dombosco.com.br/curso/estudemais/atualidades/atualidades_celula-tronco.php – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.mundovestibular.com.br/articles/5239/1/Celulas-Tronco/Paacutegina1.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.criogenesis.com.br/?gclid=CLC4r-m-0pYCFQxzHgodM0es3w – Acesso em 3 nov. 2008.

anacolutasinestesia.blogspot.com/2008/03/o-apraze-o-torpe.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.ghente.org/temas/celulas-tronco/index.htm – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.seed.pr.gov.br/portals/folhas/anexosFase3/fo-lhas2869_parecer1.doc – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.educacional.com.br/entrevistas/interativa/entint_0019.asp – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/interativas/biologia/bio_obj_1.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

educacao.uol.com.br/quiz/quiz.jhtm?id=2834. Acesso em: 3 nov. 2008.; www.vestibular.ufop.br/downloads/pis/pis_uab_me_08-2_tipo_b.pdf – Acesso em: 3 nov. 2008.

pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Tkanka_nablonkowa.png – Acesso em: 23 ago. 2008.

www.ghente.org/temas/celulas-tronco/discussao_etica.htm – Acesso em: 23 ago. 2008.

www.octopus.furg.br/cibio/gloss.htm

www.drashirleydecampos.com.br/noticias/16612 –

Acesso em: 10 nov.2008.

www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u406900.shtml

www.diabetes.org.br

www.bioetica.ufrgs.br/dollyca.htm

www.invivo.fiocruz.br/publique

www.revistapesquisa.fapesp.br/show.php?id=revistas1.fapesp1

www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u406607.shtml – Acesso em: 04/set/2008.

ftp.mct.gov.br/legis/leis/11105_2005.htm – Acesso em: 21 ago. 2008.

noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,0I472268-EI1434,00.html – Acesso em: 29 out. 2008.

vestiweb.blogspot.com/2007/11/celulas-tronco.html – Acesso em: 03 nov. 2008.

www.passeiweb.com/saiba_mais/atualidades/1204813468 – acesso em 03 nov. 2008.

www1.folha.uol.com.br/folha/bbc/ult272u37609.shtml – Acesso em: 03 nov. 2008.

www.dombosco.com.br/curso/estudemais/atualidades/atualidades_celula-tronco.ph – Acesso em: 03 nov. 2008.

www.mundovestibular.com.br/articles/5239/1/Celulas-Tronco/Paacutegina1.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

http://www.criogenesis.com.br/?gclid=CLC4r-m-0pYCFQxzHgodM0es3w – Acesso em: 3 nov. 2008.

anacolutasinestesia.blogspot.com/2008/03/o-apraze-o-torpe.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.ghente.org/temas/celulas-tronco/index.htm – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.seed.pr.gov.br/portals/folhas/anexosFase3/fo-lhas2869_parecer1.doc – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.educacional.com.br/entrevistas/interativa/entint_0019.asp – Acesso em: 3 nov. 2008.

w.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/interativas/biologia/bio_obj_1.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

educacao.uol.com.br/quiz/quiz.jhtm?id=2834 – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.vestibular.ufop.br/downloads/pis/pis_uab_me_08-2_tipo_b.pdf – acesso em 03/nov/2008.

perfline.com/cear/artigos/stem_teste.html – Acesso em: 3 nov. 2008.

www.pucminas.br/vestibular/documentos/provas/2006_01/bh/biologia_1.doc – Acesso em: 3 nov. 2008.

perfline.com/cear/artigos/stem_teste.html – Acesso em: 3 nov. 2008. 2008.



Lições do

Rio Grande



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO