Estudos de Caso no

Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental

Salete Linhares Queiroz
Flávia Gabriele Sacchi
(Orgs.)

Diagrama
EDITORIAL

Centro de Divulgação Científica e Cultural
USP

Em 2020, o Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC/USP) completa 40 anos de existência. Foram quatro décadas de trabalho de uma equipe que se renovou ao longo do tempo, sem nunca deixar de estar afinada e com o firme propósito de intensificar a interação entre a USP e a comunidade de São Carlos, especialmente, por meio de apoio de cunho educacional a professores e estudantes da Educação Básica. Este livro resulta de mais uma iniciativa do CDCC, que busca subsidiar educadores na sua atuação em ambientes de ensino: o oferecimento do Curso de Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais. Com o público-alvo formado por professores que ministram disciplinas de ciências, física, química e biologia, o Curso é um espaço de fomento à reflexão, individual e coletiva, sobre a atividade docente, assim como de construção de práticas de sala de aula com fundamentação teórica consistente.

Estudos de Caso no **Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental**

Salete Linhares Queiroz
Flávia Gabriele Sacchi
(Orgs.)

AUTORES

Cássia Donizetti Borges

Dafner Cristina Vida Gonçalves

Fabiana Luca Alves

Fernanda Maria Catinin da Silva Araújo

Fernanda Rebeschini Nascimento

Flávia Gabriele Sacchi

Gleici Branco

Laís Mariana Felizardo

Leandro de Souza Pedezzi

Livia Maria Michelassi da Silva

Lucimar Polo

Marcela Monges Silva

Maressa Pomaro Casali Pereira

Matheus Henrique Migliani Lellis

Mikeas Silva de Lima

Roberta Maria Monteiro de Souza

Salete Linhares Queiroz

Thaís Fernanda de Aquino Correia

ORGANIZADORAS

Salete Linhares Queiroz

Flávia Gabriele Sacchi

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL (CDCC)

Rua Nove de Julho, 1227 - Telefone: (16) 3373-9772

CEP 13560-042 - São Carlos-SP

www.cdcc.usp.br

Estudos de Caso no **Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental**

Salete Linhares Queiroz
Flávia Gabriele Sacchi
(Orgs.)

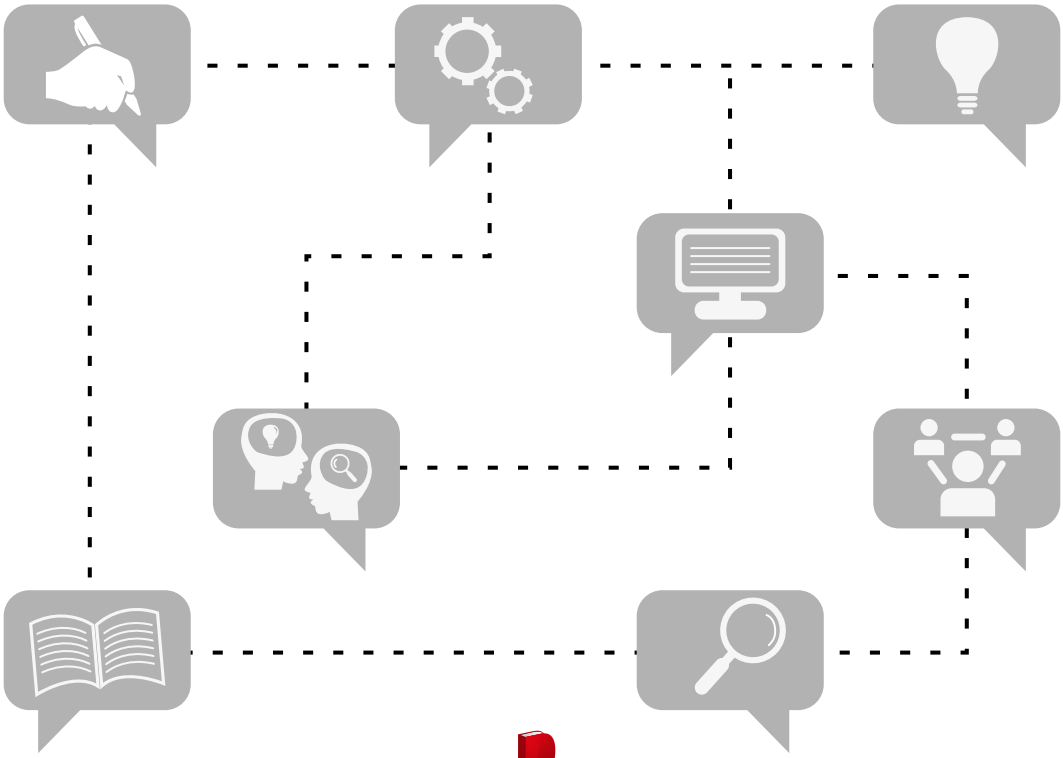


Diagrama
EDITORIAL
São Carlos, 2020

© Dos autores

Projeto gráfico e Diagramação
Diagrama Editorial

Capa
Pedro Henrique Vargas

Ícones: Freepik e Icons8 em www.flaticon.com (CC BY 3.0)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

E82 Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental [livro eletrônico]/ Cássia Donizetti Borges...[et al.] ; organizado por Salete Linhares Queiroz, Flávia Gabriele Sacchi ; ilustrado por Diagrama Editorial. - São Carlos, SP : Diagrama Editorial, 2020.
168 p. : PDF

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-65-86512-09-0

1. Ensino. 2. Ciências naturais. 3. Educação ambiental. 4. Estudo de caso. I. Borges, Cássia Donizetti. II. Gonçalves, Dafner Cristina Vida. III. Alves, Fabiana Luca. IV. Araújo, Fernanda Maria Catinin da Silva. V. Nascimento, Fernanda Rebeschini. VI. Sacchi, Flávia Gabriele. VII. Branco, Gleici. VIII. Felizardo, Laís Mariana. IX. Pedezzi, Leandro de Souza. X. Silva, Livia Maria Michelassi da. XI. Polo, Lucimar. XII. Silva, Marcela Monges. XIII. Pereira, Maressa Pomaro Casali. XIV. Lellis, Matheus Henrique Migliani. XV. Lima, Mikeas Silva de. XVI. Souza, Roberta Maria Monteiro de. XVII. Linhares Queiroz, Salete. XVIII. Correia, Thaís Fernanda de Aquino. XIX. Diagrama Editorial. XX. Título.

CDD 370
2020-2632 CDU 37

Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

Índice para catálogo sistemático:
1. Educação 370
2. Educação 37

2020

Diagrama
EDITORIAL

Rua XV de Novembro, 2190, Centro
13560-240 - São Carlos, SP
Fone: 16 3413-9142
www.diagramaeditorial.com.br

Agradecimentos

Aos docentes e funcionários da Universidade de São Paulo, Adriana Rinaldi Martins, Agnaldo Arroio, Ana Cláudia Kasseboehmer, André Luiz da Silva, Angelina Sofia Orlandi, Antônio Carlos de Castro, Elenise Maria de Araújo, Gislaine Costa dos Santos, Nelma Regina Segnini Bossolan, Silvia Aparecida Martins dos Santos e Valter Luiz Líbero, assim como ao docente da Universidade Federal do ABC, Rafael Cava Mori, que contribuíram de maneira decisiva para o sucesso do Curso de Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, iniciado no CDCC em janeiro de 2019 e, consequentemente, para a concretização desta publicação.

À Mayla Willik Valenti Roese, educadora ambiental da startup socioambiental Fubá Educação Ambiental e Criatividade, e à Paulo Henrique Peira Ruffino, pesquisador científico do Instituto Florestal da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pela revisão cuidadosa dos estudos de caso produzidos no âmbito da disciplina de Educação Ambiental.

Sumário

Agradecimentos 5

Prefácio 9
Ana Luiza de Quadros

Apresentação 12
Salete Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi

CAPÍTULO 1
Ensino de Ciências Naturais e Educação Ambiental: abordagem baseada em estudos de caso 14
Salete Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi

CAPÍTULO 2
Estudo de Caso: fora da tabela 26
Matheus Henrique Migliani Lellis

CAPÍTULO 3
Estudo de Caso: um problema amarelo 36
Cássia Donizetti Borges e Marcela Monges Silva

CAPÍTULO 4
Estudo de Caso: Vencelex, o refrigerante da garotada 44
Laís Mariana Felizardo e Maressa Pomaro Casali Pereira

CAPÍTULO 5
Estudo de Caso: diálogo das dengosas 53
Fernanda Maria Catinin da Silva Araújo e Leandro de Souza Pedezzi

CAPÍTULO 6
Estudo de Caso: piquenique peçonhento. 60
Fernanda Rebeschini Nascimento e Thaís Fernanda de Aquino Correia

CAPÍTULO 7
Estudo de Caso: tudo vira adubo? 68
Dafner Cristina Vida Gonçalves e Lucimar Polo

CAPÍTULO 8
Estudo de Caso: o que vem depois da lama? 75
Fabiana Luca Alves e Gleici Branco

CAPÍTULO 9
Estudo de Caso: meu pé de laranja-pera 83
Livia Maria Michelassi da Silva e Roberta Maria Monteiro de Souza

CAPÍTULO 10
Estudo de Caso: luz na passarela 91
Flávia Gabriele Sacchi e Mikeas Silva de Lima

CAPÍTULO 11
Estudo de Caso: na linha do ascarel 102
Mikeas Silva de Lima

CAPÍTULO 12
Estudo de Caso: onde estão os jacus? 111
Dafner Cristina Vida Gonçalves

CAPÍTULO 13
Estudo de Caso: o lugar onde o peixe para 121
Fernanda Rebeschini Nascimento, Gleici Branco e Laís Mariano Felizardo

CAPÍTULO 14
Estudo de Caso: cuidado! Animal na pista 130
Leandro de Souza Pedezzi, Matheus Henrique Migliani Lellis e Thaís Fernanda de Aquino Correia

CAPÍTULO 15
Estudo de Caso: quem tem medo de fogo mau?. 141
Fabiana Luca Alves, Livia Maria Michelassi da Silva e Lucimar Polo

CAPÍTULO 16
Estudo de Caso: saco é um saco! 152
Flávia Gabriele Sacchi

Lista de Siglas 163

Sobre os Autores 166

Prefácio

Ana Luiza de Quadros

Nossa trajetória como professores de química ou como formadores de professores de química tem nos desafiado a encontrar caminhos que sejam viáveis para que a docência deixe de ser, prioritariamente, exercida por meio da simples transmissão de informações. Para isso, a comunidade de educadores químicos tem empreendido esforços e energia na busca pela "inovação" do fazer docente. Temos conquistado excelentes resultados, mas, certamente, eles ainda estão aquém daquilo que gostaríamos de ter feito.

Entender o que é "inovar" em sala de aula é o desafio no qual todos nós estamos envolvidos, de uma ou de outra maneira. Nossa experiência tem mostrado que a criatividade e a imaginação podem auxiliar professores a desenvolver aulas nas quais a aprendizagem seja mais efetiva. Vigotski (1990)[1] trata desses conceitos (criatividade e imaginação) e afirma que a atividade criadora está diretamente relacionada com a experiência acumulada pelo sujeito. Entenda-se como experiência uma gama variada de vivências, e não a repetição da mesma vivência por diversas vezes. Em Quadros (2017)[2], alertei para a necessidade de nós, professores, assumirmos o compromisso social de formação de sujeitos pensantes e de cidadãos, para acabar com a "atrofia" do potencial criativo da maior parte dos sujeitos que passam pela escola. Vigotski (1996)[3] nos diz que o desenvolvimento da imaginação e da criatividade tem como premissa indispensável a liberdade interna do pensamento, da ação e do conhecimento, e, para isso, é necessário o domínio da formação de conceitos.

Por que estou tratando da criatividade e da imaginação ao fazer o prefácio desta obra? Se a atividade criadora depende da experiência, então, as práticas criativas não necessariamente devem ser novas para serem inovadoras! O processo criativo pode configurar-se quando uma prática antiga é

1 VIGOTSKI, L. S. **La imaginación y el arte em la infancia**. 2. ed. Madri: Akal, 1990.

2 QUADROS, A. L. Novas e antigas práticas se encontrando em um processo criativo do ato de ensinar química. In: PASTORIZA, B. S.; SANGIOTO, F. A.; BOSENBECKER, V. K. **Reflexões e debates em educação química**: ações, inovações e políticas. Curitiba: CRV, 2017.

3 VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**: psicologia infantil. Madri: Visor Dist., 1996.

remodelada, tornando-se algo inovador. É assim que tenho considerado o uso de estudos de caso como método de ensino.

Ao envolver-se em um "caso" no qual o sujeito cria empatia, uma gama de possibilidades se abre em sala de aula. A imaginação, o enlace emocional com os personagens, a busca por caminhos ou soluções que façam uso de conceitos científicos certamente poderá auxiliar o sujeito a criar realidades, influenciando na percepção que tem do universo. Portanto, um caso, seja ele real ou fictício, quando bem elaborado e desenvolvido com uma turma de estudantes, pode trazer inúmeras contribuições para os sujeitos em formação.

Tenho acompanhado trabalhos/pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC), da Universidade de São Paulo. Os estudos de caso no ensino de ciências têm sido foco de atenção dos pesquisadores desse grupo e, com isso, ouso afirmar que, talvez, o GPEQSC, atualmente, tenha o maior banco de dados de estudos de caso em ciências do Brasil.

Ao ser convidada a prefaciar o presente livro - Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental – me senti lisonjeada, uma vez que venho usando estudos de caso como método de ensino tanto na formação de professores, quanto no ensino de ciências e tenho interagido com materiais produzidos pelo GPEQSC. As organizadoras, Salete Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi, reuniram uma série de estudos de caso, elaborados por professores da Educação Básica, que usaram de experiências pessoais para reconstruir atividades destinadas às aulas de ciências, certamente em um processo criativo.

Com isso, as pesquisadoras envolveram os professores da Educação Básica na autoria de suas próprias aulas, em um processo que tem o significado de autonomia e de libertação de uma prática moldada pela quantidade de conteúdos, geralmente, ditados pelos livros didáticos. Esses professores autônomos, criativos e autores de suas aulas, certamente, estão re-significando a própria prática, em uma aproximação entre aquilo que têm produzido como resultado do ensino (as aprendizagens) e aquilo que gostariam de produzir.

Produzir um texto autoral, como fizeram os professores da Educação Básica neste livro, é um importante processo formativo. E é preciso enfatizar que, quando tratamos de "formação" de um professor, seja ela inicial ou continuada, não estamos considerando o sentido de "dar forma" ou modelar, de acordo com um modelo que se presume chegar ao ideal. Se esse fosse e entendimento de "formação", a frustração seria nossa companheira diária! A formação que temos defendido e que está implícita nos textos produzidos neste livro tem a ver com o desenvolvimento profissional, intelectual e, acima de tudo, com a autoria das aulas. Essa concepção de formação coloca o formando como principal protagonista

da ação formativa e do seu próprio desenvolvimento, que é orientado por instituições, por grupos de pesquisa e pela interlocução com outros sujeitos. Como nos diz Passos *et al.* (2006)[4], a formação é um processo pessoal, permanente, contínuo e inconcluso, que envolve múltiplas etapas e instâncias formativas.

Tenho plena convicção de que, ao aventurar-se na produção desta obra, os professores se desenvolveram profissionalmente por meio da aprendizagem coletiva, da formação de uma comunidade colaborativa e, principalmente, pela construção de um conhecimento local e significado. Aquele leitor que, como eu, aventurar-se na leitura e no uso de algum dos estudos de caso presentes neste livro também estará re-significando tanto o caso em si, quanto a sua própria prática.

Retomo, agora, à ideia inicial levantada no início deste prefácio, que tratou dos conceitos de *inovação*, de *criatividade*, de *imaginação* e do papel da experiência. Como afirmam as organizadoras deste livro, os estudos de caso como método de ensino não são novos e, portanto, não estão sendo propostos como metodologia inovadora. Porém, tenho dito que o processo criativo – que é altamente influenciado pela experiência – se dá quando antigas e novas práticas encontram-se. Os casos propostos neste livro são atuais, com temáticas que podem promover a empatia e, portanto, representam uma inovação na prática docente quando comparado ao ensino transmissivo. Trata-se de aventurar-se por orientações metodológicas diferentes, por caminhos nos quais diferentes áreas do conhecimento podem encontrar-se e por uma prática que coloca o estudante como protagonista. Certamente, usar estudos de caso representa, para muitos professores, aventurar-se por caminhos pouco conhecidos que exigem coragem, disposição e desejo de fazer melhor.

4 PASSOS, C. L. B. *et al.* Desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática: uma meta-análise de estudos brasileiros. **Quadrante,** v. 15, n.1 e 2, 2006.

Apresentação

Salete Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi

Em 2020, o Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC/USP) completa 40 anos de existência. Foram quatro décadas de trabalho de uma equipe que se renovou ao longo do tempo, sem nunca deixar de estar afinada e com o firme propósito de intensificar a interação entre a USP e a comunidade de São Carlos, especialmente, por meio de apoio de cunho educacional a professores e estudantes da Educação Básica.

Este livro resulta de mais uma iniciativa do CDCC, que busca subsidiar educadores na sua atuação em ambientes de ensino: o oferecimento do Curso de Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais. Desde a sua primeira edição, em 2016, o curso tem como objetivo favorecer o trabalho colaborativo e uma abordagem crítico-reflexiva da prática docente. É nessa perspectiva que oportunidades para a constituição de professores-autores de materiais didáticos despontam naturalmente no âmbito das disciplinas ministradas. Autoria esta que pode ser verificada nos capítulos da presente obra, no formato de estudos de caso, aqui entendidos como narrativas que contam com personagens diante de problemas que precisam ser solucionados com o auxílio dos estudantes, que são os leitores a quem se destinam os casos.

A familiarização dos estudantes com os personagens e contextos nos quais estão inseridos é fundamental para o sucesso da aplicação do método de estudos de caso, com potencial para desencadear o seu envolvimento na busca de soluções para os problemas contemplados nas narrativas. Esse processo favorece a aquisição de conhecimentos e habilidades valorizadas na atualidade, como o aprendizado de conceitos científicos e o desenvolvimento da capacidade argumentativa e de tomada de decisões, frente a aspectos que permeiam o campo das ciências naturais.

Foi com o propósito de contribuir para que uma articulação entre os conceitos científicos e as vivências do dia a dia dos estudantes seja efetivada nas salas de aula do país, que os professores-autores redigiram os estudos de caso aqui apresentados. Em adição, eles próprios tiveram a oportunidade de vivenciar as etapas de produção do material didático, com todas as idas e vindas pelas quais os textos passaram, assim como participar de diálogos com as professoras que supervisionaram todo o processo. O conjunto de ações que permitiu a concretização da obra constitui-se, portanto, em uma experiência ímpar na formação

de professores de ciências no Brasil e confirma, mais uma vez, a excelência das atividades promovidas pelo CDCC.

Os casos foram produzidos nas disciplinas: "Casos de Ensino como Instrumentos de Reflexão e Formação Docente" e "Educação Ambiental", sob a responsabilidade, respectivamente, das professoras Salete Linhares Queiroz e Silvia Aparecida Martins dos Santos. Os casos oriundos da primeira disciplina abordam questões que permeiam o ensino de ciências naturais, enquanto aqueles que tiveram origem na segunda disciplina voltam-se, de forma mais vigorosa, a aspectos da educação ambiental. Estes últimos contaram com a valiosa colaboração de Mayla Willik Valenti Roese e Paulo Henrique Peira Ruffino, na etapa de revisão.

Todos os casos trazem, em seu bojo, possibilidades de abordagem de tópicos na Educação Básica, desde os que tradicionalmente fazem parte do currículo de ciências naturais, até os que tratam de questões mais amplas, abarcando saúde e ética.

Capítulo 1

Ensino de Ciências Naturais e Educação Ambiental: abordagem baseada em estudos de caso

Salete Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi

Atualmente, o comprometimento crescente com as questões do meio em que vivemos, tem exigido dos seres humanos o desenvolvimento de capacidades reflexivas e atitudinais, que os preparam para criticar e julgar diversas situações do dia a dia, inclusive, as que envolvem a ciência, a tecnologia e o ambiente (BERBEL, 2011). Nesse sentido, os documentos curriculares nacionais sinalizam que os sistemas de ensino e as instituições de Educação Básica precisam fornecer subsídios para que isso ocorra. No que se refere ao ensino fundamental, um objetivo a ser alcançado consiste na aquisição de conhecimentos e habilidades que envolvem diretamente a formação de atitudes e valores dos estudantes. Já em relação ao ensino médio, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), mais popularmente conhecida pela sua abreviatura, BNCC, discute a formação do educando relacionada aos princípios éticos, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico. Frente a isso, torna-se relevante a colocação em funcionamento de estratégias que sejam capazes de fomentar tais aspectos em ambientes de ensino. Nesse cenário, o método de estudo de casos surge como uma alternativa promissora, uma vez que fomenta o tratamento de questões ambientais, econômicas, éticas e sociais. Desse modo, o presente livro busca contribuir para a ampliação da aplicação do método, trazendo 15 estudos de caso, acompanhados de propostas para aplicação em sala de aula.

O livro é dividido em dois blocos, sendo o primeiro composto por dez estudos de caso, atrelados ao ensino de ciências, e o segundo, por cinco estudos de caso, vinculados à educação ambiental. Todos os casos são voltados para professores

da Educação Básica, embora se distingam no que diz respeito aos objetivos educacionais.

Mantendo a mesma perspectiva do livro "Estudos de caso no ensino de ciências naturais" (QUEIROZ; CABRAL, 2016), os casos aqui apresentados são de autoria de professores matriculados no Curso de Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, ofertado pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC-USP), que teve início em 2019. Tendo em vista o exposto, neste capítulo são oferecidos ao leitor elementos que auxiliam na compreensão sobre os pressupostos que pautaram a produção dos estudos de caso, assim como sobre características inerentes aos mesmos.

ESTUDOS DE CASO: PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Segundo Sá e Queiroz (2010), o método de estudo de casos apoia-se na abordagem de narrativas que trazem, em seu bojo, dilemas vivenciados por indivíduos que necessitam solucionar os problemas que enfrentam. Portanto, o aluno é incentivado a familiarizar-se com personagens e circunstâncias mencionados em um caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes, com o intuito de solucioná-lo.

Ainda de acordo com os mesmos autores, o estudo de caso é uma variação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), da língua inglesa *Problem Based Learning* (PBL). O PBL surgiu na Escola de Medicina da Universidade de McMaster (Ontário, Canadá), no final dos anos 1960 e, a partir disso, difundiu-se rapidamente em outras faculdades de medicina, como na Universidade de Maastricht (situada na Holanda), e na Escola de Medicina de Harvard (localizada nos Estados Unidos). Nessa perspectiva, os professores possuem a função de elaborar contextos problemáticos e orientar seus alunos nas atividades propostas (SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016), que têm papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que são solicitados a identificar o problema em pauta e a buscar informações necessárias para a resolução do mesmo (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Sá e Queiroz (2010) distinguem os dois métodos mencionados no que diz respeito ao contexto da aplicação, visto que, enquanto no PBL ocorre a aplicação de problemas aos estudantes, no decorrer do curso universitário; no estudo de caso, a aplicação pode ocorrer somente no contexto de uma disciplina, de maneira isolada.

No Brasil, o método de estudo de caso no ensino de ciências tem sido amplamente discutido em trabalhos publicados pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) da Universidade de São Paulo, coordenado pela primeira autora deste livro. O grupo também cola-

bora com o assunto, disponibilizando casos de caráter investigativo no endereço eletrônico: <http://www.gpeqsc.com.br/casos/casos.php>, sendo a maior parte deles voltada ao ensino superior. Assim, os estudos de caso aqui apresentados podem contribuir para o preenchimento de uma lacuna, ampliando a divulgação do método na Educação Básica.

No que se refere à produção dos estudos de caso presentes neste livro, os autores levaram em conta as recomendações de Herreid (1998) sobre características de um "bom caso", sendo elas: a) narra uma história; b) desperta o interesse pela questão; c) deve ser atual; d) produz empatia para com os personagens centrais; e) inclui diálogos; f) é relevante ao leitor; g) deve ter utilidade pedagógica; h) provoca um conflito; i) força uma decisão; j) tem generalizações; e k) é curto.

Todos os estudos de caso são apresentados no formato de uma narrativa, ou seja, expõem uma série de acontecimentos; são curtos, não provocando uma análise tediosa; apresentam diálogos, o que pode auxiliar na compreensão da situação; e buscam despertar o interesse dos leitores, a partir de questões curiosas para crianças e adolescentes. Por exemplo, no estudo de caso "Fora da tabela" são abordados métodos contraceptivos e, para isso, o autor ilustra o diálogo de dois adolescentes que namoram e estão iniciando a vida sexual. Ainda, o caso gera empatia para com os personagens centrais, visto que são da mesma faixa etária dos estudantes do oitavo ano do ensino fundamental, público-alvo sugerido pelo autor para aplicação do caso.

No que diz respeito à atualidade dos temas, o estudo de caso "O que vem depois da lama?" está alinhado com essa recomendação, uma vez que discute problemas acarretados pelo rompimento das barragens nas cidades de Mariana e Brumadinho, localizadas no estado de Minas Gerais, em 2015 e 2019, respectivamente. Todos os estudos de caso forçam uma decisão, pois solicitam aos estudantes a busca por possíveis soluções ou causas do problema apresentado. No estudo de caso "Diálogo das dengosas", os alunos são responsáveis pela apresentação de uma solução ao problema da dengue, atuando como agentes comunitários de saúde, conforme indica o último trecho da narrativa: "Imagine que você é um agente comunitário de saúde visitando o local. Proponha soluções para acabar com o sucesso das *migas* e argumente a favor de uma delas". Cabe destacar que a decisão necessariamente será baseada em informações fornecidas pelo próprio caso e pelo professor.

Os casos também provocam um conflito, têm generalizações e apresentam utilidade pedagógica. Por exemplo, no estudo de caso "Vencelex, o refrigerante da garotada", gera-se um conflito a partir do que ocorre com o personagem principal, que ingeriu refrigerante fora da data de validade e passou mal. Por fim, vale mencionar que generalizações podem ser assumidas a partir da aplicação do caso

e que a sua utilidade pedagógica pauta-se no conteúdo tratado, relacionado com a saúde pública, em particular, e com determinados procedimentos de vigilância sanitária.

No que diz respeito aos casos estreitamente vinculados à educação ambiental, além das recomendações de Herreid (1998), os autores consideraram na sua discussão as dimensões desenvolvidas por Cinquetti e Carvalho (2004) e os indicadores da educação ambiental crítica, elaborados por Luz e Tonso (2015). Estes são intitulados: "Onde estão os jacus?", "O lugar onde o peixe para", "Cuidado! Animal na pista", "Quem tem medo de fogo mau?", e "Saco é um saco!".

De acordo com Cinquetti e Carvalho (2004), existem três dimensões envolvidas na abordagem da educação ambiental: os conhecimentos, os valores e a participação política. A primeira dimensão diz respeito à discussão dos conteúdos e conceitos científicos envolvidos na temática ambiental. Já a segunda, pauta-se na evidenciação dos valores éticos e estéticos, de modo que os estudantes possam refletir sobre a responsabilidade, colaboração, empatia, respeito, tolerância etc. A última, considera as demais dimensões e, frente a isso, ressalta a necessidade do posicionamento político, a partir da mudança de comportamento e do exercício da cidadania. Para exemplificar as três dimensões, pode-se considerar o estudo de caso "Saco é um saco!", no qual, os conhecimentos são os conceitos envolvidos em torno das sacolas plásticas; os valores enfatizados são a responsabilidade e a colaboração; e a participação política é relacionada ao uso consciente e descarte correto das sacolas plásticas.

Segundo Luz e Tonso (2015, p. 5), "indicadores são elementos que nos mostram algo que não pode ser observado ou medido diretamente". Nessa perspectiva, os autores elaboraram sete indicadores na tentativa de identificar ações de uma educação ambiental crítica:

- indicador 1 – compreensão das origens/causas dos problemas ambientais;
- indicador 2 – associação entre a dimensão técnica e a social;
- indicador 3 – participação dos estudantes na seleção de conteúdo;
- indicador 4 – conteúdo do trabalho pedagógico em concordância com a realidade socioambiental local;
- indicador 5 – identificação dos estudantes com o ambiente a que pertencem;
- indicador 6 – ação coletiva;
- indicador 7 – função da avaliação na ação educativa.

No estudo de caso "O lugar onde o peixe para", por exemplo, os autores efetivam os indicadores um e dois. O primeiro indicador diz respeito à compreensão das origens do problema ambiental, de modo que, na referida proposta, isso se evidencia a partir de uma discussão sobre as fontes de poluição fluvial urbana. O

segundo indicador corresponde à relação existente entre a dimensão técnica e social, podendo ser abordada no estudo de caso por meio da associação entre o tratamento dos efluentes do rio e a melhoria da qualidade de vida dos moradores que frequentam e pescam aí.

QUESTÕES CIENTÍFICAS E SOCIOCIENTÍFICAS

Os estudos de caso aqui apresentados possibilitam a abordagem de questões científicas e sociocientíficas. As primeiras fundamentam-se fortemente nos conhecimentos científicos, ao passo que as segundas abarcam assuntos controversos, usualmente recorrentes na mídia, favorecendo associações entre os conhecimentos científicos e valores éticos e morais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Em decorrência disso, os estudos de caso podem propiciar aos estudantes a compreensão da natureza da ciência, o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de verbalização e de argumentação. Mendes e Santos (2010) enfatizam que uma das contribuições das discussões sobre questões sociocientíficas consiste no fortalecimento da relação entre as experiências escolares e os problemas reais dos estudantes, tornando o estudo de ciências mais atrativo. Nos Quadros 1 e 2, constam os títulos dos estudos de caso, acompanhados de propostas de questões científicas e sociocientíficas passíveis de serem trabalhadas, a partir da aplicação de cada um deles. O Quadro 1 sintetiza tais questões presentes em estudos de caso relacionados ao ensino de ciências, enquanto que, o Quadro 2 abarca estudos de caso mais estreitamente vinculados à educação ambiental.

Quadro 1 - Questões que permeiam os estudos de caso vinculados ao ensino de ciências naturais

Estudo de Caso	Questões Científicas	Questões Sociocientíficas
Fora da tabela	Sistema reprodutor, doenças sexualmente transmissíveis, fisiologia humana e métodos contraceptivos	Gravidez precoce e aborto
Um problema amarelo	Genética, reinos Fungi e Plantae, equilíbrio e desequilíbrio ambiental	Atividades econômicas e alteração em ecossistemas

Continua...

Estudo de Caso	Questões Científicas	Questões Sociocientíficas
Vencelex, o refrigerante da garotada	Biologia celular, fungos e bactérias e doenças de veiculação hídrica	Consumo consciente de alimentos
Diálogo das dengosas	Formas de ação e reprodução do mosquito *Aedes aegypti* e desequilíbrio ambiental	Saúde pública e saneamento básico
Piquenique peçonhento	Grupo de insetos voadores (abelhas), ações e forma de inoculação de venenos de diferentes animais	Acidentes com animais peçonhentos
Tudo vira adubo?	Reaproveitamento de resíduos orgânicos, compostagem e biodigestores	Ressignificação do lixo
O que vem depois da lama?	Doenças infecciosas transmitidas por vetores e desequilíbrio ambiental	Desastres ambientais e responsabilidade social corporativa no setor de mineração
Meu pé de laranja-pera	Produção de alimentos e biodiversidade	Uso de agrotóxicos e declínio de polinizadores
Luz na passarela	Eficiência luminosa, energia elétrica e luz natural	Desperdício de energia e saúde pública
Na linha do ascarel	Compostos organoclorados e processos oxidativos	Destinação de resíduos contaminados

(Fonte: autores, 2020)

O Quadro 1 ilustra a diversidade de questões científicas e sociocientíficas tratadas nos estudos de caso elencados. A título de exemplo, aquele denominado "Meu pé de laranja-pera" aborda assuntos como desequilíbrio ambiental e diversidade biológica, trazendo como personagem principal o senhor Laranjeiras, produtor rural que enfrenta problemas com a queda na qualidade das suas laranjas.

Além disso, a narrativa abre perspectivas para a abordagem de questões sociocientíficas que perpassam os temas declínio de polinizadores e o uso de agrotóxicos, favorecendo, assim, uma reflexão sobre os efeitos da interferência humana na natureza. Considerando que o estudo de caso é direcionado ao ensino médio, a BNCC (BRASIL, 2018) aponta a relevância do tratamento de tais assuntos nessa etapa escolar, ao ressaltar que a compreensão da vida em sua pluralidade de formas e níveis de organização: "permite aos estudantes atribuir importância à natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica" (2018, p. 556).

O estudo de caso "Tudo vira adubo?", por sua vez, envolve assuntos como compostagem e biodigestores e abrange questões sociocientíficas, ao possibilitar discussões acerca da coleta de resíduos e reaproveitamento de materiais. Na BNCC (BRASIL, 2018), a abordagem de conteúdo dessa natureza está de acordo com uma das habilidades a serem adquiridas pelos alunos do ensino fundamental. Nela, sugere-se que os estudantes sejam capazes de compreender as propostas elaboradas para a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos no cotidiano e de criar soluções para o descarte adequado dos mesmos. Ainda nessa perspectiva, os conteúdos constam no documento como componentes de um dos temas contemporâneos transversais, em particular, do tema meio ambiente.

Quadro 2- Questões que permeiam os estudos de caso vinculados à educação ambiental

Estudo de Caso	Questões Científicas	Questões Sociocientíficas
Onde estão os jacus?	Características de ecossistemas e impactos ambientais	Ameaças à avifauna brasileira
O lugar onde o peixe para	Produtos de limpeza e tratamento de efluentes	Poluição hídrica
Cuidado! Animal na pista	Biomas, extinção de espécies e passagem de fauna	Atropelamentos da fauna silvestre e diminuição da biodiversidade

Continua...

Estudo de Caso	Questões Científicas	Questões Sociocientíficas
Quem tem medo de fogo mau?	Ecopontos, qualidade do ar e queima de lixo doméstico	Queimadas urbanas e saúde pública
Saco é um saco!	Matérias-primas na produção de sacolas de supermercado e tipos de reciclagem	Consumo consciente de sacolas plásticas

(Fonte: autores, 2020)

O Quadro 2, assim como o anterior, também apresenta estudos de caso que oferecem ao professor a possibilidade de abordagem de questões científicas e sociocientíficas. O estudo de caso "Onde estão os jacus?", por exemplo, toma por base as características e hábitos da *Penelope obscura* para tratar do declínio que a população vem sofrendo no país. Dessa forma, possibilita uma discussão acerca da corresponsabilidade socioambiental e da intervenção humana sobre a natureza. Os conteúdos são abarcados no ensino fundamental e comtemplam a unidade temática Vida e Evolução na BNCC (BRASIL, 2018), na qual está o estudo de características dos ecossistemas, com foco nas interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente. Nela, ressalta-se também a importância da preservação da biodiversidade e sua distribuição nos ecossistemas brasileiros.

O estudo de caso "Quem tem medo de fogo mau?" também pode ser citado como exemplo de narrativa que privilegia a abordagem voltada à educação ambiental, pois destaca a questão das queimadas urbanas. Para tanto, adota dois tucanos que sobrevoam a cidade de Ribeirão Preto como personagens principais e estes acabam por deparar-se com focos de incêndio; sendo desencadeada, desta forma, a busca por soluções para o problema. Em concordância com a BNCC (BRASIL, 2018), tal proposta estimula a elaboração de ações de intervenção por parte dos alunos, a fim de melhorar a qualidade de vida, tanto individual quanto coletiva e socioambiental.

DESAFIOS CONTEMPLADOS NOS ESTUDOS DE CASO

Sá e Queiroz (2010) classificaram os estudos de caso de acordo com a natureza do problema apresentado aos estudantes, a saber: estruturados, mal estruturados e de múltiplos problemas. Os casos estruturados ressaltam de forma definida, no

contexto da narrativa, o problema a ser solucionado. O estudo de caso "Luz na passarela", assim como quase todos os demais que compõem este livro, caracteriza-se como tal, uma vez que indica claramente que os alunos devem propor soluções para melhorar a iluminação do escritório do personagem principal: "visualizando as fotos do escritório de Mirna, proponha duas soluções para melhorar a iluminação do ambiente e argumente a favor de uma delas".

Em contraponto, a solicitação de apresentação das causas de um problema e não a sua solução é observada em alguns capítulos. A narrativa do caso "Vencelex, o refrigerante da garotada" esclarece que o consumo do refrigerante prejudicou a saúde do personagem principal, no entanto, os estudantes devem propor possíveis causas que tornaram o refrigerante inadequado para o consumo, ao invés de solução para o desconforto sofrido por ele. Nessa mesma vertente, o estudo de caso "Piquenique peçonhento" solicita que sejam apontadas possíveis causas de sintomas que afligiram o personagem principal após contato com animal e, no estudo de caso "O que vem depois da lama?", a indicação das causas para o aumento de incidência de doenças como a dengue e febre amarela nas regiões de Minas Gerais atingidas pelo rompimento de barragem é o desafio, posto para os alunos.

Por fim, somente o estudo de caso "Onde estão os jacus?", mencionado anteriormente, traz tanto a solicitação de designação das possíveis causas do problema quanto das soluções: "Vamos ajudar o Matheus e seu avô respondendo para eles as possíveis causas para a redução da população de *Penelope obscura*, ou Jacuaçu, em Embu das Artes? Sugira também possíveis soluções para que os indivíduos dessa espécie parem de sumir".

O Quadro 3 sintetiza as solicitações referentes às indicações de causas de problemas presentes nos estudos de caso.

Quadro 3 - Solicitação de indicação de causas de problemas presentes nos estudos de caso

Estudo de Caso	Solicitação
Vencelex, o refrigerante da garotada	Apontar causas que tornam os refrigerantes impróprios para o consumo humano
Piquenique peçonhento	Indicar causas de sintomas de doença decorrentes de contato com animal

Continua...

Estudo de Caso	Solicitação
O que vem depois da lama?	Apresentar causas das incidências de dengue e febre amarela nas regiões de Minas Gerais atingidas pelo rompimento de barragem
Onde estão os jacus?	Apontar causas da redução da população de *Penelope Obscura*

(Fonte: autores, 2020)

O Quadro 4 ilustra as solicitações referentes à resolução de problemas propriamente ditos, presentes nos estudos de caso. Cabe destacar que um dos casos, "Onde estão os jacus?", por razões já comentadas, encontra-se presente também no Quadro 3.

Quadro 4 - Solicitação de indicação de soluções para problemas presentes nos estudos de caso

Estudo de Caso	Solicitação
Fora da tabela	Indicar métodos para evitar a gravidez
Um problema amarelo	Apresentar medidas para evitar a extinção da banana
Diálogo das dengosas	Propor medidas para prevenir e controlar a dengue
Tudo vira adubo?	Propor maneiras para reaproveitar resíduos orgânicos
Meu pé de laranja-pera	Propor ações para reduzir o declínio de polinizadores
Luz na passarela	Propor ações para melhorar a iluminação de espaços físicos
Na linha do ascarel	Apresentar medidas de descontaminação do solo por óleo ascarel
Onde estão os jacus?	Propor ações para reduzir o declínio da espécie *Penelope Obscura*

Continua...

Estudo de Caso	Solicitação
O lugar onde o peixe para	Apresentar ações para diminuir o despejo de poluentes no Rio Piracicaba
Cuidado! Animal na pista	Propor medidas para evitar o atropelamento de animais nas rodovias
Quem tem medo de fogo mau?	Indicar ações para amenizar a incidência de queimadas na cidade de Ribeirão Preto
Saco é um saco!	Apontar medidas para redução do uso das sacolas plásticas

(Fonte: autores, 2020)

Segundo Sá e Queiroz (2010), existem diversas estratégias a serem utilizadas na aplicação dos estudos de caso, fato que se efetivou nas propostas deste livro. No estudo de caso "Piquenique Peçonhento", por exemplo, as autoras sugeriram o uso do método *World Cafe*, a fim de incentivar os alunos a dialogarem e a trabalharem com a diversidade de ideias. Ademais, foram sugeridos: visita técnica, júri simulado, formação de duplas produtivas, utilização de aplicativo, experimento demonstrativo, elaboração de paródia crítica e produção de cartazes.

Fundamentados no conteúdo exposto, os estudos de caso aqui apresentados oferecem pluralidade de temas e aplicações, podendo contribuir para introdução de novas práticas no ensino de ciências e na educação ambiental.

REFERÊNCIAS

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina:** Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

CINQUETTI, H. C. S.; CARVALHO, L. M. As dimensões dos valores e da participação política em projetos de professoras: abordagens sobre os resíduos sólidos. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 2, p. 161-171, 2004.

CONRADO; D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais[...].** Rio de Janeiro, 2015.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Discussões de temas sociocientíficos e interações discursivas em aulas de química: o papel da verbalização e da articulação conceitual. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. **Atas [...]**. Brasília, DF, 2010.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point, 2016.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. 2 ed. Campinas: Átomo, 2010.

SAMPAIO, A. A. M.; BERNARDO, D. L.; AMARAL, E. M. R. Análise de uma estratégia de estudo de caso. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 173-180, 2016.

CAPÍTULO 2

Estudo de Caso: fora da tabela

Matheus Henrique Migliani Lellis

Os adolescentes Cláudia, 16 anos, e Thiago, 17 anos, eram estudantes, respectivamente, do oitavo ano do ensino fundamental e do terceiro ano do ensino médio, de uma escola localizada na região central do município de São Carlos. Eles se conheceram no intervalo da escola e iniciaram o namoro pouco tempo depois. Cláudia engravidou durante o namoro e, por conta da gestação e do cuidado com o filho, abandonou os estudos. Ela afirma que só teve um parceiro sexual, o pai de seu filho e atual companheiro, que namorou por sete meses antes da gravidez. Até a gravidez ocorrer, a adolescente nunca havia feito um exame ginecológico nem chegou a utilizar preservativo durante suas relações sexuais com o namorado.

Cláudia tinha poucas conversas sobre sexo com as colegas ou amigas da mesma faixa etária na escola. O assunto nunca foi tema de conversas com as irmãs, nem com a mãe. A primeira relação sexual do casal, definida por Cláudia como a descoberta da sexualidade, já vinha sendo imaginada pela adolescente, mas não era abordada, com frequência, no início do namoro.

Cláudia, assim, a certa altura do namoro, já previa a possibilidade de uma relação sexual acontecer. As indiretas do namorado eram recorrentes e, apesar de a adolescente sentir-se insegura, também possuía muita curiosidade. Um dia, assistiu a um episódio do canal "Garotas, conheçam-se!", na plataforma digital *videotubers*, que tratava sobre sexualidade e métodos contraceptivos e, por meio daquele vídeo, conheceu o ciclo menstrual e o método da tabelinha.

Cláudia achou o vídeo útil e passou a considerar que a duração de seu ciclo menstrual deveria ser de 28 dias, conforme o exemplo que vira no episódio assistido. Pensando que uma relação sexual poderia acontecer em seu namoro, agora que conhecia o método da tabelinha, concluiu que ela e seu namorado deveriam cuidar para que a relação sexual acontecesse fora do período fértil, que seria cal-

culado com base no dia de sua menstruação e na duração de seu ciclo menstrual. Depois de explicar sobre o vídeo que assistira, Cláudia conversou com Thiago sobre o assunto:

— Anotei o dia 3 de fevereiro como 1º dia de minha última menstruação. Fazendo as contas, minha próxima menstruação começará no dia 2 de março.

— Se nós quisermos calcular os dias mais prováveis de você engravidar, teremos que contar dez dias para frente do dia 15 de fevereiro (sua última menstruação) e dez dias para trás do dia 15 de março (sua próxima menstruação).

— Meu período fértil no mês de fevereiro, então, é do dia 25 de fevereiro até o dia 2 de março. Nesses dias não devemos ter relação.

A relação sexual do casal aconteceu no dia 4 de março e, aproximadamente, um mês depois, um teste confirmou a gravidez de Cláudia. No dia em que a relação aconteceu, o casal não usou a camisinha. O coito interrompido foi utilizado por iniciativa do rapaz, já que, segundo ele, seria melhor "para evitar engravidar".

Cite dois outros métodos não comportamentais que poderiam ser utilizados para evitar a gravidez e argumente a favor desses métodos escolhidos.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A temática da gravidez precoce tem sido discutida pelos diversos setores da sociedade brasileira, principalmente na esfera das políticas públicas, conforme consta a seguir:

> No Brasil, um em cada cinco bebês nasce de uma mãe com idade entre 10 e 19 anos, o número chega a 65 nascidos, superando a da região. Ainda, no País, a proporção de nascidos de mães entre 10 e 19 anos é de 18% (BRASIL, 2019, p. 1).

De acordo com esses dados, a gravidez na adolescência mostra-se como um tema de relevância social. É importante ressaltar que não é somente uma tarefa atribuída à escola a de contribuir para que os adolescentes e os pais possam pensar sobre esse assunto, mas que a escola também é um lugar para abordá-lo. Enfim, como pode a educação escolar auxiliar no trato com o tema da gravidez na adolescência e do conhecimento dos métodos contraceptivos?

O conhecimento do corpo por meio da biologia pode permitir aos adolescentes saber como se cuidar, ou seja, de que maneira podem lidar melhor com ele. Os adolescentes encontram-se, muitas vezes, em uma situação de vulnerabilidade diante da tarefa de gerar, manter e educar uma criança. Nesse ponto, chama atenção a necessidade de que eles e elas estejam informados acerca da reprodução

humana e tenham oportunidades de saber mais sobre possíveis métodos para evitar uma gravidez, se esse for o seu desejo.

No Brasil, muitas meninas que engravidam precocemente começam a desenvolver sentimentos conflituosos (incerteza, dúvida e questionamento) sobre a gravidez, devido às transformações na esfera social, familiar, psicológica, afetiva e econômica, o que gera o afastamento do ambiente escolar, o baixo rendimento escolar e problemas de ordem psicossocial (MOREIRA *et al.*, 2008).

O estudo de caso proposto narra uma história de dois adolescentes, Cláudia e Thiago, que namoram e estão iniciando sua vida sexual. O casal pensa em métodos contraceptivos, mas se depara com uma gravidez indesejada. Esses são assuntos comuns para os adolescentes, uma vez que, nesta fase da vida, os jovens costumam começar a lidar com os assuntos da sexualidade. Dessa forma, a história pode provocar empatia com os personagens.

A sexualidade é um tema atual e a escola é uma das instituições incumbidas de tratá-lo nos dias de hoje, inclusive, nas disciplinas de ciências e biologia. A questão a ser resolvida dialoga com conhecimentos sobre o sistema reprodutor, o risco de infecção por doenças sexualmente transmissíveis e uma ponderação sobre vantagens e desvantagens do uso de diferentes métodos contraceptivos. A relevância do caso reside na possibilidade de conhecer melhor os métodos contraceptivos e aqueles que previnem a transmissão de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST). Ademais, discutir sobre a tabelinha tem utilidade pedagógica, na medida em que o tema permite trabalhar com os alunos as variações hormonais e do aparelho reprodutor que acontecem durante o ciclo menstrual da mulher.

A educação sexual - especificamente no que toca aos temas da gravidez na adolescência, dos métodos contraceptivos e das DST - tem uma abordagem marcada pelo discurso de censuras no contexto escolar. Outras vezes, esse assunto é abordado de forma desconexa, descontextualizada e superficial, não fazendo elo com a realidade e o contexto social dos jovens. Desta forma, a aplicação do estudo de caso visa o fornecimento de informações, de forma contextualizada e interdisciplinar, sobre o tema da gravidez na adolescência e dos métodos contraceptivos a serem estudados pelos jovens na escola.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

As principais fontes de inspiração para elaboração da narrativa deste caso foram histórias do livro intitulado “Sexo e juventude: como discutir a sexualidade em sua casa e na escola” e um artigo intitulado “Sexualidade na adolescência: análise da influência de fatores culturais presentes no contexto familiar”.

No livro, publicado em 2000 pela editora Cortez, são relatadas técnicas utilizadas em um programa de educação sexual realizado junto a adolescentes de 15 a 17 anos na Fundação Carlos Chagas, no ano de 1979. O texto dirige-se a profissionais de diversas áreas que estejam interessados em desenvolver um programa de educação sexual. No capítulo sobre controle voluntário da reprodução, é narrada uma pequena história envolvendo uma adolescente para ilustrar o método da tabelinha. Utilizamos essa história como fonte de inspiração para a elaboração do caso.

Já o referido artigo, publicado em 2006 na revista Acta Paulista de Enfermagem, trata de uma pesquisa realizada a partir de entrevistas e conversas com uma adolescente e sua família, entre o fim do ano de 2004 e início do ano de 2005, em Fortaleza. Os objetivos do estudo foram a compreensão da complexidade da influência de elementos culturais existentes no contexto familiar, assim como do próprio comportamento sexual do adolescente. Trechos de relatos da adolescente e de sua família foram também utilizados como fontes de inspiração na elaboração do presente estudo de caso. Por exemplo, a escolha da prática do coito interrompido e o tabu sobre o sexo como fator que influencia a falta de diálogo sobre o assunto com os amigos e com a família.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso destina-se a estudantes do oitavo ano do ensino fundamental, podendo ser solucionado em nove aulas de 50 minutos.

Aula 1: o professor proporá a leitura coletiva do texto do estudo de caso "Fora da tabela". Para isso, ele deve projetar o texto e entregar uma cópia do material para cada aluno. Após a leitura, o professor questionará quais métodos contraceptivos o casal adotou no estudo de caso. Assim, o professor explicará, por meio de uma aula expositiva dialogada, o funcionamento de cada método contraceptivo adotado pelo casal.

Aula 2: o professor explicará, por meio de uma aula expositiva, o sistema reprodutor feminino, sistema reprodutor masculino, ciclo menstrual e fase menstrual. Em seguida, organizará os alunos em grupos - com no máximo quatro membros - expondo as regras do jogo batalha naval Ciclo Menstrual para a aplicação em sala de aula.

Aula 3: o professor convidará um profissional da área da saúde para informar o funcionamento dos diferentes métodos contraceptivos pautados em sua classificação e critérios de escolha para ambos os sexos para prevenção da gravidez precoce e DST. Assim, o profissional deve questionar quais são os métodos contraceptivos conhecidos pelos alunos para prevenção de uma gravidez e DST. Em

seguida, esse profissional explicará os conteúdos referentes aos tipos, funcionamentos, vantagens e desvantagens de cada método contraceptivo, enquanto os alunos anotam as suas perguntas/dúvidas e curiosidades sobre o tema em uma tira de papel, colocada em uma caixa de dúvidas. Após a palestra, o profissional exporá e explicará as perguntas/dúvidas e curiosidades dos adolescentes colocadas na caixa.

Aula 4: o professor proporá a apresentação de seminários com os seguintes temas: sífilis, clamídia, gonorreia, condiloma acumulado, hepatite B e AIDS. Assim, será solicitado que os alunos formem grupos com no máximo quatro integrantes. Em seguida, serão indicados algumas fontes e sites sobre veracidade e confiabilidade de informações referentes às DST. Dessa forma, os alunos pesquisarão e selecionarão para o trabalho diversos recursos, tais como: vídeos, relatos, trechos de reportagens, imagens etc.

Aula 5: o professor proporá para cada grupo a elaboração de cartazes sobre as DST, com objetivo de informar a comunidade escolar sobre algumas doenças que podem ser transmitidas por meio do sexo.

Aula 6: o professor perguntará e anotará as respostas dadas pelos alunos à seguinte questão: o que seria uma vida com filhos e sem filhos nos próximos anos?

Aula 7: o professor enfatizará as barreiras sociais e responsabilidades financeiras do casal que chegam junto com uma gravidez precoce durante a adolescência. Inicialmente, o professor explicará as características e as diferenças dos gêneros textuais, tais como: artigo de jornal ou revista, texto de opinião, reportagem, notícia. Posteriormente, ele fará a leitura de manchetes de jornais para embasar a discussão sobre o assunto proposto.

Aula 8: o professor proporá uma atividade de júri simulado para a discussão sobre o aborto. Assim, serão organizados dois grupos de três alunos, tais como:

- grupo 1: filha contando para os pais sobre a gravidez e os pais aceitando a gravidez da filha;
- grupo 2: filho contando para os pais sobre a gravidez da namorada e eles apoiando a decisão da namorada de seu filho. Mas, o filho pediu para a namorada fazer o aborto, pois ele está desempregado e não quer perder a fase da adolescência.

Nesse contexto, o professor apresentará as funções de cada aluno como, por exemplo, acusação, defesa, juiz, jurado e plateia. Em seguida, ele orientará as fontes de pesquisas, tais como sites e textos.

Aula 9: o professor proporá um debate para os alunos apresentarem as soluções para o caso "Fora da tabela". Os alunos – em dupla – devem defender seus

argumentos apontando, no mínimo, seis critérios que eles elegeram sobre o uso de dois métodos contraceptivos para a prevenção de uma gravidez precoce e DST. Os demais alunos devem avaliar e julgar os critérios apresentados pela dupla conforme o estudo teórico nas aulas anteriores.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópia do caso, cola branca, fita adesiva, tesoura, cartolina, computador, régua, livro, televisão, DVD, projetor data show e material impresso.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

A situação de aprendizagem tem como intenção trabalhar diversos conceitos nas disciplinas de ciências e língua portuguesa, tais como:

- ciências: reprodução, anatomia, fisiologia humana, ciclo menstrual e hormônios que regulam o período fértil, métodos contraceptivos, cuidados com o corpo, consequência da gravidez precoce na adolescência, principais características e as formas de prevenção das DST, relação sexual e aborto;
- língua portuguesa: argumentação, oralidade, interpretação, leitura, escrita e gêneros textuais, tais como, notícias, reportagem e relatório.

Ainda, a atividade pedagógica tem como intenção fomentar as seguintes habilidades, mencionadas na BNCC (BRASIL, 2018):

- comparação do modo de ação e a eficácia dos vários métodos contraceptivos, bem como a justificativa da necessidade de partilhar a responsabilidade na escolha e no uso do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e das DST;
- seleção de argumentos que enfatizam múltiplas dimensões da sexualidade humana.

Por fim, a situação de aprendizagem visa o alcance dos seguintes objetivos, geral e específico, respectivamente:

- criação de espaços para discussão do uso de métodos contraceptivos para prevenção da gravidez precoce e DST na adolescência;
- sensibilização das consequências de uma gravidez precoce e a relevância da prevenção de DST.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: camisinha (masculina ou feminina)

A camisinha é um método contraceptivo de barreira, ou seja, impede a fecundação do óvulo pelo espermatozoide. O uso da camisinha é justificado pela dupla proteção, pois previne a gravidez indesejada e as DST. Conforme exposto a seguir:

> Torna-se urgente estimular a prática da dupla proteção, ou seja, a prevenção simultânea das doenças sexualmente transmissíveis, inclusive a infecção pelo HIV/AIDS, e da gravidez indesejada. Isso pode se traduzir no uso dos preservativos masculino e feminino ou na opção de utilizá-los em associação a outro método anticoncepcional da preferência do indivíduo ou casal (BRASIL, 2002, p. 15).

A camisinha é um método que é vantajoso pela sua praticidade e seu uso não possui efeitos colaterais sobre o corpo. Sua taxa de falha é baixa, se utilizada corretamente.

Resolução 2: diafragma

O diafragma consiste em um dispositivo de forma côncava, geralmente feito de látex. Assim como a camisinha, é um método de barreira. O uso do diafragma é recomendado mais ao final da adolescência, devido à responsabilidade que exige sua utilização (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004). Apesar da necessidade de avaliação médica e cuidados específicos em seu uso na relação sexual, o diafragma não tem interferência no ciclo menstrual, como a pílula anticoncepcional, e não costuma desencadear efeitos colaterais. Não é um método bom para ser utilizado se o adolescente possui mais de um parceiro sexual, pois não previne DST, porém, uma vez associado ao gel espermicida e ao método da tabelinha, pode ser utilizado com segurança na prevenção de uma gravidez indesejada (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004).

Resolução 3: gel espermicida

O gel espermicida pode ser citado como um método que complementa o uso da camisinha ou do diafragma. Não é recomendado seu uso isolado, já que, a substância não é capaz de evitar infecção por DST. Contudo, pode aumentar as chances de prevenção da gravidez, se associado a outros métodos contraceptivos seguros (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004).

Resolução 4: hormônios femininos

As concentrações respectivas dos hormônios femininos, estrógeno e progesterona, estão relacionadas com o decorrer do ciclo menstrual na mulher. Há alguns métodos contraceptivos que buscam influenciar a concentração desses hormônios na corrente sanguínea, de forma a impedir a ovulação, dificultar a entrada de espermatozoides no útero e/ou impedir a nidação do ovo (fixação da massa de células em início do desenvolvimento embrionário na parede do endométrio uterino). Os métodos contraceptivos que atuam de forma a regular a concentração de hormônios femininos são: a pílula anticoncepcional, a injeção hormonal, o adesivo e a pílula anticoncepcional de emergência (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004).

Há dois tipos de pílulas anticoncepcionais, aquela que contém progesterona e estrógeno, e aquela que contém somente progesterona. Os dois tipos funcionam de forma a impedir a ovulação e causam inchamento do cólon do útero, dificultando a entrada de espermatozoides (ALDRIGHI; PETTA, 2005). Bouzas, Pacheco e Eisenstein (2004) afirmam que a pílula anticoncepcional oral "é um método reversível, eficaz e seguro, sendo a forma mais popular de anticoncepção conhecida mundialmente, inclusive por adolescentes" (p. 30). A taxa de falha do método é baixa, apesar dos muitos efeitos colaterais registrados na medicina e da não prevenção de DST.

Os métodos contraceptivos da injeção hormonal e o adesivo hormonal também envolvem regulação da concentração de hormônios no organismo feminino. Eles apresentam alguns efeitos colaterais e agem de maneira semelhante à pílula. Uma vantagem tanto da injeção quanto do adesivo em relação à pílula anticoncepcional é sua praticidade: eles não exigem a lembrança diária de tomar um comprimido.

A pílula anticoncepcional de emergência também é um método que envolve hormônios. Sua utilização é recomendada nos casos em que a relação sem proteção já aconteceu, o método da camisinha falhou (estourou), ou em casos envolvendo violência sexual. Poderia ser citado como solução do caso somente como um método de exceção, trazendo a ressalva de que a pílula de emergência contém geralmente uma dose muito superior de hormônios comparada à pílula tradicional. E, por conta dessa grande quantidade de hormônios, seu uso frequente não é recomendado (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004).

Resolução 5: DIU (dispositivo intrauterino)

O DIU é indicado por sua alta eficácia em prevenir uma gravidez indesejada, porém, é recomendado para adolescentes somente no caso de mulheres que

já tiveram filhos ou aquelas que não podem utilizar a pílula anticoncepcional (BOUZAS; PACHECO; EISENSTEIN, 2004). Cabe lembrar ainda outras restrições associadas ao DIU: pode ser expulso mais facilmente por jovens que nunca tiveram filhos e não é recomendado para jovens que possuam mais de um parceiro sexual (BRASIL, 2009).

O estudo proposto apresenta um casal de adolescentes que escolheu dois métodos contraceptivos para evitar a gravidez precoce. Uma boa solução ao caso seria associar a camisinha masculina ou feminina com outro dos quatro demais tipos de métodos contraceptivos listados (segunda solução à quinta solução), uma vez que a camisinha é um dos únicos métodos seguros para evitar DST.

PARA SABER MAIS

Oliveira, Q. B. M.; Assis, S. G.; Njaine, K.; Pires, T. O. Namoro na adolescência no Brasil: circularidade da violência psicológica nos diferentes contextos relacionais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 3, p. 707-718, 2014.

O artigo investiga a presença de casos de violência psicológica no namoro entre jovens de 15 a 19 anos de idade, de escolas públicas e particulares brasileiras, e em outros contextos relacionais (como família e amizades).

Dei Schiro, E. D. B.; Koller, S. H. Ser adolescente e ser mãe: investigação da gravidez adolescente em adolescentes brasileiras e portuguesas. **Análise Psicológica**, v. 29, n. 4, p. 521-533, 2011.

O artigo analisa casos de adolescentes brasileiras e portuguesas que se depararam com a gravidez precoce, atentando aos fatores sociais, culturais e psicológicos envolvidos nessa experiência. Os resultados apontam que a gravidez na adolescência tende a se mostrar como sinalizador de precariedade social e que esta afetou a vida das adolescentes entrevistadas de forma a modificar suas perspectivas de futuro e sua vida escolar.

Reitman, J. **Juno.** 2008. (filme)

Juno é uma adolescente que engravida de um colega da escola. A jovem sai em busca de um casal que possa adotar seu filho e enfrenta mudanças no dia a dia. Na temática sobre educação sexual, o filme pode oferecer um caminho para iniciar a discussão sobre o aborto e a consequência de uma gravidez indesejada.

REFERÊNCIAS

ALDRIGHI, J.; PETTA, C. A. **Anticoncepção**: aspectos contemporâneos. São Paulo: Atheneu, 2005.

BOUZAS, I.; PACHECO, A.; EISENSTEIN, E. Orientação dos principais contraceptivos durante a adolescência. **Adolescência e Saúde**, v. 1 n. 2, p. 27-33, 2004.

BRASIL. Ministério da Cidadania e Ministério dos Direitos Humanos. **Gravidez na adolescência:** impacto na vida das famílias e das adolescentes e jovens mulheres: informativo. Brasília, DF: Ministério da Cidadania, 2019. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/informe/Informativo%20Gravidez%20adolesc%C3%AAncia%20final.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Área Técnica de Saúde da Mulher. **Assistência em planejamento familiar**: manual técnico. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. 52 p.

MOREIRA, T. M. M.; VIANA, D. S.; QUEIROZ, M. V. O.; JORGE, M. S. B. Conflitos vivenciados pelas adolescentes com a descoberta da gravidez. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 42, n. 2, p. 312-320, 2008.

CAPÍTULO 3

Estudo de Caso: um problema amarelo

Cássia Donizetti Borges e Marcela Monges Silva

Juca é um produtor de bananas na cidade de Registro, situada na região do Vale do Ribeira, de clima tropical, com maior pluviosidade no verão e com temperaturas médias de 22°C, considerada uma das maiores áreas produtoras de banana do estado de São Paulo.

Ele tem observado uma grande queda na produção de banana nanica na sua plantação, e percebeu nos pés de banana um amarelamento das folhas em direção à nervura principal, sendo que as folhas ficam pendentes, com aparência de guarda-chuva.

Elisa, sua esposa, que faz parte de um grupo de *WhatsApp,* recebeu uma mensagem dizendo que a banana está ameaçada de extinção por causa de uma peste e fica apavorada, já que a principal renda da família vem do cultivo da mesma.

— Juca, meu *véio*, nossa banana vai *cabar*!!!!!

— Que *cê tá* falando, *muié*?

— Tem uma peste que *tá cabando* com as bananas, eu recebi no *zap zap*.

Seu Juca fica desesperado ao perceber semelhanças de sintomas na plantação com aqueles descritos na mensagem e resolve, então, chamar o responsável da Embrapa, Miguel Pita, para auxiliá-lo na descoberta do agente causador.

Ao investigar a plantação, Miguel Pita detecta estreitamento do limbo das folhas mais novas, engrossamento das nervuras e necrose das cascas da banana. Ainda, observa próximo ao solo, rachaduras do feixe de bainhas, cuja extensão varia de acordo com a área afetada no rizoma.

— Seu Juca, depois de observar alguns pés de banana da sua plantação, notei que ela foi atacada pelo mal-do-Panamá.

— Que é isso, seu Pita?

— O mal-do-Panamá é uma doença causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*. Ele é encontrado no solo e libera esporos que contaminam as raízes das bananeiras.

— E como é possível combater isso?
— Olha, Seu Juca, vou buscar informações para ajudá-lo.

Você faz parte do grupo de pesquisadores do Miguel Pita e precisa auxiliá-lo a buscar soluções para a plantação do Seu Juca. Apresente, no mínimo, duas possíveis soluções para evitar a extinção da banana e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), a banana é a fruta fresca mais consumida no mundo todo, em particular nas regiões tropicais, sendo um dos produtos básicos de consumo da população. Em razão disso, a bananicultura apresenta-se como um dos principais agronegócios internacionais, possuindo, no Brasil, uma área de cultivo de, aproximadamente, 500 mil hectares. Nesse sentido, o país é o quarto produtor mundial, ficando atrás somente da Índia, da China e das Filipinas, e, sua produção, de 7,1 milhões de toneladas, é praticamente destinada ao consumo interno (apenas cerca de 1% é exportado), o que o transforma no primeiro consumidor mundial de banana (IBGE, 2011). Uma das características da cultura no Brasil que merece destaque é seu cultivo em todos os 26 estados e no Distrito Federal.

A banana pesa, em média, 100-200g e apresenta cerca de 60-65% de polpa comestível, sendo composta de alto teor de amido que, durante a maturação, converte-se, por meio das amilases, em açúcares. É pobre em vitaminas e lipídios, contudo, a concentração de tais nutrientes na banana supera a de outras frutas. Nesse sentido, contém vitamina C, razoáveis quantidades de vitamina A, B1 e B2 e pequenas de D e E. Dentre os sais minerais presentes, evidenciam-se: potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio e quantidade baixas de ferro, manganês, iodo e cobre. A fruta é composta também por proteínas e gorduras, que são consideradas de boa qualidade nutritiva (MEDINA *et al.*, 1978).

Segundo Moreira (1987), não se pode afirmar com exatidão a origem da bananeira. Contudo, admite-se que foram encontradas no Oriente e sua propagação deu-se da África Ocidental para as Américas, por meio do padre Tomás de Berlengas. Das Ilhas Ocidentais, a bananeira ter-se-ia difundido e alcançado o Brasil (BISPO, 2009). A bananicultura evoluiu significativamente nas décadas de 1970, 1980 e 1990, em razão do seu cultivo ser de rápido retorno do capital investido, além de apresentar um fluxo contínuo de produção, a partir do primeiro ano.

No Brasil, a palavra banana assume diversos significados. É usada para designar preços ínfimos de mercadorias, assim como a expressão República de Bananas, na conotação de designar estados pequenos, de poucos recursos, ou ainda pessoa banana, um ser de pouco pulso e esforço.

No que se refere à produção, as regiões onde a umidade relativa média se situa acima de 80% são as mais favoráveis à bananicultura. Essa alta umidade acelera a emissão de folhas, favorece o lançamento e a coloração dos frutos, contudo, quando associada às chuvas e às variações fortes de temperatura, provoca a ocorrência de doenças fúngicas (LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012). A fusariose da bananeira, também conhecida como mal-do-Panamá, causada pelo fungo de solo *Fusarium oxysporum*, é uma das doenças mais destrutivas na bananeira. Esse fungo pode sobreviver por mais de 20 anos e, no Brasil, diversas variedades tradicionais, como a Paradisiaca (banana-maça) e a Sapientum (banana-prata), são susceptíveis a ele. Na metade do século XX, o fungo causou grandes prejuízos à produção mundial de banana, sendo que, a solução encontrada foi a substituição da espécie Gros Michel (principal variedade cultivada na época), por clones do subgrupo Cavendish (Nanica), que são mais resistentes ao fungo. Os principais sintomas da doença são: quebra de folhas, manchas vermelhas no interior do pseudocaule e amarelecimento foliar nas plantas (EMBRAPA, 2007). Outra doença preocupante que afeta as bananeiras é a Sigatoka Negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*. Em regiões como a Costa Rica e a América Central, o custo do controle para essa doença, com o uso de fungicidas, chega a mil dólares por hectare. No Brasil, foi descoberta em 1998, nos municípios de Tabatinga e Benjamim Constant, no estado do Amazonas (FIGUEIREDO, 2001). Os principais sintomas da Sigatoka Negra são: estrias de coloração marrom-clara, alongamento das estrias, manchas ovais de cor marrom escura na face inferior e negra na face superior da folha e manchas negras, com pequeno halo amarelo e centro deprimido (FERRARI; NOGUEIRA, 2008).

O caso "Um problema amarelo" caracteriza-se como um bom caso, de caráter sociocientífico e estruturado (HERREID, 1998). Além disso, é capaz de despertar no leitor o interesse pela questão devido à grande popularização da banana. Narra uma história de um agricultor, baseado em um problema real, o que favorece a empatia dos leitores com o caso. É curto, de fácil leitura e de relevância pedagógica. A BNCC (BRASIL, 2018) preconiza que no ensino de ciências deve haver a inclusão da investigação no processo de aprendizagem do aluno, propiciando autonomia e relações de conteúdos com problemas reais, fato que corrobora com a abordagem do caso.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

As principais fontes de inspiração para produção do caso foram as notícias "Bananas correm risco de extinção com novo fungo" e "Por que bananas podem correr risco de extinção e o que fazer", evidenciando a atualidade do caso, além de tratar de um alimento popular de consumo mundial.

A primeira, publicada em janeiro de 2016 no portal Folha, discorre sobre a introdução de uma espécie exótica em vários continentes, denominada Cavendish, que se mostrou resistente desde 1950 a uma doença fúngica, contudo, recentemente, tem sido afetada pela mesma. Esta relata também a intensa investigação dos pesquisadores a fim de encontrar soluções para o problema.

A segunda reportagem, publicada em julho de 2018 no portal BCC, trata da busca por novas variedades de bananas, a partir de uma espécie selvagem de Madagascar (*Ensete perrieri*). Tal espécie é mais resistente a secas e ao mal-do-Panamá se comparada às outras, podendo assim, conter traços genéticos capazes de combater a doença. Sendo uma espécie praticamente extinta na natureza, os pesquisadores têm realizado testes de cruzamentos a fim de gerar um novo tipo de banana comestível e resistente à doença.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

Trata-se de uma proposta para os estudantes do ensino médio, podendo o caso ser solucionado em sete aulas de 50 minutos.

Aulas 1 e 2: aulas expositivas sobre características gerais do Reino Fungi, como: estrutura corporal, formas de obtenção de alimento, reprodução, trocas gasosas, relações ecológicas de simbiose, como parasitoses e mutualísticas, importância econômica e ecológica e curiosidades gerais.

Aulas 3 e 4: entrega do caso impresso e divisão dos alunos em duplas produtivas, entendidas aqui, como aquelas formadas por alunos com diferentes capacidades, que, por meio de ajuda mútua, conseguirão trabalhar de forma cooperativa para a discussão do caso, identificação do problema e levantamento de hipóteses sobre possíveis soluções, conforme solicitado. Para auxiliar a obtenção de respostas sobre o caso, serão utilizadas pesquisas via internet.

Aula 5: elaboração, na forma textual, das soluções estabelecidas pelas duplas, argumentando de acordo com a pesquisa realizada e recorrendo ao professor na eventualidade de dúvidas.

Aulas 6 e 7: formação de grupos constituídos de três duplas, para partilhar as similaridades e as diferenças das soluções escolhidas, de forma registrada, utilizando uma apresentação em *Power Point* ou programas similares.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópias do caso na forma impressa ou disponibilizada no *drive* compartilhado da turma, acesso à internet via celular do aluno, sala de informática ou equipa-

mentos móveis, como *iPad* e *chromebook* disponíveis e projetor multimídia para exibição da apresentação.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- identificar e diferenciar características genéticas;
- reconhecer características gerais dos reinos Fungi e Plantae;
- relacionar as atividades econômicas mais importantes no cenário nacional às principais alterações nos ecossistemas brasileiros;
- identificar e caracterizar as maneiras pelas quais uma população pode alterar a vida de outra, e como organismos de uma mesma comunidade podem relacionar-se entre si, com base na análise de situações concretas;
- identificar e relacionar variáveis relevantes e não relevantes do caso, assim como desequilíbrios ambientais e propor ações que busquem minimizá-las ou solucioná-las;
- propor estratégias de resolução de forma controlada e bem planejada;
- agir de forma respeitosa e empática ao ouvir o trabalho dos colegas.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: controle biológico

A solução ecologicamente correta, por apresentar menor impacto ambiental, é utilizar colônias de *Trichoderma spp,* pois, por ser saprófita e colonizar com facilidade solos e raízes, principalmente de regiões de clima tropical, o *Trichoderma spp* compete com o fitopatógeno causador do mal-do-Panamá, o *Fusarium oxysporum*, colaborando para que as plantas permaneçam saudáveis, além de favorecer o crescimento de mudas de bananeira e, assim, o crescimento e a produtividade dessa espécie de importância econômica e nutricional (EMBRAPA, 2019).

De acordo com o pesquisador Enrique Monte, da Universidade de Salamanca, em seminário realizado no Fórum da EMBRAPA de Jaguariúna, o *Trichoderma spp* adapta-se a ambientes diferentes devido ao seu alto oportunismo de produção de enzimas hidrolíticas e grande capacidade para reparar danos celulares em virtude da extensa versatilidade desse fungo. Além de certa tolerância ao calor, ajuda as plantas a superar estresses ambientais. Seus mecanismos de biocontrole são o micoparasitismo, a antibiose e a competição, além da indução de resistência da planta. Este também destacou outro ponto importante, o fato de o *Trichoderma spp* resistir ao estresse oxidativo e produzir esse estresse para combater o fitopatógeno da planta (EMBRAPA, 2018).

Resolução 2: uso de fungicida

Outra possível solução seria a aplicação de fungicidas devido às suas propriedades de penetração, movimento dentro da planta, toxicidade seletiva e estabilidade metabólica (ZAMBOLIM; VALE; COSTA, 1997).

Há três formas de ação dos fungicidas, a primeira ocorre com os fungicidas de contato, quando são aplicados diretamente na superfície dos órgãos vegetais e agem como uma barreira, evitando a penetração de fungos e seus esporos. Porém, por sua ação não ser específica, pode ser tóxica às células vegetais. Existem também os fungicidas de ação erradicante, que atuam diretamente sobre os patógenos, mas por serem voláteis, são extremamente tóxicos à biodiversidade local, e por fim, os fungicidas sistêmicos, que inibem a infecção ao serem distribuídos pelos tecidos do hospedeiro por serem hidrossolúveis. Existem alguns fungicidas que não são biodegradáveis e decompõem-se a longo prazo. Esses produtos são poluidores e colocam em risco a biodiversidade, a água e, indiretamente, o homem. Em relação ao Brasil, o uso indiscriminado de produtos químicos tem gerado sérios danos ao meio ambiente, fato que, ainda hoje é notado em culturas de interesse econômico, em que o uso exacerbado dos mesmos resulta em sério impacto ambiental (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Os fungicidas não devem ser tóxicos ao homem e aos animais, principalmente aqueles aplicados diretamente nos órgãos comestíveis, devido ao fato de existir possibilidade de afetar o metabolismo celular e gerar células cancerígenas, por isso a importância de haver rigor no controle da toxidez dos fungicidas aplicados nas lavouras (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Em países que se comprometem com responsabilidade social, a economia não deve ser mais relevante que a saúde da população, por isso existem leis que controlam rigorosamente as tolerâncias e limitações dos resíduos nos diversos produtos de origem agrícola para o consumo humano e de animais.

Resolução 3: manipulação genética

Promover variabilidade genética significa modificar o DNA do ser vivo. Nesse sentido, sabe-se que essa biodiversidade genética pode ocorrer por meio das mutações, fluxo gênico e reprodução. Nesse caso, as mutações podem ser benéficas, neutras ou prejudiciais, além de serem causadas pelo ambiente e/ou interação com substância química ou radiações (CARRER; BARBOSA; RAMIRO, 2010). Uma forma de promoção de variabilidade genética é o cruzamento entre uma espécie afetada com uma selvagem, resistente ao mal-do-Panamá, e uma espécie que apresente um gene que melhore a banana cultivada. Em relação às inovações tecnológicas, os alunos poderão abordar também como solução o melhoramento

genético, ao levar-se em consideração que as bananas reproduzem-se de forma assexuada por brotamento. Portanto, há pouca variabilidade genética e, dessa forma, a doença poderá atingir uma planta e rapidamente afetar toda a plantação.

PARA SABER MAIS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Coleção 500 perguntas, 500 respostas**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82218/1/500-Perguntas-Banana-ed02-2012.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

Devido à relevância da cultura da banana no Brasil, a Embrapa Mandioca e Fruticultura elaborou um e-book composto de perguntas e respostas sobre conhecimentos relacionados à essa cultura.

Sociedade Nacional da Agricultura. **Produção de banana do Vale da Ribeira está ameaçada**. Rio de Janeiro: SNA, 2017. Disponível em: https://www.sna.agr.br/producao-de-banana-do-vale-do-ribeira-esta-ameacada/. Acesso em: 21 ago. 2020.

A reportagem apresenta a importância da área do Vale do Ribeira, bem como a produção de bananas e as áreas que são utilizadas para o seu plantio que sofrem uma pressão para se adaptar, visto que os plantios concentram-se às margens do rio Ribeira do Iguape.

Cordeiro, Z. J. M.; Matos, A. P. Mal-do-Panamá: fim do bananal? **Revista Cultivar:** Hortaliças e Frutas, v. 3, n. 18, p. 27-29, 2003.

O artigo discute características do fungo *Fusarium*, causador da doença conhecida como mal-do-Panamá, descrevendo sua história, características de habitat e reprodução, sintomas e formas de combate.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Raça 4 tropical de Fusarium oxysporum f.sp. cubense:** subsídios para caracterização de praga quarentenária ausente. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BISPO, A. A. Musa sapientium: da banana na história cultural e da banana como alegoria. **Revista Brasil-Europa:** correspondência Euro-Brasileira, v. 118, n. 10, 2009.

CARRER, H.; BARBOSA, A. L; RAMIRO, D. Biotecnologia na agricultura. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Utilização de Bacillus e Trichoderma para controle do Mal-do-Panamá e promoção de crescimento de mudas micropropagadas de bananeira**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/210050/utilizacao-de-bacillus-e-trichoderma-para-controle-do-mal-do-panama-e-promocao-de-crescimento-de--mudas-micropropagadas-de-bananeira. Acesso em: 21 ago. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Trichoderma se destaca como principal agente de biocontrole de doenças de plantas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32156318/trichoderma-se-destaca-como-principal-agente-de-biocontrole-de-doencas-de-plantas. Acesso em: 21 ago. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mal-do-Panamá**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_44_41020068055.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

FERRARI, J.T.; NOGUEIRA, E. M. C. **Como identificar e combater a sigatoka negra da bananeira**. Campinas: Infobibos, 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Sigatoka/index.htm. Acesso em: 21 ago. 2020.

FIGUEIREDO, M. B. Doenças fúngicas emergentes em grandes culturas. **Biológico**, v. 63, n. 1/2, p. 29-32, 2001.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Tabelas de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50000.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; FERREIRA, C. F (Ed.). **Banana**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. Disponível em: http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000019-ebook-pdf.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MEDINA, J., C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J.; TRAVAGLINI, D. A.; OKADA, M.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; RENESTO, O. V.; MORETTI, V. A. **Banana**: da cultura ao processamento e comercialização. 2. ed. Campinas: ITAL, 1978.

MOREIRA, R. S. Banana: teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle integrado das doenças de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.

CAPÍTULO 4

Estudo de Caso: Vencelex, o refrigerante da garotada

Laís Mariana Felizardo e Maressa Pomaro Casali Pereira

Era um dezembro ensolarado.

Último dia de aula - pensou Theodoro.

A cada movimento, um relógio pendurado no alto da parede da sala de aula cativava a atenção do público escolar. Os olhares desviados da figura do professor denunciavam a ansiedade dos alunos para o fim das aulas. Nunca o tempo passou tão devagar.

Rirrrrng! O som representava o início de um tempo de diversão e muitos encontros com amigos. Rirrrrng! Eis o som da liberdade para alguém que acabara de completar 15 anos.

Como todo adolescente desesperado por ser livre, Theodoro voltou correndo da escola para casa. Já possuía vários planos para começar bem suas férias.

Vestiu sua camisa do time favorito e saiu para jogar com seus colegas naquela tarde ensolarada das tão merecidas férias. Para ele, nada era tão divertido quanto passar o verão jogando bola com seus amigos no espaço recreativo da cidade.

— Ei Theodoro, me passa a bola – resmungou seu amigo Marcos.

— Isso mesmo. Deixe de ser egoísta e aprenda a jogar em equipe – complementou seu outro amigo Vitor.

— O que posso fazer, se sou o maior artilheiro de todos os tempos? – retrucou Theodoro em tom de ironia.

— Desse jeito, vai acabar jogando sozinho, Theodoro – falou Marcos.

—Vamos fazer assim, galera, se eu marcar um gol, pago um refrigerante para cada um de vocês – prometeu Theodoro, já de olho na bola que se deslocava do pé de Vitor para Marcos.

— Goool! – gritou Theodoro – Devo um refrigerante para cada!

Após o jogo, os três amigos foram tomar algo e recuperar as energias perdidas durante a partida para, enfim, Theodoro cumprir sua promessa.

Como de costume, os meninos foram à lanchonete do Seu José Florisvaldo. Lá, ele produzia todo tipo de salgados que alguém pudesse imaginar. Um mais saboroso que o outro. No entanto, o que os atraia naquele momento era um refrescante refrigerante servido em uma embalagem de vidro, o predileto dos meninos.

Seu Zé Flor, como era conhecido o dono do estabelecimento, já foi logo confirmando com os amigos:

— Meninos, e aí? Vão pedir o de sempre para matar a sede da partida de futebol?

— Sem dúvidas, Seu Zé Flor – falou Theodoro.

Theodoro estava com tanta vontade de tomar aquele refrigerante que não percebeu, em um primeiro momento, uma coisa muito importante: o rótulo que levava sua garrafa era diferente dos rótulos das garrafas de seus amigos. Além disso, ao degustar a bebida com mais calma, ele sentiu um sabor diferente do original.

— Nossa! – disse Theodoro, surpreendendo-se. Esse rótulo deve ser muito antigo. Vejam minha garrafa, até está empoeirada.

Os amigos puseram-se a rir das observações de Theodoro e logo tudo virou uma imensa brincadeira. Algumas horas depois, Theodoro sentiu-se muito mal, apresentando fortes dores abdominais, vômito e diarreia. Mas a mãe do garoto, Dona Geralda, em uma conversa ao telefone com as mães de Marcos e Vitor, descobriu que eles estavam muito bem de saúde.

— Foi o refrigerante – exclamou Dona Geralda ao telefone.

— Maldito refrigerante! – pragueja a mãe de Marcos.

Rapidamente, Dona Geralda liga para um médico, amigo da família:

— Marcelo, me ajude! O Theodoro não está se sentindo bem.

— Mas, o que aconteceu? – perguntou intrigado o médico.

— Então, ele saiu com os amigos para jogar futebol e depois passou no bar do Seu Zé Flor para tomar um refrigerante. Ele me disse que a bebida estava com cheiro, cor e gosto diferentes do habitual. Por favor, venha vê-lo! – disse a mãe de Theodoro com a voz angustiada.

O médico dirigiu-se rapidamente para a casa do menino. Assim que chegou, questionou Dona Geralda sobre os alimentos consumidos naquele dia. O diagnóstico foi de intoxicação alimentar.

Antes de ir embora, Marcelo perguntou a Theodoro sobre o refrigerante ingerido:

— Você lembra a marca do refrigerante que tomou hoje?

— Claro! Foi o Vencelex, o refrigerante da garotada!

— Sério? — contestou o médico. – Pois bem, hoje mesmo li uma reportagem sobre a empresa que fabrica esse refrigerante, dizendo que a água utilizada no processo de produção da bebida foi analisada e estava contaminada. Além disso, de acordo com o que você disse sobre o rótulo da garrafa, pode ter bebido um refrigerante com a data de validade expirada. Fique mais atento à qualidade dos alimentos que você ingere – advertiu o médico.

Imagine que você é um profissional da área de qualidade de alimentos e fez a análise do lote de refrigerantes que prejudicou a saúde de Theodoro. Aponte pelo menos duas possíveis causas que tornaram o refrigerante impróprio para o consumo e argumente a favor da mais provável.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Trata-se de um caso curto e simples, que apresenta fatos claros, precisos, abrangentes, incluindo informações que os estudantes precisam para tomar decisões.

O caso narra a história de um garoto que vive no interior do estado de São Paulo, cursa o nono ano do ensino fundamental; e, como quase todos os adolescentes dessa faixa etária, sua bebida preferida é o refrigerante. Um dia, depois de uma partida de futebol com os amigos, convidou-os para tomar refrigerante em uma lanchonete que costumavam frequentar. Ao ingerir tal bebida percebeu um gosto estranho e passou mal algumas horas depois. Então, sua mãe decidiu investigar o motivo que o levou a apresentar esse quadro de saúde e porque o refrigerante havia perdido seu sabor original. Dessa forma, o caso pode despertar nos alunos a empatia para com o personagem principal, além de possibilitar a reflexão sobre situações usuais do seu próprio cotidiano. A narrativa apresenta declarações e comentários dos personagens com linguagem simples. Essa abordagem facilita a busca de respostas para solucionar o problema do personagem central, chamado Theodoro.

O referido problema está relacionado com um hábito de uma grande parte da população mundial, que consome refrigerantes, sucos ou outros líquidos durante o almoço, o jantar ou em festas e casamentos. Conforme a definição da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR), os refrigerantes configuram uma família de bebidas não alcoólicas e não fermentadas, apresentando gás carbônico (CO_2), fabricadas industrialmente à base de água mineral, açúcar ou edulcorante, extratos ou aroma sintetizado de frutas ou outros vegetais. Portanto, o grupo que enquadra os refrigerantes é composto por bebidas concentradas para serem consumidas em domicílio ou

fora, em estabelecimentos comerciais, por serem saborosos e refrescantes, além de constituírem-se em fonte de energia (MENDA, 2011).

A água destinada à produção de refrigerantes deve ser de excelente qualidade, pois corresponde à cerca de 88% da bebida (LIMA; AFONSO, 2009). A fonte de água de abastecimento de indústrias é proveniente da rede de abastecimento regional e deve acatar as exigências estabelecidas pelo Ministério da Saúde na portaria 518/2004 (BRASIL, 2004). Todavia, a água, antes de ser utilizada na produção de bebidas, deve passar por um sistema de tratamento na própria planta industrial, com o propósito de fiscalizar e garantir a qualidade dos produtos. A qualidade da água usada para a fabricação de refrigerantes tem consequências diretas na qualidade do produto final, deste modo, seu tratamento é indispensável e varia de acordo com a fonte e a composição química (CRUZ, 2012). Cabe destacar que as atividades relacionadas à vigilância sanitária foram organizadas nos séculos XVIII e XIX, para impedir a disseminação de doenças nos grupos sociais que estavam aparecendo (EDUARDO; MIRANDA, 1998). Essa área compreende um ramo da saúde pública que trata da eliminação ou minimização do risco sanitário envolvido na produção, circulação e consumo de certos produtos, processos e serviços, atestando normas técnicas e padrões de fabricação e consumo (LUCCHESE, 2001).

Segundo a Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO, 1998), todo país carece de programas apropriados de controle da qualidade e sanidade de alimentos para promover a saúde da população bem como o progresso econômico, além de diminuir perdas na cadeia alimentícia. Por sua vez, aos órgãos de saúde, sob coordenação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cabem o controle de alimentos, inclusive bebidas, águas envasadas, suas matérias-primas e embalagens.

No que diz respeito à relevância pedagógica, o caso permite a abordagem de temas como, saúde pública, procedimentos dos órgãos de saúde na vigilância sanitária e processos de tratamento de água nas estações, levando em consideração que a água é o ingrediente de maior quantidade na composição do refrigerante. O caso é direcionado ao ensino fundamental, principalmente por tratar da qualidade de água, composição e tecnologias para a produção de alimentos. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), nas aulas de ciências é necessário o estímulo ao exercício da curiosidade intelectual por meio da investigação, reflexão, análise crítica e criatividade a fim de testar hipóteses, criar soluções e resolver problemas, o que é condizente com a proposta do caso.

FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração para a produção do caso foi uma notícia, publicada em formato de vídeo em maio de 2014, intitulada "Cliente compra refrigerantes com data de validade vencida em Goiânia", que relata a história de um consumidor que ingeriu refrigerantes vencidos, que foram comprados em uma rede de supermercados de Goiânia. Os refrigerantes apresentavam sabor e cheiro diferentes do original. Além disso, os rótulos exibiam datas de validade riscadas.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso será estudado em oito aulas com duração de 50 minutos cada.

Aula 1: a aula será iniciada com a leitura do caso. Para isso, será entregue uma cópia do texto do caso para cada aluno. Nesta etapa, o objetivo será estimular a curiosidade, fazer um diagnóstico do conhecimento prévio da turma e estimular a busca de informações a respeito do assunto abordado.

Aula 2: contextualização teórica do caso com leitura complementar de um texto sobre a qualidade da água: "Água e saúde" (GEWANDSZNAJDER, 2015). Após a leitura, o professor irá fazer questionamentos sobre a qualidade da água que consumimos, ressaltando a presença da água na constituição dos alimentos industrializados e durante seu processo de fabricação.

Aula 3: contextualização do caso com a exibição do vídeo, intitulado "Prazo de alimentos deve ser respeitado" (disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/5390261/>), que discute sobre a conservação e prazo de validade dos alimentos. Após a exibição do vídeo, os alunos irão fazer a leitura de alguns rótulos. Em seguida, o professor irá perguntar como esses produtos são conservados. Que tipos de conservantes são utilizados pela humanidade para a conservação dos alimentos? E no passado, como era feita essa conservação?

Aulas 4 e 5: uma aula prática dupla será iniciada com a leitura de uma narrativa intitulada "Sorvete de gelo" (AUERBACH, 2016), que aborda o método de conservação e produção de sorvete. Após a leitura, o professor dará início a um experimento demonstrativo em que será colocado um pote de sorvete de massa em uma caixa térmica com gelo e outro pote em uma caixa sem gelo. No dia seguinte, os alunos observarão o que ocorreu em cada uma das caixas e produzirão relatórios com suas conclusões, orientadas pelo professor com perguntas norteadoras.

Aula 6: visita técnica a uma fábrica de refrigerantes para entender os processos de produção e conservação desse alimento. Ao final da visita, será realizada uma roda de conversa com um funcionário da fábrica para o esclarecimento das dúvidas dos alunos.

Aulas 7 e 8: os alunos devem reunir-se em grupos para a elaboração da solução final para o caso, durante uma aula dupla. Cada grupo terá, aproximadamente, dez minutos para a apresentação da solução do caso, que ocorrerá com a avaliação de todo o trabalho pelo professor.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Os materiais didáticos necessários para aplicação do caso são: livros, vídeos, textos e materiais para o experimento, descritos na aula 4. Com relação à primeira aula, o material necessário será o texto do próprio caso. Já na segunda, o texto complementar "Água e saúde" (GEWANDSZNAJDER, 2015), conforme detalhado anteriormente. Na terceira, será utilizado um projetor multimídia associado a um computador para a exibição do vídeo. Na quarta e quinta aulas serão utilizados: o texto "Sorvete de gelo" (AUERBACH, 2016), duas caixas térmicas, dois potes de sorvete de leite, gelo e lápis e papel para elaboração do relatório. Na sexta aula serão necessários transporte escolar e autorização da fábrica e dos responsáveis legais dos alunos para a realização da visita técnica. Para a apresentação das resoluções do caso, nas aulas 7 e 8, serão necessários recurso multimídia e lousa.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

Os conhecimentos e habilidades a serem contemplados foram baseados na BNCC (BRASIL, 2018), conforme os tópicos abaixo:

- compreensão da célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e relação do conteúdo com a organização da célula bacteriana, de forma que os alunos concluam que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com distintos níveis de organização;
- interpretação das condições de saúde da comunidade, bem como o estudo das doenças de veiculação hídrica;
- observação do mundo à volta, elaboração de perguntas e desenvolvimento de soluções para problemas cotidianos, a partir da análise de demandas, problemas, planejamento de investigações e proposição de hipóteses;
- seleção e construção de argumentos fundamentados em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos.

POSSÍVEIS CAUSAS DO PROBLEMA

Causa 1: contaminação por prazo de validade

Este tipo de contaminação está relacionado com a proliferação de fungos (leveduras) e bactérias. Nos refrigerantes, as características físicas e químicas são importantes, pois criam um ambiente seletivo para a proliferação dos microrganismos que se desenvolvem em meio ácido, como leveduras acidófilas, bactérias acéticas, lácticas e bolores. A contaminação ocorre porque esses microrganismos encontram nos refrigerantes excelente meio de nutrição (OLIVEIRA, 2007). Portanto, as instruções para o prazo de validade e a temperatura de conservação dos alimentos que são estabelecidas pelo fabricante devem constar nos rótulos de cada produto, além de serem rigorosamente respeitadas pelo consumidor (MACHADO, 2000). Nesta perspectiva, podem ser desenvolvidos conhecimentos sobre como a contaminação ocorre, além da tomada de medidas para evitá-la.

Causa 2: contaminação por armazenamento inadequado do produto

Esse tipo de contaminação ocorre devido ao armazenamento incorreto dos bens de consumo alimentar. Segundo o manual das "Boas Práticas de Armazenamento de Alimentos na Indústria" (MACHADO, 2000), as áreas de armazenagem devem ser mantidas limpas, livres de resíduos e sujeiras para evitar a presença de insetos e roedores, transmissores de microrganismos. O local de armazenamento deve ter boa iluminação, ser fresco e arejado.

Dentro da conservação dos alimentos, a estocagem faz-se imprescindível, sendo que é um estágio que visa armazenar e fiscalizar a entrada e a saída dos alimentos em estoque. Existem diferentes formas de conservação, visto que umas possibilitam destruir quase a totalidade dos microrganismos, enquanto outras impossibilitam ou retardam o seu crescimento e proliferação. Como formas de conservação tem-se: aditivos alimentares, atmosfera modificada, desidratação e secagem, filtração, conservação pelo frio e conservação pelo calor (SILVA, 2012).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2018), é essencial que cada produto seja armazenado de acordo com suas características, uma vez que a conservação dos alimentos e a higienização são vitais para a segurança do alimento e, consequentemente, para a saúde dos consumidores.

Causa 3: contaminação da água utilizada na fabricação do produto

A água representa a matéria-prima mais utilizada na produção de bebidas, requerendo especial atenção às fontes de abastecimento, quanto às exigências para seu tratamento, desinfecção, depósito e propriedade da distribuição. No Brasil,

as empresas encarregadas pela captação, tratamento e distribuição da água empregam variadas técnicas de purificação, que a torna apropriada ao consumo humano. Entretanto, a qualidade da água tratada por essas empresas não assegura que a mesma seja adequada, especialmente para ser utilizada na indústria de produção de bebidas (OLIVEIRA, 2007).

Na indústria de refrigerantes, o sistema de produção compreende, sobretudo, as atividades de tratamento de água, xaroparia e linhas de envasamento. A água destinada à produção de refrigerantes é sujeita a um rigoroso tratamento, no qual são realizadas análises de pH, sulfatos, alcalinidade, turbidez, sólidos totais dissolvidos, cor, odor, gosto e análises microbiológicas para o controle da qualidade do produto final. Em função da fonte fornecedora e do uso final da água, é aconselhável que as indústrias de produção de bebidas, sempre que possível, tenham o seu próprio sistema de tratamento de água (OLIVEIRA, 2007).

Sendo assim, a água utilizada na produção de refrigerantes deve ser de excelente qualidade, isto é, límpida, inodora e livre de microrganismos. Ademais, a utilização de águas subterrâneas no processo de produção de refrigerantes é recomendada por ser protegida contra esses agentes poluidores, além de não existir a necessidade de longos tratamentos dessa matéria-prima (CASARINI, 2011).

PARA SABER MAIS

Soto, F. R. M. *et al.* Contaminação bacteriana e fúngica de canudos de refrigerantes e seus recipientes em lanchonetes de município do interior de São Paulo. **Revista Nutrição**, v. 22, n. 6, p. 887-894, 2009.

O artigo trata da contaminação bacteriana e fúngica de canudos de refrigerantes no município de Ibiúna, localizado no estado de São Paulo, bem como a correlação com as condições de higiene, processos e métodos de desinfecção.

Rocha, C. D. *et al.* Deterioração de refrigerantes por leveduras. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 2, p. 95-100, 2004.

O artigo relata a deterioração dos refrigerantes e como o rastreamento das origens dos focos de contaminação pode minimizar os problemas relacionados a tal questão. Ademais, os autores investigam as principais leveduras deteriorantes de refrigerantes.

REFERÊNCIAS

AUERBACH, P. **Histórias de antigamente**. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. Brasília, DF: ANVISA, 2018. Disponível em: http://segurancaalimentar.mprs.mp.br/alergenicos/guia.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria N° 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

CASARINI, D. C. P. **Legislação estadual e ações de prevenção e controle de poluição de águas subterrâneas.** São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), 2011.

CRUZ, G. F. B. **Fabricação de refrigerantes**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia e Inovação (REDETEC), 2012.

EDUARDO, M. B. P.; MIRANDA, I. C. S. **Saúde e cidadania:** vigilância sanitária. São Paulo: Instituto para o Desenvolvimento da Saúde, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **A training manual on food hygiene and the hazard analysis and critical control point (HACCP) system**. Roma: FAO, 1998. Disponível em: http://www.fao.org/3/a-w8088e.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências:** água e saúde. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015.

LIMA, A. C. S; AFONSO, J. C. A. A química do refrigerante. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009.

LUCCHESE, G. **Globalização e regulação sanitária:** os rumos da vigilância sanitária no Brasil. 2001. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, R. L. P. **Boas práticas de armazenagem na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2000.

MENDA, M. **Refrigerantes**. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Química 4ª Região, 2011. Disponível em: https://www.crq4.org.br/refrigerantes. Acesso em: 21 ago. 2020.

OLIVEIRA, E. A. **Controle de qualidade em refrigerante.** 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SILVA, R. A. **Ciência do alimento:** contaminação, manipulação e conservação dos alimentos. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino da Ciência) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

CAPÍTULO 5

Estudo de Caso: diálogo das dengosas

Fernanda Maria Catinin da Silva Araújo e
Leandro de Souza Pedezzi

Dois mosquitos fêmeas encontram-se no quintal de uma casa descansando em um vaso de orquídeas na cidade de Bauru:

— *Miga,* essa tarde eu arrebentei! Não estou conseguindo nem voar direito, de tanto que eu comi.

— *Vixe*! Já eu estou bastante cansada. Não consegui comer muito e ainda por cima botei um monte de ovos, só hoje! Precisei voar demais para encontrar um vaso com água parada e, quando fui picar o rapaz que estava descansando na sala da casa, ele me deu um baita tapa que me deixou vendo estrelas. Estou pensando em me mudar para o terreno baldio aqui perto, meus primos estão por lá. Parece que a família está crescendo, tem garrafas, tampinhas e latas. É uma área de lazer incrível, várias crianças soltam pipa à tarde.

— Que dó de você! Aqui eu estou numa boa. Tem comida o dia todo, tem a mãe, o pai e dois filhos. Lugares para botar ovos, nem se fale! Na água do cachorro, nos vasos de plantas, no pouquinho de água que deixam nos baldes, aqui tem um monte de ralos, é muita coisa! De manhã, antes dos pais irem trabalhar e as crianças irem para escola, eu já aproveito. No fim da tarde, quando o pessoal se reúne na sala, é um verdadeiro festival, eu e minhas colegas nos fartamos. Às vezes, acontecem encontros fatais, revistadas, sapatadas, tapas, mas está valendo o risco.

— Que sucesso em *miga*. Esse ano vocês vão bater o recorde aqui neste bairro!

— Nem penso mais em voltar para a floresta. Agora, a cidade é nosso lar. Temos tudo que precisamos para viver e nos esbaldar.

Imagine que você é um agente comunitário de saúde visitando o local. Para acabar com o sucesso das migas, proponha soluções e argumente a favor de uma delas.

◂◂ Sumário

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A dengue é considerada um problema de saúde pública no Brasil e em países de regiões tropicais. De acordo com Araújo *et al.* (2017), é considerada uma doença aguda, infecciosa, não contagiosa, sistêmica e de etiologia viral, causada por quatro sorotipos do vírus pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae*, sendo esses: DENV, DENV-1, DENV-2 e DENV-4. Ademais, o vírus tem como vetor primário o *Aedes aegypti*, sendo transmitido pela picada de mosquitos fêmeas do gênero *Aedes.* Em geral, o *Aedes* é encontrado em regiões tropicais e subtropicais, com predomínio em áreas urbanas e semiurbanas.

O Brasil há anos apresenta números preocupantes quanto aos casos e mortes relacionadas à dengue. Segundo Araújo *et al.* (2017), no país ocorreram quatro grandes epidemias (1998, 2002, 2008 e 2010), associadas à alteração do subtipo viral e as últimas foram ocasionadas pela circulação de mais de um subtipo do vírus. Em 2015, foram registrados 1.649.008 casos e apenas na região sudeste foram notificados 1.026.226 casos. De acordo com o Ministério da Saúde, o número de casos de dengue, bem como o número de mortes causadas por essa doença, mais que dobrou no ano de 2019, comparado-se ao ano de 2018 (BRASIL, 2019a).

A prevenção da dengue é um assunto pertinente a ser tratado nas escolas, uma vez que ocorrem surtos da doença em determinados anos, o que pode aumentar o número de óbitos relacionados a esse contexto. Segundo Barreto e Teixeira (2008, p. 62):

> A falta de uma vacina eficaz e segura, a força de morbidade do agente infeccioso e a alta competência vetorial do *Aedes aegypti*, vetor bem adaptado ao ambiente urbano densamente povoado, com deficiências e estilos de vida da população que geram *habitats* ideais para este mosquito, tornam a prevenção da dengue uma formidável tarefa quase impossível de ser atingida com os atuais meios disponíveis para sua prevenção.

Os estudantes, especialmente as crianças, representam um excelente canal de introdução de informações no meio familiar. A escola exerce um papel fundamental no desenvolvimento de ações que visam à informação da população, no tocante a atitudes domésticas que promovam a prevenção da doença. Segundo Brassolatti e Andrade (2002, p. 244):

> No ambiente doméstico, os criadouros são em geral descartáveis (como pneus velhos e latas) ou solucionáveis (como caixas d'água destampadas e calhas entupidas), ou mesmo evitáveis (como vasos de plantas com água e pratos de xaxins). Em todos os países, são muitas as intervenções educati-

> vas voltadas para os problemas de saúde pública, mas pouco ou quase nada tem sido feito para uma avaliação desses processos educativos, buscando-se identificar o resultado final, o grau de eficácia de diferentes medidas, as falhas ou as dificuldades dessas intervenções.

Sendo assim, ações educativas, especialmente voltadas ao público infantil, são grandes aliadas na disseminação de informações.

Segundo Herreid (1998), um bom caso é atual, portanto, analisando o contexto do aumento de casos de dengue, em especial no interior de São Paulo, identifica-se a atualidade do assunto. Ainda de acordo com o autor, um bom caso apresenta um texto curto, sendo que o leitor é induzido a interessar-se pela narrativa, por seus personagens e pela situação apresentada.

A partir do diálogo do caso, o leitor depara-se com alguns hábitos de vida do mosquito *Aedes aegypti*. Com as informações obtidas, este pode relacionar seus próprios hábitos diários com a propagação do mosquito, aumentando as possibilidades da ocorrência de novos casos da doença. Com essa relação estabelecida, haverá uma reflexão para tomadas de decisões que podem afetar a propagação do *Aedes aegypti*, decorrente das atividades cotidianas das pessoas.

A dengue ocorre em todos os estados brasileiros, portanto, o caso pode ser generalizado para o país como um todo. É uma doença que causa febre alta, dores de cabeça, cansaço extremo e pode chegar a causar hemorragias que, se não tratadas em até 24 horas, levam a óbito. Portanto, é um caso relevante que envolve questões de saúde pública.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração para produção do texto foi o aumento da ocorrência de casos de dengue no interior de São Paulo, em especial, na cidade de Bauru, que registrou números alarmantes. Tais informações estão evidenciadas em duas notícias intituladas "Epidemia de dengue em Bauru registra mais de 18 mil casos, aponta Secretaria de Saúde" e "Brasil registra quase 600 mil casos confirmados de dengue em 2019".

A primeira notícia foi publicada pela G1 em maio de 2019 e revela que a cidade de Bauru chegou à marca de 19.471 pessoas infectadas e 21 casos fatais. Os dados revelam a maior epidemia de dengue da história da cidade. No ranking da doença, ela aparece em primeiro lugar.

A segunda é também uma notícia publicada pela G1. De acordo com a reportagem, no ano de 2019, houve um grande salto nos casos de dengue em relação ao ano de 2018. O Ministério da Saúde confirmou, aproximadamente, 596 mil casos

contra 173,63 mil no ano anterior, e o número de casos fatais saltou de 139, em 2018, para 366. Os números podem ser ainda maiores.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O presente caso pode ser aplicado no quarto e no quinto ano do ensino fundamental. Serão necessárias três aulas de 100 minutos.

Aula 1: em um primeiro momento, o professor projetará a reportagem "Brasil registra quase 600 mil casos confirmados de dengue em 2019", mencionada anteriormente. Em seguida, será realizada uma discussão e os alunos serão questionados sobre a ocorrência de algum caso de dengue em suas famílias e o que já sabem a respeito da doença. Os alunos serão divididos em grupos e receberão o caso para uma primeira leitura.

Aula 2: o professor fará uma leitura coletiva, enfatizando os hábitos de vida do mosquito. Em seguida, os alunos, na sala de informática, pesquisarão sobre algumas formas de impedir o sucesso da reprodução do *Aedes aegypti*. Com essa pesquisa, estes iniciarão uma busca de possíveis soluções para o caso. Haverá a elaboração de cartazes com as propostas dos grupos a respeito da solução.

Aula 3: cada grupo apresentará propostas de solução do caso. O professor fará uma discussão baseada nas mesmas e, ao final, apresentará soluções. A avaliação da aprendizagem das crianças pode basear-se na percepção de como reagem no momento do desenvolvimento de cada atividade: pesquisa, discurso do grupo, individual e produção dos cartazes.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Uso de projetor multimídia para apresentar a reportagem, cópias do caso para os alunos e materiais para elaboração de cartazes, como lápis de cor, giz de cera e tesoura.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

A partir da aplicação do caso, os conhecimentos envolvidos são ciclo de vida e hábitos do mosquito, atitudes individuais de prevenção da dengue e consequências do crescimento das cidades. Esse tipo de atividade proporciona o desenvolvimento de trabalho em equipe, cooperação, pensamento crítico, identificação do papel da atividade humana e os seus impactos no ambiente. Abaixo seguem as habilidades, baseadas na BNCC (BRASIL, 2018), que serão desenvolvidas:

- ler e compreender reportagens, notícias e outros gêneros do campo político cidadão;
- buscar informações em diferentes fontes de pesquisa;
- emitir opiniões, argumentando;
- analisar criticamente e de forma qualitativa uma situação problema;
- trabalhar em equipe;
- reconhecer os desequilíbrios ambientais causados pela ação humana.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: combate aos criadouros do *Aedes aegypti*

Para impedir o sucesso do mosquito transmissor da dengue, é possível reduzir os criadouros que o *Aedes aegypti* utiliza. Isso caracteriza-se com medidas de saneamento que implicam o "aporte adequado de água para evitar o seu armazenamento em recipientes que servirão para oviposição; proteção (cobertura) de recipientes úteis; reciclagem ou destruição de recipientes inservíveis; e tratamento ou eliminação de criadouros naturais" (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999, p. 23). Segundo Teixeira, Barreto e Guerra (1999), a orientação a moradores de cada residência promove saneamento intra e peridomiciliar, viabilizando a redução dos criadouros. Ocorrendo a diminuição dos criadouros do mosquito, espera-se que a oviposição sofra redução, portanto, esta é uma forma de dificultar a reprodução. Para atingir tais objetivos, é essencial o papel ativo da educação, uma vez que ela pode convencer a população a adquirir hábitos que promovam a saúde evitando, assim, doenças.

Resolução 2: dificultar o acesso do *Aedes aegypti* ao sangue humano

Uma segunda maneira de reduzir o sucesso do *Aedes aegypti* é dificultar seu acesso ao sangue da população. A utilização de roupas que diminuem a exposição da pele, principalmente nos períodos em que o mosquito é mais ativo (primeiras horas da manhã e últimas da tarde), permitem alguma proteção. Além disso, o uso de repelentes que contenham DEET, IR3535 ou Icaridin e mosquiteiros também promovem alguma proteção contra a picada do mosquito (BRASIL, 2019b).

Outras maneiras de evitar o contato do mosquito com uma pessoa referem-se ao emprego de inseticidas em ambientes fechados e à utilização de telas em portas e janelas. A aplicação dessas medidas em conjunto dificulta a picada do *Aedes aegypti*. Desse modo, o mosquito não consegue os nutrientes necessários para o desenvolvimento de ovos, reduzindo seu sucesso reprodutivo.

Resolução 3: introdução de mosquitos geneticamente modificados

Existe uma técnica que se baseia na liberação de machos geneticamente modificados em ambientes em que já existem fêmeas selvagens do mosquito *Aedes aegypti*. Após a liberação desses machos, os mesmos "copulam com fêmeas selvagens e toda a prole será portadora do transgene e morrerá por toxicidade" (OLIVEIRA; CARVALHO; CAPURRO, 2011, p. 40). Como os descendentes herdam os genes modificados, os mosquitos morrerão antes de atingir a fase adulta, o que acarreta a diminuição da incidência da dengue nos seres humanos. Esse transgene faz com que o desenvolvimento da forma larval do mosquito entre em colapso.

Essa técnica já foi testada em locais como a Malásia, o Caribe e mesmo em cidades brasileiras. É necessário que "questões éticas, sociais e políticas sejam levadas em consideração, tais como informar a população humana incluída na área de estudo" (OLIVEIRA; CARVALHO; CAPURRO, 2011, p. 40); com isso (associado a outras maneiras de controle do mosquito), é possível diminuir os casos da doença.

PARA SABER MAIS

Câmara, F. P. *et al.* Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** v. 40, n. 2, p. 192-196, 2007.

Artigo aborda a sazonalidade e as características regionais da incidência da dengue, entre outras características da doença.

Pastoriza, T. B.; Silva, E. N. O ensino interdisciplinar do tema dengue. **Hygeia**, v. 10, n. 18, p. 71-81, 2014.

O artigo destaca uma proposta interdisciplinar de ensino da temática dengue, com enfoque na geografia da saúde.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. E. M.; BEZERRA, J. M. T.; AMÂNCIO, F. F.; PASSOS, V. M. A.; CARNEIRO, M. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do *Global Burden of Disease Study* 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. 1, p. 205-216, 2017.

BARRETO M. L, TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Ministério da Saúde alerta para aumento de 149% dos casos de dengue no país**. Brasília, DF, 2019a. Disponível em: http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45257-ministerio-da-saude-alerta-para-aumento-de-149-dos-casos-de-dengue-no-pais. Acesso em: 21 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Dengue:** sintomas, causas, tratamento e prevenção. Brasília, DF, 2019b. Disponível em: http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue. Acesso em**:** 21 ago. 2020.

BRASSOLATTI, R. C; ANDRADE, C. F. S. A avaliação de uma intervenção educativa na prevenção da dengue. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7 n. 2, p. 243- 251, 2002.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

OLIVEIRA, S. L.; CARVALHO, D. O.; CAPURRO, M. L. Mosquito transgênico: do paper para a realidade. **Revista da Biologia**, v. 6b, p. 38-43, 2011.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.

CAPÍTULO 6

Estudo de Caso: piquenique peçonhento

Fernanda Rebeschini Nascimento e
Thaís Fernanda de Aquino Correia

As férias de verão estão chegando ao fim, o momento ideal para organizar um piquenique com os amigos e aproveitar os dias ensolarados. Brenda mora em um bairro com um grande parque municipal situado ao lado de sua casa, que tem localização privilegiada, em uma área muito arborizada, com diversas plantas nativas e exóticas.

Ela chamou seus melhores amigos do colégio, Marcela, Caio e Felipe, para um piquenique no parque. Todo mundo confirmou o passeio no sábado à tarde e, ao chegarem ao parque municipal, passando pela guarita de segurança, Manoel, funcionário do local, os recepcionou:

— Boa tarde! Hmmm... Piquenique? Que legal! Espero que aproveitem o passeio, mas preciso alertá-los sobre algo.

— Boa tarde, Manoel. Pode falar! – disse Marcela.

— Por favor, peço que não deixem lixo por aí. Ele atrai ratos e, consequentemente, outros animais.

— Pode deixar, Manoel. Iremos limpar tudo que sujarmos – respondeu Felipe.

— Obrigado! Aproveitem o dia de sol.

Brenda levou uma toalha grande, colocou-a sobre a grama, com os alimentos em cima. Após comerem bolo, sanduíches, torrada com geleia de morango e *snacks* de batata, estavam todos satisfeitos. Sentaram para fazer a digestão com calma. Marcela, arrumando o cabelo, falou para Brenda:

— Vamos tirar uma foto nossa?

— Pega meu celular aí na bolsa, por favor? Está do seu lado.

— Vou pegar sim, disse Marcela, levantando-se para ir até a bolsa.

Para a foto ficar em um ângulo diferente e criativo, Brenda sugere que todos deitem na grama.

Após tirar as fotos, Marcela começa a sentir uma dor intensa em seu calcanhar, acompanhada de marcas, vermelhidão no local e gotas de suor. Aparentemente, algum ser vivo passou por ali. Marcela está em estado de alerta e comunica ao grupo de amigos:

— Acho que fui picada por algum bicho!! Nossa, como isso dói! Vou chamar o Manoel, ele vai saber o que fazer.

— Não precisa, Marcela. O Manoel é o novo segurança do parque, não sei se ele pode nos ajudar – respondeu Brenda.

— Eu lembro que em um vídeo um cara chupou o local da picada. Assim, o veneno sai da sua pele. Faz sentido, não? – Felipe disse e complementou rindo: — Fim de semana eu vi o filme: "Homem Aranha: no Aranhaverso", no cinema. Se for uma aranha, eu acho que você vai virar outra aranha já, já.

— Para de graça, Felipe, hora de fazer piada não é essa! – afirmou Brenda. – E outra, nem sabemos que animal foi, pode não ter sido aranha.

— Eu ainda acho que deveríamos falar com o Manoel, saindo daqui eu vou perguntar para ele o que fazer. Aliás, vamos embora? – perguntou Caio.

Todos começam a arrumar as coisas para partir. Na saída, passando pela guarita de segurança, Caio conta o incidente para Manoel.

Se você fosse Manoel, diante da situação de Marcela, quais animais você indicaria como sendo possíveis causadores do problema? Argumente a favor daquele que seria o mais provável.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O caso permite que o aluno reflita diante da situação de Marcela e força a tomada de decisão, a qual deve ser defendida com coerência. Dentro da visão de Manoel, é possível pensar em respostas distintas, criando questionamentos como: Qual seria o animal responsável pelos sintomas descritos? E qual seria a melhor ação mediante o ocorrido? Como identificar o animal?

O diálogo dos personagens é marcado por ações como o ato de fazerem poses para tirarem fotos, e uma visita ao parque municipal, permitindo aproximação do leitor com a história, tornando-a possível de relacionar-se com o cotidiano dos alunos.

Os acidentes com animais peçonhentos chamam atenção e são atuais, fazendo parte da esfera da saúde pública a nível nacional. A Organização Mundial da Saúde (OMS) incluiu tal incidente na lista de doenças, como parte das tropicais negligenciadas no Brasil. Essa lista reúne enfermidades erradicadas ou em processo

de erradicação em países desenvolvidos, mas que ainda permanecem em países em desenvolvimento (MACHADO, 2016). Acidentes que envolvem animais peçonhentos constituem-se em um problema de saúde pública, especialmente, em regiões tropicais do mundo, como o Brasil. Tais acontecimentos, em muitos casos, devem-se às ações antrópicas, que provocam constantes alterações que impactam positiva ou negativamente os ambientes onde estas espécies habitam, além das atividades biológicas e comportamentais desses animais (BRAZIL *et al.*, 2009). Consequentemente, os fatores como desmatamento, poluição, esgoto, defensivos agrícolas, manejo inadequado do solo e uma infinidade de atitudes não planejadas obrigam os animais a migrarem para regiões urbanas, terrenos abandonados, construções e locais com disponibilidade de matéria orgânica, no intuito de encontrar moradia e alimentação. Esta mudança dos hábitos deixa a população humana vulnerável aos ataques de defesas desses animais (COSTA, 2011).

No Brasil, praticamente todos os anos, há acidentes envolvendo esses animais, levando as vítimas a óbito ou causando sequelas graves. Cabe ressaltar que tais acidentes estão aumentando com o passar do tempo, refletindo em questões econômicas, clínicas e sociais. Apesar de haver uma grande diversidade de espécies que são consideradas peçonhentas, os acidentes com serpentes, escorpiões e aranhas representam a maior parcela. Estima-se que há, aproximadamente, 1,8 milhão de acidentes por envenenamento no Brasil e 94 mil casos resultam em morte, representando, assim, a segunda maior causa de envenenamento no país, sendo a primeira o uso de medicamentos. Dentre os acidentes com os referidos animais: 12,6% são registrados com escorpiões; 4,6% com serpentes; e 3,8% com aranhas, que, apesar de muitas vezes negligenciados, configuram-se como um risco à saúde da população (SANTANA; SUCHARA, 2015).

Os animais peçonhentos são aqueles que possuem uma glândula de veneno e são capazes de injetá-los em suas presas ou predadores; estando tal característica relacionada ao fato de possuírem ferrão, aguilhão, dentes modificados ou quelíceras. Na grande maioria dos casos, o envenenamento desenvolve-se de duas maneiras distintas, sendo elas: sistêmica ou cutânea. Os sintomas são diversos e dependem de cada espécie, em alguns casos são marcados por dor intensa, febre, vômitos, náuseas, dores de cabeça, necrose, sudorese, ardência, vermelhidão e, até mesmo, uma atividade inflamatória complexa, seguida de uma infecção (BRASIL, 2001).

Portanto, é importante conhecer o perfil epidemiológico de cada espécie, reforçando-se a prevenção a acidentes por envenenamento com esses animais. O conhecimento da ação do veneno e os efeitos gerados auxiliam na identificação do gênero envolvido e facilitam a seleção do antídoto correto. O tratamento, quando realizado de forma adequada, é muito eficiente na neutralização da ação

do veneno no organismo da vítima. Portanto, é essencial seguir as orientações de um especialista, a partir de um atendimento adequado, visando à diminuição do tempo de ação dos sintomas (BRASIL, 2001).

Segundo o Conselho Regional de Farmácia de São Paulo (CRF-SP), os profissionais de saúde sabem identificar a natureza de infecções e selecionar a medicação específica para cada caso. No entanto, a população leiga, muitas vezes, se automedica para tratar pequenas infecções, resultando nisto, o perigo. Casos individuais podem atingir consequências clínicas e econômicas, com o aumento da mortalidade, afetando a população como um todo.

FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

O caso possui como fonte de inspiração o filme "Homem Aranha: no Aranhaverso", lançado no ano de 2019. No filme, há uma cena em que um adolescente é picado por uma aranha, abordando sucintamente a ação do veneno no sistema imunológico. O fato de o filme ser recente e presente na vida dos alunos, torna interessante a sua utilização para despertar o interesse do público-alvo e, então, levantar uma discussão sobre os efeitos do envenenamento por animais peçonhentos.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

Trata-se de uma proposta para o primeiro ano do ensino médio, na disciplina de biologia, em duas aulas com duração de 50 minutos cada.

Aula 1: a primeira aula será dedicada à apresentação de um pequeno trecho do filme: "Homem Aranha: no Aranhaverso", e, a seguir, à entrega do caso. Os alunos serão divididos em grupos de cinco membros, o professor lerá o caso, esclarecendo as palavras e expressões não conhecidas. Também fará a leitura das instruções, a fim de identificar qual(is) é(são) o(s) problema(s) em pauta no caso, presentes em um roteiro pré-estabelecido, entregue para cada grupo. O objetivo geral da aula é que o aluno familiarize-se com o caso e comece a refletir acerca de possíveis soluções, a serem apresentadas e discutidas na segunda aula. Ao final da primeira aula, serão disponibilizados 20 minutos aos grupos para pesquisa *online* em relação ao tema. O produto da pesquisa, junto ao material de base disponibilizado pelo professor (descrito a seguir, no tópico "Para saber mais"), serão referenciais para nortear a construção das respostas.

Aula 2: a segunda aula será iniciada com metodologia pautada no modelo *World Cafe*, o qual é um processo participativo com o objetivo de trabalhar a diversidade e promover a inteligência coletiva, por meio de diálogo em grupos

(SCHIEFFER; ISAACS; GYLLENPALM, 2004). A turma continuará dividida em agrupamentos produtivos, compostos por cinco alunos. Cada grupo sentará em uma mesa e receberá uma cartolina grande e *post-it*. Os alunos terão que fazer rodadas de discussão com duração de dez minutos. A cada rotação, um aluno desloca-se para um grupo distinto, com intuito de fazer comentários e participar na construção de *insights,* com base nas diferentes respostas e, assim, os grupos farão os registros na cartolina, utilizando os *post-it*. O professor irá circular entre as mesas para fazer inserções que adicionem outros olhares sobre a temática. Ao final da rotação, o professor mediará uma discussão coletiva e organização dos pontos discutidos com a construção das hipóteses na lousa, facilitando a visualização coletiva das informações construídas durante a aula, por cada grupo. O professor colocará na lousa os dados, seguido da conclusão e a/as justificativas que levaram à construção da conclusão, com base no modelo da estrutura do argumento de Toulmin (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014).

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Os materiais didáticos necessários para a aplicação do caso serão: roteiro pré-estabelecido com instruções e objetivos, cartolinas, canetinhas, *post-it*, computadores com acesso à internet e projetor multimídia para a exibição do trecho do filme "Homem Aranha: no Aranhaverso", além de textos e artigos referentes à temática. O material será disponibilizado conforme as etapas de aplicação do caso.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- retomar e/ou conhecer os animais peçonhentos em nosso país, dentro de sua classificação biológica;
- entender as diferentes ações dos distintos venenos no corpo humano, junto aos mecanismos de inoculação de veneno de diferentes animais;
- entender a problemática acerca do tema atual "Acidentes com animais peçonhentos em áreas urbanizadas", a fim de compreender e avaliar perspectivas que a compõem e construir uma solução com argumentos válidos;
- relacionar o assunto do caso com áreas distintas, tais como: saneamento básico e serviço público, acidentes com animais peçonhentos, classificação e reconhecimento dos animais peçonhentos, medidas de prevenção e tratamento para cada caso;
- desenvolver a criticidade e a capacidade de argumentação de forma fundamentada;
- aprimorar a habilidade de trabalhar em grupo, compartilhar informações, organizar pontos de vista e obter respostas coletivas.

POSSÍVEIS CAUSAS DO PROBLEMA

Causa 1: abelhas

Uma causa possível seria a interpretação de que animais mais comuns, presentes em áreas urbanas, poderiam ocasionar esse acidente. É o caso das abelhas, que pertencem ao grupo dos insetos voadores e sua presença em áreas arborizadas é recorrente, uma vez que se alimentam de pólen e néctar. Algumas espécies são mais agressivas e possuem ferrões. O ataque ocorre quando elas se sentem ameaçadas, picando para defender-se. A sua picada dói imediatamente, causando irritação no local. Se esse fosse o animal em questão, ou seja, causador do problema do caso, o tratamento envolveria a remoção do ferrão, limpeza da área atingida e compressas com água fria. Também pode-se ingerir analgésicos para aliviar a dor (GUIA DE BOLSO, 2015).

Causa 2: lacraias e aranhas armadeiras

Fazer um breve levantamento de dados, comparando os sintomas descritos no texto com os apontados na literatura, com a possibilidade de chegar-se à conclusão de que poderia ser algum animal peçonhento o causador do problema do caso. Estes, ao inocularem seu veneno na vítima, causam sintomas semelhantes aos descritos. Nessa perspectiva, espécies de dois gêneros, lacraia e aranhas armadeiras, seriam prováveis.

As lacraias também são conhecidas por centopeias e possuem veneno muito tóxico para os seres humanos. Existem muitas histórias sendo contadas sobre tais animais, porém, não há registros de mortes ou graves acidentes relacionados ao gênero. Os sintomas são marcados por dores muito fortes, inchaço, também podem ocasionar febre, calafrios, suores, tremores e uma pequena ferida. Se o acidente em questão tivesse sido causado por esse animal, o tratamento iria envolver apenas o uso de analgésicos e anestésicos, além da aplicação de compressas, uma vez que não existe o antídoto (BARROSO *et al.*, 2001).

Já a aranha armadeira é um animal agressivo e, ao sentir-se ameaçado, coloca-se em posição de ataque. Uma intensa dor surge imediatamente após a picada. Além disso, a vítima pode sentir um aumento dos batimentos cardíacos, suor excessivo, vômitos, diarreia, pressão arterial elevada e agitação. Se o animal suspeito fosse a aranha armadeira, o tratamento deveria ser a base de anestésicos injetáveis para alívio da dor, e se, após três horas da aplicação, surgissem os sintomas mais graves, seria necessário o uso de soro (GUIA DE BOLSO, 2015).

A lacraia tem hábitos noturnos, além de ser encontrada em locais úmidos e escondidos. Por ser maior que a aranha, é facilmente percebida. Em contraposição,

a aranha armadeira, possui hábitos diurnos e noturnos, pois sai para acasalar-se, procurar alimentação e abrigo. Além disso, são agressivas quando se deparam com alguma situação de estresse. Assim, é mais provável que seja esse o animal em questão, no caso dado (GUIA DE BOLSO, 2015).

PARA SABER MAIS

Cardoso, J. L. *et al.* Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, n. 6, p. 338-338, 2003.

O artigo trata da abordagem da biologia clínica e terapêutica dos acidentes envolvendo animais peçonhentos nativos do Brasil, além de apresentar textos sobre ofidismo, aracnidismo, animas aquáticos e insetos.

Lervolino, M. **Picadas ou mordeduras por animais peçonhentos**. São Paulo: Hospital Israelita Albert Einstein, 2017. Disponível em: https://www.einstein.br/noticias/noticia/picadas-e-mordeduras-por-animais-pe%C3%A7onhentos. Acesso em: 21 ago. 2020.

O texto trata dos acidentes relacionados às picadas de cobras, sendo indicados alguns sintomas, medidas que devem ou não ser tomadas, além de características dos venenos das cobras.

REFERÊNCIAS

BARROSO, E.; HIDAKA, A. S. V.; SANTOS, A. X.; FRANÇA, J. M.; SOUSA, A. M. B.; VALENTE, J. R.; MAGALHÃES, A. F. A.; PARDAL, P. P. O. Acidentes por centopeia notificados pelo "Centro de Informações Toxicológicas de Belém", num período de dois anos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 6, p. 527-530, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001.

BRAZIL, T. K.; PINTO-LEITE, C. M.; ALMEIDA-SILVA, L. M.; LIRA-DA-SILVA, R. M.; BRESCOVIT, A. D. Aranhas de importância médica do estado da Bahia, Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 79, n. 1, p. 32-37, 2009.

COSTA, B. C. **Fatores de risco para acidentes com escorpiões**: uma revisão de literatura. 2011. Monografia (Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

GUIA de bolso: animais peçonhentos. Edição comemorativa do sesquicentenário de Vital Brasil Mineiro da Campanha. Belo Horizonte: Fundação Ezequiel Dias, 2015. Dispo-

nível em: http://www.vitalbrazil.rj.gov.br/arquivos/guia-bolso-funed.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

HOMEM Aranha: no Aranhaverso. Direção: Bob Persichetti, Peter Ramsay e Rodney Rothman. Nova York: Sony Pictures, 2018. 1 filme (117min), son., color. Título original: Spider-Man: into the Spider-Verse.

MACHADO, C. Um panorama dos acidentes por animais peçonhentos no Brasil. **Journal Health Npeps**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2016.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S.L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 147–170, 2014.

SANTANA, V. T. P.; SUCHARA, E. A. Epidemiologia dos acidentes com animais peçonhentos registrados em Nova Xavantina-MT. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 5, n. 3, p. 141-146, 2015.

SCHIEFFER, A.; ISAACS, D.; GYLLENPALM, B. The World Cafe: part two: transformation. **World Business Academy**, v.18, n. 21, 2004.

CAPÍTULO 7

Estudo de Caso: tudo vira adubo?

Dafner Cristina Vida Gonçalves e Lucimar Polo

Mario tem 58 anos, trabalha no setor de manutenção e jardinagem da organização social Girassol, que desenvolve atividades com crianças de seis a 17 anos no contraturno escolar. Dentre atividades de artes e cultura, os educandos participam também dos cuidados de uma horta, realizando o plantio, manejo e colheita de alimentos, no entanto, ainda sem um trabalho efetivo de educação ambiental.

Mario é também o responsável por manter um espaço proposto ao desenvolvimento de uma compostagem, onde coloca vários tipos de materiais, entre eles, a vegetação residual do corte da grama e poda da área externa. Ao coletar esses materiais, carrega junto pequenos resíduos plásticos que embalam doces e peças plásticas, como brinquedos quebrados e tampas de refrigerante descartadas de forma inadequada pelas crianças. Além disso, os demais participantes do projeto, sem a instrução adequada, descartam materiais diversos nessa caixa, encarando-a como lixeira.

Passado um tempo da construção da composteira, ele, com seu conhecimento tradicional, entende que pode colocar o material gerado sobre os canteiros como adubo, e assim o faz.

Após alguns meses, a coordenadora da organização social contrata a educadora ambiental, Joana, para que se desenvolvam atividades relacionadas ao meio ambiente, que vão além dos cuidados com a horta. Em sua visitação ao espaço de trabalho, ela observa tamanha mistura de materiais na composteira e pergunta ao Mario:

— É comum brotar girassol dessa compostagem?

Ele responde:

— Sim! Eu coloco a grama que eu corto e as folhas das podas aí para fazer adubo!

— Que bacana, Mario. É importante fazer compostagem, mesmo. Mas o senhor não coloca as cascas de frutas e legumes que sobraram da cozinha aqui?

— Não coloco não, as cozinheiras que cuidam disso lá.

Joana volta a perguntar:

— Observei que tem alguns papéis de bala e outras embalagens plásticas também. Quem coloca isso aqui?

— As crianças, mas não tem problema né, depois desfaz tudo...

— Na realidade, Mario, esses materiais demoram muito para desfazer-se, assim, não contribuem efetivamente para a compostagem. Posso lhe dar algumas dicas de como melhorar a qualidade da sua compostagem. O que o senhor acha?

— É mesmo? Eu não fazia ideia. Achava que tudo que fosse jogado aqui, formaria o adubo. Claro, ajuda é sempre bem-vinda.

Indique para o Mario materiais mais adequados para formação de um composto de melhor qualidade e argumente a favor de um conjunto deles. Proponha também outras maneiras possíveis de reaproveitamento de resíduos orgânicos.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Trata-se de um caso estruturado, com problema claro e questão direta, proposto em uma narrativa composta por dilemas. Esta apresenta incentivo à familiarização do tema, por meio de uma referência próxima à realidade dos alunos, abordando fatos e valores e respeitando o que sugere Herreid (1998).

Mario é um senhor de meia idade, sem formação superior, que trabalha com manutenção e jardinagem, baseado em seus conhecimentos tradicionais. O caso retrata a recorrente situação de falta de conhecimento técnico sobre diferenciação de resíduos e formas de aproveitamento, provocando a reflexão do quanto o nosso lixo é volátil e não está sendo reaproveitado.

Tal abordagem é relevante, pois o problema do lixo, que parece ter sido resolvido com a coleta porta a porta e implementação de aterros sanitários, com o desenvolvimento da cultura de consumo associada à revolução industrial no início do século passado, na verdade, só aumentou.

Os aterros sanitários implantados estão hoje sobrecarregados. Devido à falta da separação dos resíduos, estes recebem mais material do que o previsto, não comportando, assim, a demanda, fazendo com que precisemos destinar mais terra à construção de outros aterros. Desta forma, todo o resíduo gerado pela população é mascarado, poupando as pessoas de lidarem com a situação real. Em média, cada pessoa gera 1,2kg de lixo por dia (resíduo sólido urbano), de tudo aquilo que ela consome, sendo as cidades hoje responsáveis por 1,3 bilhões de toneladas de resíduo sólido urbano ao ano, com a previsão que este número tor-

ne-se 2,2 bilhões até 2025 (ASSAD, 2016). Aumento este que é espelhado também nos custos necessários para administrar esses resíduos.

Diante disso, alguns pesquisadores sugerem que se reconceitue esse lixo para resíduos (aqueles que podem ser reaproveitados) e rejeitos (os não reaproveitáveis). No Brasil, existe maior visibilidade para o aproveitamento de materiais inorgânicos, olhar esse vindo da indústria, por ser um material mais barato e economicamente viável de ser usado como matéria-prima para a fabricação de novos materiais e embalagens. Já os resíduos orgânicos apresentam um índice de 64% de descarte em países pobres. A presença desse material em lixões e aterros sanitários é também responsável pelo aumento de problemáticas ambientais, pois possuem uma decomposição anaeróbia, que gera gases responsáveis pelo aquecimento global, como o metano, e contaminam o solo e a água com o escoamento de chorume, resíduo líquido que é produto da decomposição de matéria orgânica (FEHR, 2016). Os resíduos orgânicos representam 55% de todo o resíduo sólido gerado no Brasil (ASSAD, 2016).

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração veio da observação e do incômodo de nós, educadoras e autoras do caso, em relação ao comportamento dos nossos educandos com a naturalização de descarte de lixo em qualquer lugar, e o hábito das instituições de ensacar os resíduos sem distinções, incluindo até as folhas secas do jardim e resíduos vindos da cozinha.

A segunda fonte de inspiração foi o artigo intitulado "Lixo: uma ressignificação necessária", publicado em dezembro de 2016 na revista Ciência e Cultura. Este aborda a necessidade de repensar-se conceitos como resíduo e rejeito, assim como o consumo que gera este ambiente de exagero e descarte.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso proposto pode ser aplicado ao sétimo ano do ensino fundamental, pois o conteúdo programático apresenta a função dos fungos e bactérias como decompositores na cadeia alimentar. Assim, sua aplicação permite desenvolver uma visão real sobre o descarte, além da abordagem de um tema transversal, que é trabalhar a reciclagem dos resíduos orgânicos do cotidiano escolar. São previstas a utilização de seis aulas, com duração de 50 minutos, e um período a ser concebido para uma visita técnica.

Aula 1: propor a organização da turma em grupos menores que receberão cópias do texto utilizado, como base de discussão do caso. Em seguida, realizar a leitura demarcando pontos de ressalva, para discussão final.

Aula 2: os grupos formados na aula anterior deverão caminhar pelo espaço da escola, tomando nota das observações relacionadas às questões residuais do local, desde a presença de lixeiras, até formas de separação e destinação desses materiais.

Aula 3: visita técnica a uma usina de compostagem.

Aula 4: reconhecimento de modelos de reaproveitamento de resíduos orgânicos, por meio da elaboração de possíveis técnicas de compostagem, disponibilizando materiais para que estes possam desenvolver testes, como baldes que propiciem a simulação de minicompostagem.

Aula 5: apresentação do vídeo "Clarêncio, o Otimista: Minhocário", temporada dois, episódio 28. Em seguida, serão discutidas as possibilidades de compostagem, possíveis erros relacionados ao vídeo, viabilidade de execução em diferentes realidades e elaboração de possíveis soluções para o caso.

Aula 6: os grupos deverão apresentar as soluções encontradas para ajudar Mario e responder o problema final do caso.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópias do caso para todos os integrantes da turma, locação de transporte para visita técnica à usina de compostagem, um balde plástico por grupo (a serem reutilizados de produtos consumidos na própria escola, para que os grupos possam realizar testes das suas soluções propostas), além de projetor multimídia para apresentação do vídeo e dos projetos, cartolinas e canetas coloridas.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- desenvolver sentimento de corresponsabilidade socioambiental e reconhecer-se como agente de mudança;
- reconhecer e identificar problemas e impactos ambientais;
- desenvolver a habilidade de solucionar problemas e instigar o espírito investigativo;
- valorizar a observação como ferramenta de estudo;
- desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo;
- desenvolver a expressão oral;

- interpretar dados científicos e desenvolver projetos socioambientais;
- desenvolver criticidade em relação ao consumo e olhar para o "lixo" como recurso;
- reconhecer a importância de trabalhadores da coleta de resíduos como agentes de mudança ambiental;
- distinguir materiais orgânicos e sintéticos, além de compreender o ciclo de renovação e reaproveitamento desses materiais.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: compostagem aeróbica individual ou coletiva (permeável e impermeável)

A proposta de solução ao caso mais plausível é a compostagem aeróbica, podendo esta ser permeável, ou seja, realizada diretamente sobre o solo, ou impermeável, que, geralmente, é feita em caixas, ou sobre um piso de alvenaria, havendo na segunda, a necessidade de tampar para que não encharque o processo durante períodos de chuvas.

Esta proposta consiste na transformação da matéria orgânica em composto, colocando nela todo o resíduo orgânico proveniente das cozinhas e momentos de alimentação, material esse que deve ser estritamente livre de óleo, não podendo adicionar também papel higiênico. Exige um controle e manutenção da umidade, adicionando água quando muito seco, e folhas secas, serragem ou jornal, naqueles que possuírem excesso de umidade. O reviramento periódico e trituração do material resultam na aceleração do processo de decomposição, o qual terá a obtenção do composto mais rapidamente. O período de produção desse adubo gira em torno de 40 a 60 dias (CARDOSO; CARDOSO, 2016).

Resolução 2: compostagem aeróbica por usinagem (poder público)

O processo de decomposição nesse tipo de solução é igual ao da compostagem aeróbia, no entanto, esse é feito em larga escala, submetendo toneladas de matéria orgânica a ele. Esse material é previamente triado, para garantir que não tenha junto dele materiais inorgânicos, incluindo apenas resíduos de origem vegetal e animal. Para aceleração da decomposição, os resíduos são triturados, distribuídos em montes a céu aberto, até que a decomposição seja concluída e tenha-se o adubo (GODOY, 2010).

Resolução 3: minhocário

Esta solução possui um processo muito semelhante ao da compostagem aeróbica, diferenciando-se, especialmente, pela presença de minhocas. Estes indi-

víduos aceleram o processo de transformação da matéria orgânica em adubo, e a técnica proporciona um aproveitamento do produto líquido gerado, chamado chorume, que também é considerado um fertilizante natural. Porém, esse processo requer maiores cuidados, apresentando esses animais (minhocas) intolerância a certos alimentos, como frutos cítricos e ácidos, carnes e alimentos cozidos no geral, óleo e papel higiênico, pois podem alterar o ambiente de vida deles.

O minhocário é elaborado com o uso de três caixas ou baldes plásticos, colocados um sobre o outro, sendo o da base onde ficará armazenado o chorume, e as caixas acima apresentando seus fundos furados, permitindo que as minhocas circulem por elas de acordo com a demanda de decomposição. Quando a primeira está cheia e com o processo adiantado, os alimentos devem ser colocados na caixa/balde superior para o qual elas se deslocarão e iniciarão um novo processo de decomposição (CARDOSO; CARDOSO, 2016).

Resolução 4: biodigestores

Nesse processo são colocados no biodigestor os restos de alimentos, restos de podas e fezes de animais acrescidos de água. Todo esse material orgânico é decomposto por bactérias anaeróbicas, gerando gás e adubo. O gás produto deste processo é o metano, que é utilizado como combustível em fogões ou geradores de energia elétrica, e o resíduo sólido restante no biodigestor também pode ser utilizado como fertilizante (PAIXÃO; BATISTA; CRUZ, 2019).

Resolução 5: distribuição do lixo orgânico para reflorestamento

Dentre as propostas de reaproveitamento de resíduo orgânico possíveis existe também o uso desse material como recurso de recuperação de solo degradado em processos de reflorestamento. Um exemplo é o despejo do material sobre o solo esgotado, que será introduzido e distribuído com o uso de tratores esteiras, seguidos pelos tratores grade pesada, que irão revolver esse solo e incorporar o resíduo nele. Após um tempo de repouso de aproximadamente quatro meses, esta terra está pronta para plantio, quando, em uma média de dois anos, terá indivíduos vegetais nativos produzindo sementes, flores e frutos. Este tratamento evita a exposição do solo ao sol, recompõe seus nutrientes e protege os corpos d'água, recuperando então a qualidade do solo degradado (CARDOSO; CARDOSO, 2016).

PARA SABER MAIS

Andrade, I. E. J.; Gallo, E. A. Um pouco da história do lixo. **Revista Ciência Hoje das Crianças**, v. 297, 2019.

O artigo discute algumas questões envolvendo o lixo, como a sua destinação e a higiene pública. Ainda apresenta informações relacionadas à história do lixo.

MAN. Direção: Steve Cutts. [Londres]: Steve Cutts, 2012. 1 vídeo (4min), son., pb.

A curta metragem ilustra a relação humana com o meio ambiente por meio do consumo, incluindo indústrias alimentícias, cosméticas e têxteis, a relação com os outros seres vivos, a poluição e desmatamento, levando a um processo reflexivo sobre as atividades destrutivas praticadas atualmente pela sociedade.

REFERÊNCIAS

ASSAD, L. Lixo: uma ressignificação necessária. **Revista Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 22-24, 2016.

CARDOSO, F. C. I.; CARDOSO, J. C. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impacto. **Revista Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 25-29, 2016.

FEHR, M. A reciclagem de resíduos biodegradáveis municipais é viável. **Revista Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 44-45, 2016.

GODOY, J. C. **Compostagem**. São Carlos: Biomater, 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf. Acesso em 21 ago. 2020.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

PAIXÃO, V, V. M.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, p. 351-359, 2019.

CAPÍTULO 8

Estudo de Caso: o que vem depois da lama?

Fabiana Luca Alves e Gleici Branco

Nada mais era como antes, caminhar por aquelas ruas de Mariana, município localizado no estado de Minas Gerais, causava uma mistura de emoções no coração do senhor Bento. Nascido na referida cidade, pescador, ele estava afastado de suas atividades, andava com tristeza e com medo de um novo desastre a qualquer momento. No entanto, mantinha dentro de si a força necessária para recomeçar. Foi em meio a todos esses sentimentos que Bento encontrou-se com Dona Rita:

— Tarde, Dona Rita! Que bom ver a senhora aqui na vizinhança!

— Boa tarde, Bento Rodrigues! Também estou feliz em conseguir sair de casa, porque olha, passei por uns maus bocados.

— Uai, como assim? A senhora está bem?

— Agora estou bem sim, mas *cê* acredita que passei a semana toda de molho em casa por causa de um danado de um bichinho? Tive dengue, senhor Bento! Fiquei mole que só, num cansaço, dor no corpo e umas bolinhas vermelhas na pele. O médico disse que eu tinha que ficar em repouso e fiquei dentro de casa, porque com saúde não se brinca.

— Que coisa estranha, Dona Rita. Nunca tinha ouvido falar dessa tal de dengue por aqui, mas desde a semana passada a senhora é a quarta pessoa que me fala que teve a doença. Sem contar aquela tal de febre amarela, fiquei sabendo de uns dois casos aqui na vizinhança, também. Parece que desde que a barragem de Mariana se rompeu, as coisas estão mais difíceis para a gente. Primeiro, foi toda aquela lama, depois, nossa gente sem casa, e agora, essas doenças. O pior de tudo: pouco é feito por nós que ficamos aqui.

— É, Bento, todo nosso sofrimento já virou passado para aqueles engravatados. Só quem vive aqui sabe o que a gente passou e passa.

— Ah, Dona Rita, isso me revolta! A senhora quer saber de uma coisa? Eu vi no jornal que tem um lugar de pesquisas e vou agora mesmo entrar em contato com algum doutor de lá para eles estudarem o que está acontecendo e nos ajudarem a entender a razão dessas doenças aparecerem por aqui depois do rompimento da barragem. Venho trazer as novidades assim que souber! Estimo melhoras!

Imagine que você é biólogo em uma instituição de pesquisa de renome nacional e recebeu um e-mail do senhor Bento Rodrigues pedindo por estudos na região onde ele vive. Apresente ao menos duas possíveis causas para o aumento da incidência de doenças como a dengue e febre amarela nas regiões de Minas Gerais atingidas pelo rompimento da barragem, e argumente a favor da causa mais provável.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A narrativa possui características descritas por Herreid (1998), como típicas de um bom caso. Em primeiro lugar, trata-se de um assunto atual, uma vez que traz à luz os desastres em Minas Gerais, que ocorreram em 2015, na cidade de Mariana, e em 2019, na cidade de Brumadinho (CHAGAS, 2019). Além disso, o caso aborda os surtos de dengue e febre amarela que foram – e são – manchetes diárias no Brasil. Desta forma, abrange tanto as questões ambientais, quanto de saúde pública, sendo, portanto, de interesse da população, já que os números dessas doenças a cada dia aumentam e tornam-se comuns nessa área.

Outro ponto da narrativa é a forte empatia desenvolvida pelos personagens, a qual é criada a partir dos diálogos e, também, pela própria história e inserção social dos mesmos. Bento Rodrigues e Rita são moradores da área atingida pelo rompimento da barragem e sofrem as consequências do evento de 2015. O caso ainda apresenta um caráter pedagógico ao permitir a possibilidade de relacioná-lo com várias temáticas, entre elas: equilíbrio ecológico, cadeia alimentar, sintomas e medidas profiláticas de doenças infecciosas. Por fim, a problemática gera incômodo, questionamentos e possibilita a construção de uma crítica socioambiental por parte dos alunos.

A dengue e a febre amarela são arboviroses, transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* em regiões urbanas. É importante ressaltar que a febre amarela silvestre é transmitida por outros dois gêneros: *Haemagogus* e *Sabethes* (LIMA, 2017). O Brasil há décadas vive uma epidemia de dengue e, a cada ano, ela agrava-se mais. Segundo o Ministério da Saúde, em 2019, houve um aumento de 339,9% em abril de pessoas infectadas, em relação ao mesmo período no ano anterior. Já em relação à febre amarela silvestre, desde dezembro de 2016, o país vive um dos maiores surtos, com ocorrência predominante nos estados de Minas Gerais e Espirito Santo (CAVALCANTE; TAUIL, 2017). Nesse sentido, o caso possui como

tema central a relação existente entre as ocorrências de desastres ambientais e o aumento da proliferação de doenças infecciosas transmitidas por vetores. Dados têm demonstrado existir uma correlação entre as regiões afetadas e a proliferação dessas doenças. De acordo com o Ministério da Saúde e o Instituto Saúde e Sustentabilidade, em 2017, houve aumento de 3000% no número de pessoas infectadas por dengue na região do desastre, após o rompimento da barragem. Ainda, na entrevista conduzida por Renata Augusta sobre as consequências do desastre da Vale em 2017, as cidades com dados das doenças são aquelas próximas ao curso dos rios da Bacia do Rio Doce, cujas nascentes estão em Minas Gerais.

Todavia, ainda há uma escassez de estudos para tentar explicar essas assertivas (CHAME, 2015). De acordo com Abdalla e Chame (2017), as evidências da convergência desses fatores para o atual evento epidemiológico ainda apresentam muitas perguntas e lacunas para serem respondidas, principalmente em relação aos casos de febre amarela silvestre. Para Campos *et al.* (2018), essas enfermidades são resultantes da intensa modificação do bioma natural, levando mosquitos e hospedeiros vertebrados a migrarem para outros habitats, infectando animais e humanos com efeitos danosos.

Sabe-se que quando ocorre um dano ambiental é difícil prever os impactos dessas ações no que diz respeito à saúde coletiva. Diante desse cenário, é fundamental entender os mecanismos envolvidos na problemática, para que políticas públicas possam ser desenvolvidas de maneira eficaz para a população.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração para a produção do caso foi a leitura de duas notícias intituladas "Dengue em Barra Longa (MG) aumentou em 3000% após desastre" e "Para bióloga, surto de febre amarela pode ter relação com tragédia de Mariana". O crime ambiental da Samarco, referente à quebra da barragem em Mariana (DUARTE, 2016), e o crescente aumento do número de pessoas infectadas pela dengue e febre amarela, desde o final de 2015 nessa região, fizeram com que pesquisadores investigassem de forma mais detalhada a proliferação de tais doenças, o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* e a relação com o desastre ecológico.

A primeira reportagem foi publicada pela Globo News em abril de 2017 e revela os dados de um relatório do Ministério da Saúde, além de apresentar um estudo do Instituto Saúde e Sustentabilidade, mostrando os efeitos do rompimento da barragem na saúde dos moradores locais, bem como o aparecimento dos primeiros casos de dengue logo após o vazamento, em dezembro de 2015, e o aumento no número de casos nos meses seguintes.

A segunda, é uma reportagem do Estadão publicada em janeiro de 2017, na qual a bióloga Márcia Chame, da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), levanta a hipótese de tal relação. A suspeita da bióloga deve-se ao fato de que as cidades com pacientes que apresentam os sintomas de febre amarela estão localizadas ao longo do curso do Rio Doce, afetado pelo rompimento da barragem. Segundo ela, o impacto ambiental causa efeitos diretamente na imunidade dos animais, incluindo os macacos, que podem ficar mais suscetíveis à doença.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso poderá ser estudado em nove aulas, sendo três aulas de 50 minutos e três aulas de 100 minutos. O público-alvo para execução dessa atividade é formado por alunos do terceiro ano do ensino médio.

Aula 1: inicialmente, o professor apresentará à turma uma sequência de imagens referentes às condições da cidade de Mariana, logo após o rompimento da barragem do Fundão. Esta exposição tem como objetivo sensibilizar os alunos a respeito do tema, bem como ser o ponto de partida para uma roda de conversa de sondagem dos conhecimentos prévios sobre o assunto. Ainda na primeira aula, os estudantes serão divididos em grupos e terão como tarefa de casa buscar uma notícia que contenha outros exemplos de desastres ambientais decorrentes da ação antrópica.

Aula 2: no primeiro momento, haverá a socialização das notícias e o levantamento dos dados que elas apresentam em comum, os quais serão compilados no quadro da sala de aula. Em seguida, o caso será apresentado aos alunos e estes darão início ao levantamento de hipóteses e ao processo investigativo.

Aula 3: a terceira aula será destinada integralmente à pesquisa em livros e em computadores. O professor atuará como orientador dos grupos, a fim de desenvolver a autonomia dos alunos.

Aulas 4 e 5: aula dupla destinada à apresentação oral dos grupos sobre as causas encontradas para a resolução do caso. Ao final das exposições, haverá a intervenção do professor com o objetivo de esclarecer os assuntos abordados durante as falas dos alunos e consolidar o tema. Por fim, haverá um momento para que a turma toda reflita sobre a situação atual de Mariana no quesito da saúde pública, pensando na responsabilidade e o papel do poder público e privado.

Aulas 6 e 7: exibição do filme "Erin Brockovich, uma mulher de talento", de Steven Soderbergh. Trata-se de uma história real, na qual uma jornalista investiga e descobre que a água contaminada por uma empresa está causando doenças

entre os moradores de uma comunidade. A partir disso, o personagem luta pelos direitos da população afetada.

Aulas 8 e 9: ao final, o professor apresentará a música "Enchente" do grupo Clarianas. Em seguida, os grupos irão escolher uma música de seu interesse e, sobre ela, formularão uma paródia crítica, contendo soluções para o problema de saúde coletiva que Rita vive. Por fim, serão realizadas as apresentações das mesmas. O propósito dessas aulas é explorar o potencial crítico do caso e aguçar a visão socioambiental nos alunos.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Para a realização dessa atividade serão utilizados os seguintes materiais: cópias do caso, livros de biologia, rádio, projetor multimídia ou imagens impressas dos desastres ambientais em questão e computadores com acesso à internet.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- descrever as principais consequências dos desastres ambientais e a sua relação com a proliferação de doenças infecciosas transmitidas por vetores;
- explicar como a febre amarela e a dengue são transmitidas na população;
- despertar nos alunos o caráter investigativo e a busca de soluções para questões ambientais presentes no cotidiano;
- elaborar e testar hipóteses sobre a relação entre um desastre ambiental e a transmissão de doenças;
- possibilitar aos alunos o desenvolvimento do raciocínio crítico e reflexivo diante dos desastres ambientais;
- desenvolver nos alunos a autonomia para que possam ser protagonistas do processo de ensino e aprendizagem;
- compreender como o conhecimento científico é importante para desenvolver ações de gestão em saúde pública;
- desenvolver a capacidade do trabalho em equipe;
- promover a capacidade argumentativa para que os alunos possam expor os argumentos de forma sólida e objetiva;
- sensibilizar os alunos quanto ao seu papel na sociedade, destacando a importância de serem agentes transformadores, corresponsáveis e dissipadores de atitudes socioambientais.

POSSÍVEIS CAUSAS DO PROBLEMA

Causa 1: desequilíbrio ambiental

Umas das causas possíveis é analisar o problema colocado por Bento Rodrigues sob a ótica das relações ecológicas. Segundo Honorato (2019), o crime ambiental ocorrido em Mariana – e também em Brumadinho – alterou drasticamente a fauna e flora locais. Na região, devido à contaminação dos rios pela lama da Samarco, houve um declínio significativo no número de anfíbios e não se vê mais peixes nos rios e sapos após o desastre (DOTTA, 2019).

Exposto isso e sabendo que os anfíbios e peixes, de fato, são responsáveis pelo controle da população de mosquito *Aedes aegypti* (ANDRADE; SANTOS, 2004), pode-se inferir que a queda do número de predadores fez com que a proliferação do vetor fosse facilitada, aumentando as chances de transmissão de doenças como dengue e febre amarela.

Causa 2: vulnerabilidade dos macacos

Uma segunda causa para o caso seria a ocorrência da vulnerabilidade em macacos, desencadeada pelo desastre ambiental. Sabe-se que esses animais são reservatórios naturais do vírus da febre amarela. Assim, as mudanças bruscas no meio ambiente podem ter gerado estresse e, aliado a isso, a falta de alimentos devido à contaminação e poluição podem ter deixado os macacos fracos e susceptíveis a doenças (FORMENTI, 2017). Portanto, tal situação pode ter propiciado a epizootia, doença ocasionalmente encontrada em uma comunidade animal, mas que se dissemina com grande rapidez e apresenta grande número de casos, e como consequência, o aumento alarmante de febre amarela silvestre na região afetada (FIALHO *et al*., 2012). Ademais, deve-se ressaltar a importância do monitoramento da saúde silvestre como fator primordial para o combate e a prevenção de zoonoses.

Causa 3: armazenamento de água

Outra causa possível para o problema relatado seria a correlação entre o aumento da proliferação de casos de dengue e febre amarela e o armazenamento de água. Um dos impactos imediatos da queda da barragem da mineradora Samarco, em Mariana, foi a poluição dos rios da Bacia do Rio Doce. Assim, após o desastre ambiental, as pessoas começaram a sofrer com a falta de água, uma vez que as cidades dependem de forma direta dessas fontes hídricas para o abastecimento e distribuição do recurso. Diante do cenário, começou a ocorrer um armazenamento de água por parte da população para o uso das necessidades

básicas. Contudo, percebeu-se uma ausência das condições sanitárias para o transporte, contenção, manuseio e enchimento de reservatórios (CHAME, 2015). Por conseguinte, esses locais inadequados acabaram se tornando berçários para a reprodução dos insetos vetores, transmissores da dengue e febre amarela e, consequentemente, ocasionando surtos dessas doenças na área afetada.

PARA SABER MAIS

Pereira, C. A. R. *et al.* Avaliação econômica dos casos de dengue atribuídos ao desastre de 2011 em Nova Friburgo, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3693-3704, 2014.

O artigo apresenta um estudo sobre a estimativa do custo social do aumento do número de casos de dengue na região de Friburgo, após a ocorrência de um desastre ambiental. O conhecimento da carga financeira atribuída a uma doença é de extrema importância para a gestão pública em saúde ambiental, pois possibilita decidir onde e como aplicar os recursos na alocação de medidas prestacionais à população afetada.

Albuquerque, N. Tragédia de Brumadinho: por que a história se repete em Minas Gerais? **Galileu**, v. 28, n. 330, 2019.

A notícia apresenta informações referentes ao rompimento das barragens de Brumadinho e Mariana, além de expor relatos de especialistas da área sobre os motivos de tais tragédias.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, L.; CHAME, M. Febre Amarela Silvestre: no contexto das mudanças ambientais. **Boletim informativo,** n. 9, set. 2017. Disponível em: https://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/sites/www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/files/Boletim_Informativo_Zoonoses_Febre_Amarela.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

ANDRADE, C. F. S.; SANTOS, L. U. **O uso de predadores no controle biológico de mosquitos, com destaque aos *Aedes***. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. Disponível em: https://www2.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/arquivos/artigos_tecnicos/C%20B%20de%20mosquitos%20eu+lu%202004.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

AUGUSTA, R. Entrevistas: pesquisador fala sobre as consequências do desastre do Vale. **Fiocruz**. Rio de Janeiro, 14 fev. 2019. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/noticia/entrevista-pesquisador-fala-sobre-consequencias-do-desastre-da-vale. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAMPOS, F. I.; CAMPOS, D. M. B.; VITAL, A. V.; PAIXÃO, T. V. P. Meio ambiente, desenvolvimento e expansão de doenças transmitidas por vetores. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2018.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Risco de reintrodução da febre amarela urbana no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 3, n. 26, p. 617-620, 2017.

CHAGAS, I. Barragem de rejeitos e os casos Mariana e Brumadinho. **Politize!**, 19 set. 2019. Disponível em: https://www.politize.com.br/barragem-de-rejeitos/. Acesso em: 21 ago. 2020.

CHAME, M. **Rompimento da barragem de Mariana traz impactos imediatos para pessoas e ecossistemas**. Rio de Janeiro: CISS, 2015. Disponível em: https://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br/rompimento-da-barragem-em-mariana-traz-impactos-imediatos-para-pessoas-e-ecossistemas. Acesso em: 21 ago. 2020.

DOTTA, R. Surto de dengue pode ter sido agravado por crime da Vale em Brumadinho (MG). **Brasil de fato**. Belo Horizonte, 14 mai. 2019. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2019/05/14/surto-de-dengue-pode-ter-sido-agravada-por-crime-da-vale-em-brumadinho/. Acesso em: 21 ago. 2020.

DUARTE, F. *et al.* O caso Samarco e a responsabilidade ambiental. **JusBrasil**, 2016. Disponível em: https://fellipesd.jusbrasil.com.br/artigos/255747257/o-caso-samarco-e-a-responsabilidade-ambiental. Acesso em: 21 ago. 2020.

Erin Brockorich: uma mulher de talento. Direção: Steven Soderberghi. Estados Unidos: Universal Pictures, 2000. 1 filme (130 min), son., color.

FIALHO, M. C. *et al.* Avaliação do impacto da epizootia de febre amarela sobre as populações de primatas não humanos nas unidades de conservação do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 217-225, 2012.

FORMENTI, L. Para bióloga, surto de febre amarela pode ter relação com tragédia de Mariana. **Estadão**. São Paulo, 14 jan. 2017. Disponível em: https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/01/tragedia-de-brumadinho-por-que-historia-se-repete-em-minas-gerais.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p.163-169, 1998.

HONORATO, T. Depois do rompimento das barragens, população mineira sofre com epidemias. **Jornal da USP**. Ribeirão Preto, 27 fev. 2019. Disponível em: https://jornal.usp.br/atualidades/em-minas-gerais-depois-do-rompimento-das-barragens-a-populacao-sobre-com-epidemias/. Acesso em: 21 ago. 2020.

LIMA, D. C. **Risco de reurbanização da febre amarela no Brasil facilitada por população competente de mosquitos do gênero Aedes**. 2017. Tese (Doutorado em Biologia Parasitária) – Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.

CAPÍTULO 9

Estudo de Caso: meu pé de laranja-pera

Livia Maria Michelassi da Silva e
Roberta Maria Monteiro de Souza

Senhor Laranjeiras, um produtor de laranjas da região de São Carlos, possui, há vários anos, uma propriedade rural. Há, mais ou menos, três anos, ele obtinha colheitas de laranja-pera de boa qualidade e com um bom índice produtivo por hectare, com laranjas docinhas e vistosas. Ele herdou a propriedade do seu pai, que sempre preservou as matas nativas do entorno, pois entendia que ter os "bichos" por perto era importante. Além disso, na época, eram poucos os agricultores que tinham propriedades com grandes extensões de terra. Com o passar dos anos, alguns empresários da produção de sucos cítricos adquiriram grandes extensões de terra próximas, o que fez com que houvesse uma diminuição das áreas de mata preservadas.

O senhor Laranjeiras é um cooperativista muito reconhecido no fornecimento de laranjas pela COOPCITRO. Pedro Lima, o presidente da cooperativa está preocupado com alguns problemas que o laranjal dele vem enfrentando e o procurou:

— Senhor Laranjeiras, o que está acontecendo com o seu laranjal? As laranjas da sua propriedade já não são tão boas quanto antes, elas estão sem "suco", pequenas e um tanto ácidas.

— Lima, não tenho ideia do que está acontecendo. Estou investigando e procurando, pedi ajuda até do meu filho. Também percebi que a quantidade de laranjas tem diminuído nos últimos anos e isso tem me preocupado.

No intuito de tentar entender o que estava acontecendo com suas laranjas, o senhor Laranjeiras conversou com o seu filho, João Pêra, que é estudante de agronomia e especialista em ecologia de agroecossistemas.

Em uma breve conversa, foi feita uma retrospectiva sobre a produção ao longo dos anos e sobre as mudanças que ocorreram próximas à fazenda nesse período:

— Sabe filho, eu observei uma diminuição da presença de abelhas no pomar, inclusive, os últimos apicultores que deixaram suas caixas aqui encontraram algumas abelhas mortas ou até as caixas vazias

— Nossa pai, isso é muito importante e precisamos investigar. E sobre o uso de agrotóxicos nos plantios? O senhor tem visto aviões pulverizando as plantações do entorno?

— Vejo sim, filho. Em vários momentos do dia, inclusive, e olha que nem gosto desse negócio, tento evitar ao máximo usar. Precisamos investigar isso certinho, né?

João Pêra, ao analisar a situação e as informações dadas pelo pai, pesquisou em livros, artigos, pediu ajuda para seus professores e colegas e chegou à conclusão de que a falta de polinização no laranjal e a morte de polinizadores, como as abelhas, são as principais causas de perda de produtividade e qualidade do laranjal.

Você é um amigo do João Pêra, filho do senhor Laranjeiras, ajude-o a encontrar quais seriam as possíveis soluções para o problema com os polinizadores e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A história da citricultura no Brasil está relacionada à própria história do país, pois, logo após a chegada dos primeiros portugueses, foram trazidas e introduzidas as primeiras sementes de laranja "doce", nos atuais estados de São Paulo e Bahia. Com condições climáticas favoráveis e adaptação adequada, temos relatos dos primeiros cultivos na colônia, que produziam frutos mais suculentos e maiores do que os colhidos em solo português. Porém, sua produção só ganhou destaque comercial a partir de 1930, nas regiões sul e sudeste (AZEVÊDO, 2003).

A produção de cítricos como laranjas (58%), tangerinas e híbridos (21%), limões e limas (11%), entre outros, são de extrema importância para vários países, sendo Brasil, Estados Unidos e China responsáveis por mais de 46% da produção mundial (RODRIGUES, 2011). De acordo com Rodrigues (2011) e Azevêdo (2003), a produção de cítricos ocupa lugar de destaque no país, por conta de seu grande valor de exportação e de sua importância social na geração de emprego e renda, permitindo a permanência de pequenos produtores no campo. O Brasil é o maior exportador de suco concentrado congelado de laranja, cujo valor das exportações gira em torno de 1,5 bilhão de dólares anuais. O setor citrícola brasileiro, somente no estado de São Paulo, gera mais de 500 mil empregos diretos e indiretos (AZEVÊDO, 2003).

Somado à importância da citricultura para o Brasil, o mundo está enfrentando vários desafios, sendo necessário entender como a produção de alimentos no cenário atual de mudanças climáticas e o aumento da população tem se tornado foco recorrente de preocupação. Nesse sentido, a mídia e ambientalistas discutem como o desmatamento, o uso de agrotóxicos e a perda da biodiversidade impactam na produção de alguns tipos de alimentos, como frutas e legumes. Além disso, os ecossistemas atuais têm se tornado cada vez menos biodiversos, sendo preciso buscar alternativas que tragam menos impactos para a produção e para os seres vivos (WOLOWSKI *et al.*, 2019; RODRIGUES, 2011).

A narrativa contempla algumas características importantes sugeridas por Herreid (1998) para se ter um bom caso. Assim "Meu pé de laranja-pera" traz de forma clara e objetiva o problema da perda de produtividade de alimentos, a falta de polinização, a morte dos polinizadores, a relação disso com os ecossistemas e suas modificações. Os alunos precisam, portanto, apresentar algumas soluções viáveis. O caso também narra a história do senhor Laranjeiras, um produtor rural com problemas na plantação e como o seu filho está ajudando a resolver a situação, o que pode despertar nos alunos a empatia pelos personagens.

Ademais, o caso trata de um tema atual, que possui um caráter de utilidade pedagógica, uma vez que envolve tópicos referentes a políticas ambientais, diminuição da biodiversidade, produção de alimentos e relações ecológicas. O caso é estruturado e possui diálogos, não sendo muito extenso, o que ajuda na compreensão e no trabalho com os alunos.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A questão envolvendo a perda de produtividade de alguns alimentos ou a diminuição da qualidade de outros é um tema que vem trazendo preocupação para os agricultores e que pode ter como uma das causas o desaparecimento dos polinizadores, principalmente as abelhas. Assim, uma importante fonte de inspiração foi a visita de uma das autoras ao projeto de educação ambiental da Prefeitura Municipal de Sertãozinho, localizada no estado de São Paulo, que visa à proteção das abelhas nativas sem ferrão, via ações ambientais em escolas do município e da região. O projeto é vinculado à Secretaria do Meio Ambiente de Sertãozinho (SERTÃOZINHO, 2019).

Outra fonte de inspiração é o Movimento "Sem abelhas, sem alimento", iniciativa criada pela ONG *Bee or not to be*, lançada internacionalmente em 2013, durante o Congresso Internacional da Apimondia em Kiev, na Ucrânia. Esse movimento busca apoio e parcerias na tentativa de divulgar, explicar e sensibilizar a população e os produtores rurais sobre o fenômeno de desaparecimento das

abelhas, com o intuito de evitar mais perdas e estabelecer ações de proteção a esses importantes polinizadores. Mais informações sobre o movimento estão disponíveis no site: <http://www.beeornottobe.com.br/>.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso poderá ser estudado em cinco aulas, todas com duração de 50 minutos cada, destinadas a alunos do ensino médio.

Aula 1: o professor realizará uma roda de conversa, a fim de levantar o que os alunos já sabem sobre a produção de alimentos, uso racional da terra, modos de plantio e produção, e o papel de insetos e da flora na produção agrícola. Depois, o caso será entregue aos alunos para uma leitura coletiva e, ao final, a turma será dividida em grupos.

Aulas 2 e 3: após a leitura e discussão em sala, os grupos deverão pesquisar na internet, em reportagens, artigos, jornais e revistas, possíveis soluções para o caso do senhor Laranjeiras, que deverão ser apresentadas na forma de infográfico ou cartaz. As apresentações poderão ser seguidas de perguntas, no final de cada apresentação.

Aula 4: o professor planejará a visita a uma agrofloresta, ou outro local semelhante, ou mesmo, trará um vídeo sobre o assunto, a fim de que os alunos comparem e observem algumas possibilidades de tipos de cultivos que causem menos impactos ambientais, principalmente relacionados à perda de polinizadores e fatores que podem interferir na produção de alimentos.

Aula 5: para fechamento das atividades será produzido um material de divulgação na forma de vídeo ou *podcast*, sintetizando e pontuando as soluções viáveis, fundamentadas e argumentadas anteriormente em cada grupo, com reflexão pessoal sobre cada proposta para resolução do caso, bem como se os alunos mudariam alguma coisa após a visita.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópia do caso para os alunos, computadores ou celulares disponíveis, para que os grupos elaborarem suas apresentações e realizem a pesquisa, além de projetor de multimídia com recursos audiovisuais, para apresentação dos grupos.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- entrar em contato com fontes confiáveis de pesquisa e interpretar informações e dados;
- compreender o papel da diversidade biológica na natureza e como sua perda pode comprometer a manutenção de uma comunidade biológica como um todo;
- ter conhecimento mínimo sobre as diferentes formas de manejo, desde a agricultura em grande escala, até sistemas agroflorestais, e como eles podem impactar o meio ambiente;
- desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo de forma cooperativa, respeitando opiniões e posicionamentos diversos;
- tomar consciência e ser capaz de interferir nos processos de construção da vida em sociedade, a partir da incorporação de valores éticos e políticos;
- aprimorar a capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento;
- discutir iniciativas que auxiliem no restabelecimento do equilíbrio ambiental, baseadas na identificação de modificações climáticas regionais e globais causadas pela intervenção humana;
- propor iniciativas individuais e coletivas para solucionar problemas ambientais da cidade, a partir da análise de ações de consumo consciente e sustentabilidade.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: recuperação da mata nativa no entorno

Uma das soluções possíveis para o caso do senhor Laranjeiras é a recuperação de parte das matas nativas que existiam no entorno de sua plantação, ou mesmo a criação de uma área dentro de sua propriedade, com flores e árvores nativas. A manutenção dessas áreas é de extrema importância para a atração, nidação e abrigo de polinizadores, principalmente abelhas (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2017).

Segundo Wolowski *et al.* (2019), é evidente que a redução de matas nativas remanescentes, no entorno de áreas agricultáveis, compromete a densidade, diversidade e variabilidade genética de espécies polinizadoras, o que, consequentemente, pode interferir na produção vegetal, como alimentos, resinas, extratos vegetais, óleos florais, dentre outros itens. Desta forma, fica evidente que a manutenção de uma mata nativa circundante é de extrema importância.

Resolução 2: redução do uso de agrotóxicos e adoção de práticas mais sustentáveis de cultivo

Existe uma preocupação atual com o uso de agrotóxicos no Brasil, já que muitos são permitidos, apesar de proibidos em vários países por, comprovadamente, causarem riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso desses produtos na agricultura tem o objetivo de matar e afastar "pragas" e "ervas daninhas" dos cultivos, porém, por ser um produto de toxicidade variada e não ser específico para uma espécie, pode causar danos e morte de polinizadores (SILVA *et al.*, 2014). Ou seja, os agrotóxicos podem intoxicar outros seres vivos e matar organismos que são considerados benéficos para o meio ambiente e para o cultivo. Por meio da deriva, que acontece quando o vento leva as partículas dos produtos para áreas mais distantes, atingindo rios e florestas, todo o meio ambiente pode contaminar-se. Com isso, os polinizadores, também podem sofrer sérios danos devido à exposição ao néctar e ao pólen contaminados (SILVA *et al.*, 2014).

Além disso, em alguns cultivos específicos dependentes da polinização é preciso ficar mais atento. É o caso de áreas produtoras de laranja-pera, onde agricultores preocupam-se com a pulverização de agrotóxicos aplicados, pois todos os inseticidas utilizados provocam a mortandade das abelhas, principalmente pela manhã, na hora de visitação desses insetos no laranjal, durante a floração (FERREIRA, 2017).

De acordo com Silva *et al.* (2014), os agrotóxicos podem ter efeitos letais, levando à morte dos polinizadores, ou mesmo, efeito subletal, alterando o seu comportamento, deixando-os mais agressivos, lentos ou mesmo desorientados. Assim, a adoção de práticas mais responsáveis pode minimizar esses efeitos, entre elas, o respeito às regras de aplicação, observação aos horários de aplicação e escolha de produtos menos nocivos às abelhas. É também preciso buscar outras formas de controle biológico de pragas, com o objetivo de minimizar ou mesmo eliminar o uso de agrotóxicos.

Ademais, formas mais sustentáveis de cultivo, como SAFs (Sistemas Agroflorestais) e orgânicos, são mais amigáveis aos polinizadores e utilizam muito pouco ou nada de agrotóxicos.

Resolução 3: parceria com apicultores da região e com a cooperativa

Uma outra possível solução seria o estabelecimento de parcerias entre produtores e apicultores, que promoveriam o desenvolvimento de colmeias entre os pés de laranja, ou mesmo, o aluguel de caixas na época da floração e, com isso, poderia haver um aumento na polinização, o que, consequentemente, garantiria uma maior taxa de fecundidade na área de plantio das laranjas. Tal situação, que

não é muito comum no Brasil, já acontece em áreas produtoras de maçãs em Santa Catarina, que, além de garantir um aumento na produção de frutos, gera renda extra tanto para o agricultor quanto para o apicultor (FERREIRA, 2017; RODRIGUES, 2011). A implantação das abelhas nas áreas de plantação é de extrema importância, uma vez que o citricultor não pode contar com o vento como agente polinizador, já que o pólen dos citros é viscoso, aderente e bastante pesado (FERREIRA, 2017).

Também seria possível um trabalho em conjunto com a cooperativa local, no sentido de capacitar os produtores, por meio de cursos, principalmente com relação ao uso de controle biológico para pragas. Os cursos, geralmente, são dados por técnicos de Secretarias de Agricultura ou da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Um exemplo desse tipo de cooperação foi realizado no Paraná, terceiro maior produtor de cítricos do país, pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPar), com a Cocamar Cooperativa Agroindustrial e a Citri Agroindustrial com os citricultores, a fim de ajudar no combate do *greening* (bactéria que dizima os laranjais), utilizando um predador natural, a vespa *tamaríxia*, que ataca as ninfas do psilídeo, que é o vetor da bactéria causadora do *greening* (DIÁRIO DO NOROESTE, 2017).

PARA SABER MAIS

Jornal da USP. **Agricultura brasileira é dependente de polinizadores ameaçados de extinção**. São Paulo: USP, 2019. Disponível em: https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/agricultura-brasileira-e-dependente-de-polinizadores-ameacados-de-extincao/ Acesso em: 21 ago. 2020.

Trata-se de uma reportagem sobre o alerta feito pelo "Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil", que foi lançado na Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). O relatório fala sobre como o uso de agrotóxicos de forma desordenada e o desmatamento são ameaças aos polinizadores, principalmente às abelhas, e como isso pode afetar a produção alimentícia brasileira.

O papel dos polinizadores na produção de alimentos e o fenômeno do desaparecimento das abelhas. **Fórum de Especialistas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.

A publicação é um conjunto das palestras técnicas apresentadas durante o Fórum de Especialistas do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), que teve como tema: "Ciência alimentando o Brasil", no qual foi desenvolvida uma proposta voltada à relevância dos polinizadores na produção de ali-

mentos e na segurança alimentar global, abordando temas como polinização, agricultura e agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

AZEVÊDO, C. L. L. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**: Embrapa mandioca e fruticultura: sistema de produção. Brasília, DF: EMBRAPA, 2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/index.htm. Acesso em: 21 ago. 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**. Brasília, DF: CGEE, 2017.

DIÁRIO DO NOROESTE. **Iapar (Instituto Agronômico do Paraná) e cooperativas combatem doença de laranjais com controle biológico**. [Curitiba]: Diário do Noroeste, 2017. Disponível em http://www.diariodonoroeste.com.br/noticia/economia/agronegocios/88200-iapar-e-cooperativas-combatem-doenca-de-laranjais-com-controle-biologico. Acesso em: 21 ago. 2020.

FERREIRA, C. V. **Valoração econômica do serviço ambiental realizado pelas abelhas na cultura da laranja.** 2017. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

RODRIGUES A. E. **Polinização de Citrus**. 2011. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69189/1/Adriana.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

SERTÃOZINHO. Prefeitura Municipal. **Você conhece o projeto "Minha Colmeia, Nossa Vida: as abelhas e a biodiversidade?"**. Sertãozinho: Prefeitura Municipal, 2019. Disponível em: . Acesso em: 21 ago. 2020.

SILVA O. F. *et al.* **Agrotóxicos e polinizadores**: isso combina? Rio de Janeiro: FunBio, 2014.

WOLOWSKI, M. *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos: Cubo, 2019.

CAPÍTULO 10

Estudo de Caso: luz na passarela

Flávia Gabriele Sacchi e Mikeas Silva de Lima

Mirna, 23 anos, é uma recém-formada escritora. Seis meses após entrar como estagiária na *U Wear it Well*, a revista de moda mais consultada do país, ela foi contratada como parte do corpo editorial devido ao seu excelente trabalho.

Em uma bela manhã, ao chegar na revista e começar a ler sobre o que esperar da coleção primavera-verão da Chanel, Mirna notou que sua visão estava um pouco embaçada. Ela foi ao banheiro, lavou o rosto e, aparentemente, tudo melhorou. Mas, ao final do dia, chegando em casa, seus olhos não paravam de coçar e também sentia uma leve dor de cabeça. Exausta, ela foi dormir, na esperança de que amanhã tudo estaria melhor. No entanto, esses problemas duraram por mais três dias, até que ela resolvesse ir a um oftalmologista.

Durante a consulta, relatou ao médico os sintomas que estava sentindo e contou um pouco da sua rotina. O oftalmologista realizou alguns exames e verificou que tudo estava adequado com a visão de Mirna.

— Bom, tudo está bem com a sua visão. Você não tem miopia, nem astigmatismo.

— Pelo menos, uma notícia boa: não terei que usar óculos!

— Você me falou que passa grande parte do seu dia no escritório, certo? Você está apenas com cansaço visual. Isso ocorre quando os olhos são sobrecarregados com tarefas visuais, como, por exemplo, a leitura, especialmente, em frente à tela de um computador. Creio que você passa algumas horas fazendo isso, não é?

— Sim. Infelizmente, é parte do meu trabalho.

— Então, eu vou receitar um colírio e também uns dias de descanso, que eu espero que você passe em casa, sem nenhum trabalho. E, quando retornar ao escritório, você deve ainda verificar as condições de iluminação do local, pois cansaço visual está, geralmente, associado ao excesso ou à insuficiência de luz.

Isto é muito importante, pois não sei se você sabe, mas, existem até normas para a quantidade de luz de um ambiente.

— Nossa, não sabia disso. Vou verificar, então. Muito obrigada.

Naquele dia, Mirna chamou sua vizinha e amiga, Jade, que cursava arquitetura, para jantar e colocar o papo em dia. Relatando seu problema, Jade propõe-se a ajudar a colega:

— Amiga, essa semana eu tive uma disciplina que falava sobre os tipos de lâmpadas para cada tipo de ambiente. Se você quiser, eu posso dar uma olhada no seu escritório, e peço ajuda também dos meus colegas para vermos o que pode ser melhorado no local.

— Nossa! Isso seria maravilhoso. São 18h. Luan, meu assistente, ainda deve estar na revista. Vou pedir para ele me enviar umas fotos do escritório e medir a quantidade de luz que a lâmpada fluorescente de lá emite. Como faz isso?

— Pede para ele baixar algum aplicativo no celular. Tem vários com essa função.

Alguns momentos depois, Luan envia as fotos para Jade e Mirna (Figura 1) e diz também que a quantidade de luz do escritório é 300 lx, com a cortina *blackout* totalmente fechada.

Figura 1- Escritório da Mirna

(a) **(b)**

(Fonte: Elaborado por Mirna Sousa Linhares e Luan de Alencar Fortunato, 2020)

Você é um dos colegas de Jade. Visualizando as fotos do escritório de Mirna, proponha duas soluções para melhorar a iluminação do ambiente e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Assim como a água, a luz é um importante elemento para diversas formas de vida. Ela rege ciclos, influencia comportamentos, possibilita a realização de diversas atividades etc. E, por ser encarada de forma natural, muitas vezes, a necessidade de compreendê-la é ignorada e esquecida. Além disso, no mundo empresarial,

o termo ergonomia vem ganhando espaço, no sentido de procurar proporcionar um ambiente de trabalho agradável, seguro e confortável, o que influencia diretamente na satisfação dos colaboradores, e, consequentemente, na produtividade. Para isso, alguns detalhes como a iluminação são realmente relevantes.

A iluminância é a quantidade de luz, medida em lux (lx), presente em um ambiente. Esta deve ser ideal para que os indivíduos possam desenvolver suas atividades de maneira adequada. Um ambiente mal iluminado, seja por falta ou por excesso de iluminação, além de afetar a produtividade, pode causar irritação nos olhos, cansaço visual, distúrbios emocionais e problemas de pele. De fato, existe uma Norma Técnica, que determina o nível de iluminância ideal para ambientes, de acordo com as atividades que serão executadas no espaço: a NBR 5413 (ABNT, 1992). Alguns exemplos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1- Exemplos de valores de iluminâncias para alguns locais e atividades de acordo com a NBR 5413

Local	Atividade	Iluminâncias (lx)
Bancos	Atendimento ao Público	500
Bancos	Salas de Recepção	150
Cinemas	Luz de Guia	1
Cinemas	Bilheterias	500
Escolas	Sala de Aulas	300
Escolas	Quadros Negros	500
Dormitórios	Luz Geral	150
Restaurantes	Cozinha	200

(Fonte: ABNT, 1992)

Diversos fatores afetam a quantidade de iluminância em um ambiente, entre os quais estão: o aproveitamento inadequado da luz natural, a disposição dos móveis, a cor das paredes e do piso, os tipos de luminárias e lâmpadas utilizadas, a posição e altura dessas fontes luminosas, a cor e a natureza dos vidros da janela etc. Um estudo dessas condições pode evitar a chamada poluição luminosa, definida como todas as formas de iluminação artificial irradiadas para além das áreas

destinadas, principalmente se direcionadas acima da linha do horizonte. Evitar a poluição luminosa pode evitar ainda o desperdício energético. A Associação Internacional do Céu-Escuro estima que US$ 110 bilhões sejam gastos no mundo, anualmente, devido ao desperdício de energia. O quadro também resulta em significativos impactos ambientais: 750 milhões de toneladas de CO_2 são despejadas na atmosfera, agravando o efeito estufa (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com este contexto, o estudo de caso "Luz na passarela" coloca em foco um tema atual e relevante ao leitor, ajudando o estudante a perceber a importância da luz na sua vida diária, assim como também abre espaço para a discussão de conteúdos relacionados à energia. Entre outras características para a construção de um bom caso, nota-se ainda que este desperta interesse pela questão ao apresentar uma situação problema de forma bem-humorada, o que gera empatia pelo personagem principal e induz os alunos a buscarem soluções para um problema que pode afetá-los, assim como as pessoas ao seu redor. Destaca-se, também, a presença de diálogo entre os personagens ao longo da narrativa, algo indicado para que se possa melhor compreender a situação apresentada. O caso ainda força uma decisão e provoca um conflito, visto que são diversos os fatores que influenciam na iluminância do escritório de Mirna. Além dessas, pode-se citar ainda outras características textuais como: narra uma história, possui diálogos e é curto.

FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração do caso é o relatório da *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS), que apontava que 17% de toda eletricidade consumida nos prédios comerciais dos Estados Unidos em 2012 era apenas de iluminação. Um relatório para o ano de 2018 está sendo produzido. Apesar de 17% ainda ser um número alto, o relatório mostra que o advento de novas tecnologias de iluminação e mudanças nos padrões de eficiência de iluminação contribuíram para reduções acentuadas na porcentagem de eletricidade usada em edifícios comerciais para iluminação, desde o CBECS anterior, em 2003, o qual apontava um valor de 40%.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso pode ser aplicado em turmas da disciplina de ciências do sétimo ano do ensino fundamental. A aplicação está dividida em três aulas de 50 minutos.

Aula 1: será realizada uma etapa de levantamento de conhecimentos prévios, a partir da realização de um debate, com base na apresentação de dados de con-

sumo de energia elétrica para iluminação. Em seguida, serão formados grupos de investigação, compostos por quatro a cinco alunos. Posteriormente, ocorrerá a apresentação do caso investigativo, a partir da distribuição do texto impresso para cada um dos grupos e leitura do mesmo por parte do professor, juntamente com os alunos. Logo após, os alunos precisarão definir o problema (iluminação insuficiente ou excessiva) e apresentar propostas iniciais de soluções para o caso, com posterior exposição das ideias pelos grupos. Com isso, pretende-se gerar um debate e proporcionar o contato com diferentes opiniões.

Aula 2: será aplicado um experimento. Este tem por objetivo melhorar o entendimento dos alunos acerca da grandeza iluminância, a qual não é comumente abordada em salas de aula do ensino básico. A partir de uma explicação inicial sobre a referida grandeza e sobre a necessidade de uma iluminação adequada nos ambientes, incluindo a observação sobre os valores adequados de iluminância em lux para uma sala de aula, será levantada a seguinte questão problema: como combinar a iluminação natural com a artificial em uma sala de aula de forma adequada e energicamente eficiente? O único material necessário para realização do experimento é um *smartphone* conectado à rede de dados. Nesse sentido, os alunos deverão instalar um aplicativo que utiliza o sensor luminoso ou a câmera do aparelho para identificar a quantidade de luz no ambiente e realizar medidas de iluminância. Existem diversos aplicativos que realizam esta função e podem ser encontrados gratuitamente nas lojas de aplicativos *Google Play* e *App Store*, para dispositivos *Android* e *iOS*, respectivamente, ao se pesquisar pelos termos "luxímetro" ou "lux". Recomenda-se a leitura da descrição e resenhas do aplicativo escolhido para uso, de forma que o professor e os alunos possuam em mãos uma ferramenta segura e precisa para realização das medidas.

Inicialmente, os grupos de alunos serão distribuídos em uma ou duas salas da escola, e a eles será entregue o seguinte roteiro:

a) Identificar as fontes de luz natural (janelas, portas, outros) e artificiais (lâmpadas, outros) do ambiente e montar uma tabela, seguindo o exemplo a seguir:

	Luzes Frente	Luzes Fundo	Valor de Iluminância (Lux)
Janela Aberta	X	X	
Janela Aberta	0	X	

Continua...

	Luzes Frente	Luzes Fundo	Valor de Iluminância (Lux)
Janela Aberta	X	O	
Janela Aberta	O	O	
Janela Fechada	X	X	
Janela Fechada	O	X	
Janela Fechada	X	O	
Janela Fechada	O	O	

(Fonte: autores, 2020)

Na tabela, a fonte de luz natural corresponde à janela, enquanto que a fonte de luz artificial corresponde à luz de fundo. O símbolo "O" representa a luz acesa e o "X", a luz apagada.

b) Utilizar o aplicativo instalado para realizar medidas de iluminância, registrando os dados com os valores de lux encontrados. Para isso, aproximar-se da fonte de luz luminosa e selecionar no aplicativo a opção "Reinicializar".

c) Comparar os valores obtidos para o ambiente investigado com o padrão ABNT.

Por fim, os alunos apresentarão e discutirão com os demais colegas os resultados encontrados, assim como também pensarão em sugestões a serem realizadas para a melhoria da iluminação da sala de aula analisada, caso a mesma esteja fora dos padrões estabelecidos.

Aula 3: cada um dos grupos de alunos realizará a apresentação com a proposta de solução do caso, no formato de uma exposição oral, a qual deve ser apresentada em, no máximo, 15 minutos. Ao final da apresentação, os demais colegas espectadores deverão propor duas perguntas para o grupo.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópia impressa do caso investigativo, *smartphones*, para realização do experimento investigativo, assim como eventuais consultas à internet para busca de informações, roteiro do experimento e projetor multimídia.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- senso crítico sobre a importância da iluminação em seus vários aspectos, principalmente no que diz respeito à questão da sua influência na saúde;
- reconhecimento de medidas sustentáveis que podem ser adotadas para melhoria da iluminação em diferentes ambientes e situações do cotidiano;
- compreensão das grandezas de medidas energéticas;
- tomada de decisão;
- trabalho em equipe.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Com um valor de iluminância de 300 lx, o problema do escritório de Mirna é a iluminação insuficiente. Na primeira aula, os alunos devem encontrar que o valor adequado para o escritório é de 500 lx para tarefas mais gerais e 750 lx quando for exigido tarefas mais precisas, de acordo com a NBR 5413 (ABNT, 1992).

Resolução 1: substituição do tipo de lâmpada

A escolha das lâmpadas afeta diretamente a iluminação de um ambiente e deve ser feita atendendo à natureza do trabalho, podendo influenciar na percepção e sensação do trabalhador face ao conforto visual (ALMEIDA, 2003).

A diferenciação das lâmpadas pode ser realizada pelas diferentes potências que consomem, sendo necessário conhecer a quantidade de lúmen gerado por watt consumido, ou seja, a eficiência energética. O lúmen pode ser definido como a quantidade de luz emitida por uma lâmpada em todas as direções e expressa o quanto uma lâmpada ilumina um ambiente. Quanto maior esse número, maior a quantidade de luz que a lâmpada emite. O watt está relacionado somente ao consumo de energia, no entanto, quando associado ao lúmen diz muito sobre a iluminação. Nesta perspectiva, uma boa lâmpada irá iluminar bem, consumindo pouca energia, ou seja, terá uma alta taxa de lúmens e um baixo valor de watts (BRAGA *et al.*, 2014).

Por fim a eficiência luminosa, expressa em lm/W, ou seja, lúmens/watts, indica quantos lúmens uma lâmpada produz a cada watt de energia que ela consome. O ideal é optar pela lâmpada que emitir maior quantidade de lúmens consumin-

do a menor quantidade de energia. A Tabela 2 indica comparação de três tipos de lâmpadas em relação às suas eficiências luminosas:

Tabela 2- Diferentes tipos de lâmpadas e suas respectivas potências, lúmens e eficiências luminosas

Tipo de lâmpada	Potência (W)	Lúmens (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)
Incandescente	100	1300	13
Fluorescente	20	1280	64
LED	15	1320	88

(Fonte: Dallabrida; Gonçalves; Piovesan, 2015)

A partir da observação da Tabela 2 é possível constatar que a lâmpada que possui melhor eficiência luminosa é a LED.

Almeida (2003) aponta outras características que diferenciam as lâmpadas. As lâmpadas incandescentes fornecem luz que possui parcela elevada de tons vermelhos e amarelos, assim, a luz muda as cores do ambiente. Além do mais, emitem calor, o que pode provocar mal-estar e dores de cabeça pela radiação direta de calor quando próximas à cabeça. Já as lâmpadas fluorescentes apresentam eficiência luminosa bem maior que as lâmpadas incandescentes, com possibilidade de composição de cores à luz do dia. A desvantagem desse tipo de lâmpada é o efeito estroboscópico e lâmpadas velhas ou defeituosas produzem cintilação, o que provoca fadiga dos olhos. A luminária LED é, atualmente, uma das mais eficientes para iluminação de ambientes internos, pois possui resistência a impactos e vibrações, ou seja, utiliza tecnologia de estado sólido, portanto, sem filamentos e sem vidro, aumentando a sua robustez (GUARINELLO, 2013).

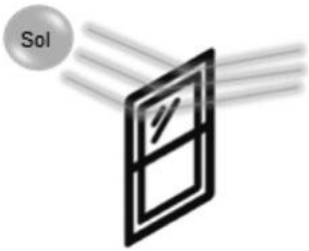
Na narrativa do caso, Mirna revela que a luz presente no seu escritório é do tipo fluorescente. De acordo com as informações dispostas, recomenda-se a troca da lâmpada fluorescente pela lâmpada LED, que representa uma escolha ideal para o seu escritório. Além da troca de lâmpadas é possível também acrescentar um *spot* de luz na escrivaninha para realizar possíveis compensações.

Resolução 2: melhorar o aproveitamento da luz natural

As fotos do escritório de Mirna revelam a presença de cortinas na janela. Um melhor aproveitamento da luz natural pode ser realizado a partir da substituição das cortinas por alguns dos seguintes produtos:

- persianas: sendo práticas e flexíveis, persianas permitiriam a Mirna controlar facilmente a entrada de luz natural, sem comprometer a vista externa. As persianas permitem ainda controlar a entrada e saída de calor do ambiente, como também a direção da luz: se para o teto ou para o chão. As persianas de controle manual são facilmente encontradas no mercado e com preços bastante acessíveis. No entanto, algumas mais sofisticadas, motorizadas e com controle remoto também já estão disponíveis;
- película redirecionadora de luz natural: é uma película plástica fina e flexível que pode ser aplicada à janela para refratar ou refletir para cima a luz que chega, de modo que as partes mais profundas da sala sejam iluminadas de maneira mais uniforme. A película é composta de microprismas estruturados em um poliéster flexível, com um lado revestido com um adesivo sensível à pressão, que redirecionam opticamente mais de 80% da luz natural (3M, 2018). O funcionamento da película pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2- Funcionamento da película redirecionadora de luz natural



(Fonte: autores, 2020)

Resolução 3: ajustar a disposição dos móveis

A distribuição dos móveis em um ambiente também influencia na percepção e distribuição da luz. Dessa maneira, cabe como opção para melhorar a iluminância do escritório de Mirna, a mudança na posição de alguns móveis.

Primeiro em relação à escrivaninha ou estação de trabalho. As fotos revelam a presença de um computador, o qual, segundo a narrativa do caso, provavelmente, é constantemente utilizado. A escrivaninha encontra-se oposta para a janela e, nessa posição, a luz que viria da janela produziria sombra, ofuscando a visão e atrapalhando as atividades a serem nela realizadas. A posição ideal para a escrivaninha seria de lado ou de frente para a janela, onde se encontra atualmente a poltrona de descanso, iluminando a área de trabalho com luz natural direta.

Outras alterações que podem ser realizadas concomitante à alteração da escrivaninha, seriam a posição da arara e do abajur. A arara pode funcionar como um bloqueador de luz, dessa forma, sua posição ideal seria encostada na parede. O

abajur encontra-se perto da janela, que por também ser uma fonte de luz, torna o abajur prescindível. Esse objeto poderia ser reposicionado na parede oposta à janela, de preferência ainda perto da arara, já que o manuseio de roupas na mesma é beneficiado por um foco de luz extra.

PARA SABER MAIS

Oliveira, A. J. Precisamos mesmo de tanta luz? **Revista Galileu**, 2 jan. 2014. Disponível em: revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2014/01/precisamos-mesmo-de-tanta-luz.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

O artigo apresenta uma reflexão sobre a visualização do céu noturno, apontando que, hoje, 20% da população mundial não vê a Via Láctea a olho nu devido ao uso inadequado da luz elétrica. Ainda, o artigo contém imagens impactantes do céu noturno de São Paulo e Rio de Janeiro sem os efeitos da poluição luminosa, construídas pelo fotógrafo francês Thierry Cohen.

Dias, M. *et al.* Iluminação e saúde humana: estado da arte em dispositivos de medição de luz no nível dos olhos. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/USP**, v. 21, n. 36, p. 210-227, 2015.

No artigo, os autores relatam os efeitos da luz no sistema visual, além de apresentarem determinados dispositivos de medição utilizados atualmente para avaliar como a luz influencia a saúde humana.

REFERÊNCIAS

3M. **Películas para Vidros 3M arquitetura comercial**: ilumine o seu edifício, de forma natural. 2018. Disponível em: www.3m.com.br/3M/pt_BR/pelicula-vidro-comercial/solucoes/luz-natural/. Acesso em: 21 ago. 2020.

ALMEIDA, R. J. S. **Influência da iluminação artificial nos ambientes de produção:** uma análise econômica. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413:** iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRAGA, F. S *et al.* Análise comparativa da eficiência energética e qualidade de energia em lâmpadas incandescentes fluorescentes e *led's*. In: SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PRODUÇÃO ACADÊMICA, 8., 2014. Salvador. **Anais [...].** Salvador: Campus Costa Azul da Universidade Salvador (UNIFACS), 2014, p. 1-19.

DALLABRIDA E. C.; GONÇALVES C. M.; PIOVESAN, T. R. Análise comparativa da eficiência energética em lâmpadas incandescentes, fluorescentes e led**.** In: SEMINÁRIO

DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 23., 2015. Ijuí. **Anais [...]**. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), 2015. p. 1-6.

GUARINELLO, T. Q. **Tecnologia de Estado Sólido:** impactos ambientais e econômicos. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, A. J. Precisamos mesmo de tanta luz? **Revista Galileu**, 2 jan. 2014. Disponível em: revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2014/01/precisamos-mesmo-de-tanta-luz.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAPÍTULO 11

Estudo de Caso: na linha do ascarel

Mikeas Silva de Lima

Era mais um dia corrido na Unidade Básica de Saúde da Vila das Laranjas. Doutor Felipe recebia para o atendimento uma mãe em prantos, Dona Viviane. Suas duas crianças estavam com a pele da mão e dos braços descamando, coçando e doendo muito:

— Doutor, eu não sei o que fazer. Eles não param de coçar essas feridas.

— Calma, Dona Viviane, tudo vai ficar bem. Quando isso começou?

— Os meninos estavam brincando na estação de trem abandonada, lá perto de casa. Eles voltaram todos sujos por uma graxa, acho que ficaram pegando nas peças que estão por lá. Eu os mandei direto para o banho. E, dois dias depois, essas manchas apareceram.

— Eles estavam brincando na estação? Aquele lugar é muito perigoso! Antes da estação ser desativada, um óleo chamado ascarel era utilizado para lubrificar os geradores e transformadores elétricos do local. O ascarel contém altas concentrações de compostos como cloro, altamente tóxicos. Depois que a estação foi desativada, não foi dado um destino correto para os resíduos gerados. Ocorreram diversos furtos e invasões lá, e com isso, o ascarel foi espalhando-se pelo local, que hoje está todo contaminado.

— Mas o que foi que esse ascarel causou nos meus filhos?

— Os meninos estão com cloracne, que é uma espécie de acne causada pelos compostos clorados.

— Mas isso tem cura??

— Tem sim, Dona Viviane. Como você veio aqui logo, vai ficar tudo bem. Vou receitar uma pomada para passar na pele dos meninos, e eles vão sarar rapidinho. E vocês, meninos, não voltem naquele lugar, está bem?

— Tá certo, obrigado.

— De nada!! Estou um pouco indignado com tudo isso, pois já é o segundo caso de cloracne esse mês. O que você acha, Dona Viviane, de mais tarde irmos à Câmara dos Vereadores falar com alguém para resolver a situação daquele local?

— Acho uma ótima ideia. Vamos sim.

Naquele mesmo dia, os dois conseguem conversar com um vereador, explicando o que aconteceu e pedindo uma intervenção urgente da prefeitura. O vereador disse que iria buscar ajuda na universidade da cidade, e entra em contato com o grupo de pesquisa da professora Marília, que se prontifica a colaborar.

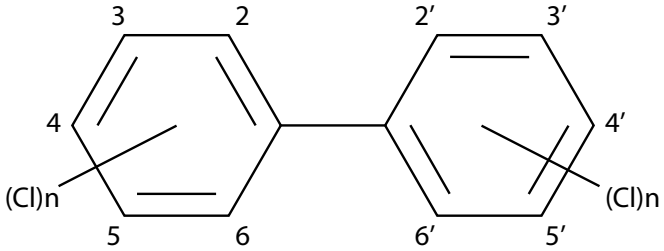
Depois de alguns dias, os pesquisadores foram até o local e constataram que, de fato, havia maquinários deixados na antiga estação, e todos estavam, aparentemente, contaminados com ascarel. Os pesquisadores realizaram ainda análises químicas da água e do solo e verificaram que a água subterrânea não estava contaminada, apenas o solo. O que pode ser feito para descontaminar o solo?

Vocês fazem parte do grupo de pesquisa da professora Marília e devem propor duas soluções para a descontaminação do solo e argumentar a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

No século passado, o uso de ascarel em ferrovias e indústrias foi bastante recorrente, especialmente, para o isolamento e refrigeração de geradores e transformadores elétricos, devido a sua alta constante dielétrica e elevada estabilidade térmica. O ascarel é o nome comercial dado para uma mistura de hidrocarbonetos, também conhecido por PCB (*polychlorinated biphenyls*), ou bifenilas policloradas, de fórmula molecular $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, onde $1 \leq n \leq 10$ (Figura 1). O peso molecular elevado confere algumas propriedades às substâncias, tais como: serem praticamente incombustíveis, possuírem baixa pressão de vapor, alta densidade, alta viscosidade e baixa solubilidade em água, permitindo largas aplicações para os fins mencionados.

Figura 1- Fórmula estrutural genérica das PCB



(Fonte: autor, 2020)

Segundo Antonello *et al.* (2007), a nomenclatura oficial das PCB possui características próprias, que definem a sua composição. Por exemplo, para o composto de nome aroclor 1254: "os dois primeiros algarismos representam o tipo molecular (12 átomos de carbono) e os dois últimos a porcentagem de cloro na composição do produto comercial. Assim, o produto aroclor 1254 é uma mistura de bifenilas policloradas contendo 54% de cloro" (ANTONELLO *et al.*, 2007, p. 709).

Em termos de aspectos biológicos, as PCB não são biodegradáveis, possuem bacteriostaticidade e bioacumulam em tecidos vegetais e animais, sendo classificadas como poluentes orgânicos persistentes (BRASIL, 2012). No ser humano, as PCB acumulam-se nas células renais, hepáticas, adiposas e epiteliais, podendo provocar disfunções nesses órgãos após longos períodos de exposição (BRASIL, 2012). A partir disso, devido a sua alta toxicidade e risco ao meio ambiente, em 1981, o uso das PCB foi proibido no Brasil, por meio da Portaria Interministerial nº 19, de 02 de janeiro (ANTONELLO *et al.*, 2007).

No entanto, a descontinuação das PCB, a partir da sua proibição, aliada à desativação de ferrovias e indústrias que utilizavam o material ao longo do final do século, não foi realizada de maneira instantânea ou segura, causando preocupações até os dias atuais. Segundo Antonello *et al.* (2007):

> A substituição do ascarel na indústria de transformadores foi feita preferencialmente pelo líquido de silicone ou "óleo silicone". No entanto, no processo de substituição, em alguns casos, ocorreu a contaminação do óleo silicone por ascarel devido à falta de critérios técnicos. Desta forma, muitos dos grandes transformadores ainda em operação no Brasil estão contaminados com ascarel em níveis acima dos permitidos pela legislação vigente (ANTONELLO *et al.*, 2007, p. 709).

De acordo com o exposto, o estudo de caso "Na linha do ascarel" põe em foco um tema alarmante e ainda pouco conhecido, fazendo o leitor refletir acerca dos efeitos, tanto para o ser humano, quanto para o meio ambiente, da realização de descarte inadequado de materiais poluentes, levando-o ainda a pensar acerca de como proceder para atribuir um destino correto para tais materiais. A partir dos conteúdos "toxicidade dos compostos organoclorados" e "contaminação de solos", o caso apresenta-se ainda como uma boa proposta para alinhar o ensino de química com perspectivas da educação ambiental crítica.

Entre outras características de um bom caso, elencadas por Herreid *et al.* (2016), cita-se que o caso desperta interesse ao apresentar um problema ainda pouco debatido em ambientes de ensino. Ademais, o caso produz empatia com os personagens, a partir da preocupação da mãe com a saúde dos filhos, e a partir da indignação do médico com a situação a qual a Vila das Laranjas foi acometida.

O caso também tem utilidade pedagógica, visto que abre espaço para discussão de funções orgânicas, composição química de produtos utilizados na indústria, descarte de produtos químicos, entre outros. Desta maneira, o caso pode ser generalizado, visto que, o conhecimento empregado na sua solução poderá ser aplicado no dia a dia, em especial, na atenção ao descarte consciente e adequado de materiais. Outras características a mencionar incluem o fato do caso provocar um conflito e forçar uma decisão, já que existem várias soluções possíveis para o mesmo, necessitando do aluno um posicionamento argumentativo frente a uma dessas. O caso ainda apresenta outras características textuais, tais quais: narrar uma história, possuir diálogos e ser curto.

FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A produção do caso teve como fonte de inspiração a notícia intitulada "MPF quer a descontaminação de área com óleo tóxico e cancerígeno em Araraquara". A reportagem foi publicada pela G1 em dezembro de 2019 e apresenta a Estação do Ouro, que fica na zona rural de Araraquara, interior do estado de São Paulo. Nessa estação, o óleo ascarel era utilizado para resfriar transformadores de energia elétrica. Ao cessarem as atividades, os geradores ficaram abandonados e sem proteção, de forma que peças foram saqueadas, espalhando o óleo pela região. A partir de análises realizadas, constatou-se que águas superficiais e subterrâneas não estavam poluídas, no entanto, o solo apresentava contaminação por ascarel, oferecendo riscos ao Aquífero Guarani.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso foi desenvolvido para aplicação em turmas da disciplina de química no ensino médio, quando os alunos aprendem sobre as funções orgânicas e suas relações com a biosfera. Sugere-se que o caso seja aplicado para fomento de uma educação ambiental e aprofundamento do conteúdo acerca dos compostos organoclorados; ou seja, a proposta elucidada a seguir, considera que os alunos já tiveram algum contato com as funções orgânicas. A aplicação está dividida em quatro aulas de 50 min.

Aula 1: inicialmente, a turma será dividida em grupos de investigação, compostos de quatro a cinco alunos. Em seguida, será realizada a apresentação do caso investigativo, a partir da distribuição da versão impressa para cada um dos grupos, leitura do mesmo por parte do professor, juntamente com os alunos, e discussão dos seus aspectos, com o objetivo de verificar se eles realmente entenderam qual o problema que será solucionado. A fim de ampliar o contexto do

caso, será discutida a origem do problema, que é a falta de descarte adequado do material presente na estação de trem abandonada, na Vila das Laranjas. O diálogo com os alunos será fomentado por meio de perguntas que busquem a sua vivência com o tema, tais como: "Vocês já ouviram falar ou até mesmo presenciaram situações de descarte inadequado de materiais tóxicos?"; "Vocês conhecem acidentes que ocorreram devido ao descarte inadequado de lixo?"; "Qual a opinião de vocês sobre o assunto?".

Aula 2: com base nas situações comentadas no encontro anterior, cada grupo receberá um tipo de resíduo (resíduo hospitalar, lixo agrícola, pilhas e baterias, pneus e óleo de cozinha), devendo pesquisar sobre suas características químicas, físicas e biológicas, degradabilidade no meio ambiente, e maneiras adequadas de descarte; apresentando para a turma, em seguida, as informações encontradas. Recomenda-se que essa etapa ocorra em um laboratório de informática com acesso à internet, para a realização de novas pesquisas, com base no direcionamento dado pelo professor. A partir da discussão, os alunos precisarão apontar ações que preveniriam a contaminação do local e do ser humano pelo material existente na estação de trem abandonada, tais como, campanhas informativas, isolamento do local, remoção do material abandonado.

Aula 3: com o objetivo de ampliar o conhecimento acerca do funcionamento das ferrovias no Brasil e de favorecer uma melhor percepção da estreita relação entre desenvolvimento do transporte ferroviário e o crescimento econômico, sugere-se a visitação a uma estação de trem ou museu ferroviário. No local, cada grupo será responsável por uma das seguintes atividades: construção de uma linha do tempo sobre a história do transporte ferroviário na região local; investigação acerca das fontes de energia disponíveis no local atualmente e antigamente; investigação acerca do funcionamento do maquinário ferroviário atual e antigo; e investigação acerca dos impactos ambientais locais causados pela estação. As atividades devem ser realizadas por meio de entrevistas ou utilização de questionários. Após a visita, em sala de aula, os alunos deverão apresentar os resultados encontrados para os demais colegas, relacionando-os com as ações necessárias para a descontaminação da região da estação de trem abandonada do caso. Se não existir uma estação ferroviária ou museu ferroviário ao alcance do professor e dos alunos, as atividades podem ser completadas por meio de pesquisas na internet.

Aula 4: cada um dos grupos de alunos realizará a apresentação da proposta de solução do caso, junto à proposta de descontaminação do solo levantada na segunda aula, no formato de uma exposição oral, a qual deverá ser apresentada em,

no máximo, 15 minutos. Ao final da apresentação, os demais colegas espectadores deverão propor duas perguntas para o grupo.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópia impressa do caso investigativo, projetor multimídia, sala de informática, com acesso à internet e transporte para visitação.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- reconhecimento de agentes poluidores da água e do solo;
- reconhecimento das relações entre os transportes ferroviários e os impactos ambientais, assim como também o desenvolvimento econômico associado a essas atividades;
- compreensão da química dos compostos organoclorados;
- senso crítico e argumentativo sobre a importância da realização de descarte adequado de materiais orgânicos industrializados;
- tomada de decisão;
- trabalho em equipe.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

A escolha de um tratamento depende de diversos fatores. Andrade, Augusto e Jardim (2010) elencam os seguintes: condições físicas, químicas e biológicas do local contaminado, concentração do contaminante, e tempo requerido para a degradação ou a remoção do composto alvo. Com base nisso, apresentam-se a seguir algumas soluções favoráveis para a descontaminação do solo da antiga estação de trem da Vila das Laranjas.

Resolução 1: biorremediação por fungos

A pesquisa de Silva (2009) aponta o uso do fungo basidiomicetos lignocelulolíticos como uma alternativa promissora na biorremediação de solos contaminados por poluentes químicos. E, não apenas para a contaminação por PCB, como também por DDT, dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos, pentaclorofenol e hexaclorobenzeno. Ainda segundo Silva (2009), os fungos possuem diversas características que os tornam interessantes para a solução do caso, tais como, a capacidade de crescer sob condições de estresse ambiental, que limita o crescimento bacteriano, um crescimento que pode ser induzido quimiostaticamente em direção à fonte de carbono orgânico, permitindo a colonização de grandes

áreas e de alta superfície de contato, sem afetar o meio ambiente com resíduos e poluentes.

Aust (1990) e Eerd *et al.* (2003), citados por Salvi (2011), apresentam algumas das vantagens em se utilizar fungos basidiomicetos em processos de biorremediação, tais quais:

> os fungos são capazes de transformar um grande número de compostos com estruturas dissimilares; são capazes de diminuir o efeito tóxico de muitos xenobióticos; liberam metabólitos que podem ser degradados por outros microrganismos; o sistema enzimático pode atuar em substratos insolúveis ou complexados aos solos e, portanto, pouco acessíveis à ação bacteriana (SALVI, 2011, p. 15-16).

Além disso, a alternativa é segura para a população que vive na proximidade da estação, e é um processo de baixo custo quando comparado com outras técnicas (ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2010).

Resolução 2: processos oxidativos avançados: reagente de Fenton

As técnicas de oxidação química *in-situ* (ISCO) configuram-se, segundo Andrade, Augusto e Jardim (2010), na utilização de reagentes químicos que, por meio de reações de oxidação e redução, realizam uma degradação rápida dos contaminantes presentes no local e conversão dos mesmos em substâncias menos tóxicas e mais facilmente biodegradáveis. Dentre os processos químicos da ISCO, destacam-se os processos oxidativos avançados (POA), que se baseiam na geração de radicais hidroxila (OH•), sendo altamente oxidantes e não seletivos: "capazes de destruírem ou hidrolisarem, em curto período de tempo, contaminantes considerados de difícil degradação, como os hidrocarbonetos de petróleo" (ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2010, p. 21), estando, dentre eles, o ascarel.

Andrade, Augusto e Jardim (2010) citam diversos compostos químicos utilizados nos POA, destacando o reagente de Fenton ($H_2O_2/Fe^{2+}/H^+$), que, frente aos demais, gera radicais OH• mesmo na ausência de luz. Entre outras vantagens, consta a degradação de diversos tipos de compostos sem produzir novos poluentes e utilizando pequenas quantidades do reagente, já que o H_2O_2 residual decompõe-se espontaneamente em H_2O e o Fe^{3+} residual pode ser facilmente precipitado com hidróxido de ferro (FREIRE, 2014).

Caso a concentração do contaminante no solo seja altamente elevada, a técnica pode ainda ser utilizada como etapa de pré-tratamento, promovendo melhores condições para o emprego de outras técnicas, como, por exemplo, biorremediação (ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2010).

PARA SABER MAIS

Altos níveis de poluição encontrados no ponto mais fundo da Terra. **Revista Veja**, 14 fev. 2017. Disponível em: veja.abril.com.br/ciencia/altos-niveis-de-poluicao-encontrados-no-ponto-mais-fundo-da-terra/. Acesso em: 21 ago. 2020.

A notícia divulga um estudo publicado na revista *Nature*, o qual demonstrava como os impactos das ações humanas atingem até os locais mais remotos da Terra. Por meio da cadeia alimentar, a fauna das fossas das Marianas e de Kermadec, no Oceano Pacífico, ambas com mais de 10.000 metros de profundidade, estão contaminadas com éteres difenílicos polibromados (PBDE) e PCB, com níveis de contaminação mais altos do que o de regiões próximas de industrialização pesada.

Viana, D. Eficiência sobre trilhos. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 245, p. 82-84, 2016.

O artigo apresenta um breve resumo do livro: "Estado e capital ferroviário em São Paulo", de autoria de Guilherme Grandi, no qual o autor relata a história da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, e, como esta, mesmo em tempos de crise, demonstrou sua eficiência. O texto ressalta ainda a importância que as ferrovias tiveram na história do Brasil para conectar regiões isoladas, expandir a economia cafeeira e a industrialização, e para as organizações sindicais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, v. 35, n. 3, p. 17-43, 2010.

ANTONELLO, I. *et al.* Determinação de ascarel em óleo isolante de transformadores. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 709-711, 2007.

AUST, S. D. **Degradation of enviromental pollutants by Phanerochaete chrysosporium. Microbial Ecology**, v. 20, n. 2, p. 197-209, 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Estudo sobre as bifenilas policloradas:** proposta para atendimento a "Convenção de Estocolmo". Anexo A. Parte II. Brasília, DF: MMA, 2012. Disponível em: mma.gov.br/estruturas/sqa_prorisc_upml/_arquivos/estudo_sobre_as_bifenilas_policloradas_82.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

EERD, L. L. V.; HOAGLAND, R. E.; ZABLOTOWICZ, R. M.; HALL, J. C. Pesticide metabolism in plants and microorganisms. **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 472-495, 2003.

FREIRE, L. F. R. **Processos oxidativos avançados usando reagente de Fenton para degradação do corante remazol azul RGB.** 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Valorização Ambiental e Produção de Energia) – Instituto Politécnico de Portalegre, Portalegre, Portugal, 2014.

HERREID, C. F. *et al.* What makes a good case: revisited: the survey monkey tells all. **Journal of College Science Teaching**, v. 46, p. 60–65, 2016.

SALVI, M. B. **Fungos basidiomicetos em biorremediação.** São Paulo: Instituto de Botânica (IBt), 2011. Disponível em: arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/04/Fungos_basidiomicetos_em_biorremediacao_Marina_Bianchini.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

SILVA, R. R. **Biorremediação de solos contaminados com organoclorados por fungos basidiomicetos em biorreatores**. 2009. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009.

CAPÍTULO 12

Estudo de Caso: onde estão os jacus?

Dafner Cristina Vida Gonçalves

Matheus frequenta diariamente um projeto social em seu contraturno escolar, que ocorre em um espaço bem arborizado na periferia de Embu das Artes, próximo à divisa com Cotia, município do estado de São Paulo. Ele é um menino bem levado que adora brincar na área externa em seus momentos livres, e está sempre sobre as árvores. Durante uma tarde, em seu momento livre, Matheus avistou uma ave que estava pousada em um galho alto, nos fundos do espaço da instituição. Chamou seus amigos para olhar e todos gritavam:

— Tem uma galinha em cima da árvore, precisamos tirá-la de lá!

Enquanto isso, outros colegas já estavam pegando pedrinhas para arremessar no animal.

Alguns amigos pediam para esses colegas pararem, enquanto Matheus e alguns outros corriam para chamar um educador e insistiam:

— Tem uma galinha em cima da árvore, precisamos tirá-la de lá. Os meninos estão tacando pedra!

O educador foi até o local, mediou o conflito entre as crianças e informou:

— Pessoal, esta ave não é uma galinha, mas sim um *Penelope obscura,* seu nome popular é Jacuaçu, também conhecido como Jacu. É um animal silvestre nativo aqui do Brasil e está ameaçado de extinção. Não precisamos tirá-lo daí, temos que observar de longe. Quando a ave quiser, sairá de lá.

Em seguida, o intervalo acabou e as atividades voltaram à rotina normal. Matheus rapidamente tirou uma foto com seu celular, pois havia se encantado com o tamanho daquela ave e sua semelhança com uma galinha.

Quando o menino chegou em casa, correu para chamar seu avô José e lhe mostrou a foto do pássaro que tinha visto na tarde daquele dia:

— Olha, vovô, esse passarinho que eu vi hoje, parecia com uma galinha; mas não é, ele chama Jacu! Ele era tão grandão!

José, então, responde:

— É uma linda ave mesmo, meu filho, o vovô via aos montes por aqui, quando seu pai ainda era pequeno!

Matheus diz:

— Eu não acredito, vovô, foi a primeira vez que eu vi!

José responde:

— É netinho, as coisas mudaram bastante, quase não vemos mais o Jacu.

Matheus questiona:

— O que aconteceu que fez com que eles sumissem?

Vamos ajudar o Matheus e seu avô José, respondendo para eles quais são as possíveis causas para a redução da população de Penelope obscura ou Jacuaçu em Embu das Artes? Sugira também possíveis soluções para que os indivíduos dessa espécie parem de sumir.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O Brasil possui um total de 1.834 espécies de aves, sendo que 234 são endêmicas, ou seja, ocorrem somente em uma determinada região geográfica, devido às barreiras físicas, biológicas ou climáticas (COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS, 2014), e 122 estão globalmente ameaçadas de extinção, deixando o país em primeiro lugar na lista daqueles com maior número de aves ameaçadas no mundo (SAVE BRASIL; IESB; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2009).

Para 111 (89,5%) das 124 espécies brasileiras presentes na lista vermelha da União Internacional pela Conservação da Natureza (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE, 2004), a perda, fragmentação e degradação do habitat é uma das principais ameaças, seguida pela captura excessiva. Outras ameaças incluem a invasão de espécies exóticas e a poluição, a perturbação antrópica e a morte acidental, alterações na dinâmica das espécies nativas, desastres naturais e caça. O tráfico internacional de aves e de animais silvestres também é uma atividade forte no Brasil, com cerca de 12 milhões de animais traficados todos os anos, com maiores índices na região norte, afetando, principalmente espécies da Amazônia, Caatinga e Cerrado. Muitos dos espécimes capturados ilegalmente são libertados em locais impróprios, ou seja, fora de sua área de distribuição geográfica natural (REDE NACIONAL DE COMBATE AO TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES, 2002).

Em regiões da Mata Atlântica, a principal ameaça à avifauna é o desmatamento e fragmentação de ambientes naturais, levando ao acentuado declínio populacional das espécies (SIMON, 2006). A caça e a captura de espécies para cativeiro, exercida inicialmente pelas atividades de subsistência dos povos indígenas, agra-

vou-se com a colonização de seu território pelos portugueses e a chegada dos primeiros imigrantes alemães e italianos, a partir da segunda metade do século XIX; sendo, desde então, uma significativa ameaça para as aves (INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA, 2005).

A *Penelope obscura* é uma espécie meridional, de tamanho avantajado, com uma característica coloração vermelha no pescoço, além de um fortíssimo canto rouco. As aves galiformes apresentam corpos relativamente robustos e arredondados, com cabeça pequena, bico curto e pernas fortes especializadas em subir em árvores, com asas curtas que limitam o voo a baixas elevações. Estas alimentam-se de sementes e apresentam pés adaptados para correr e arranhar o chão, de acordo com seus hábitos terrestres ou arborícolas (DELACOUR; AMADON, 2004). Presente no sudeste e sul do Brasil, habitam matas secundárias, capoeiras, plantações e matas de galeria. Os casais ou bandinhos percorrem a copa das árvores ou andam pelo chão. Se assustado, o bando foge com estardalhaço, dando seus gritos roucos. Alimentam-se de frutos silvestres, entre eles, os coquinhos da palmeira juçara (*Euterpe edulis*), cujos caroços regurgitam, ajudando a dispersá-los. Faz o ninho, uma tigela de gravetos forrada com folhas, oculto na vegetação emaranhada, a uns 3 metros de altura. Colocam de dois a quatro ovos que são chocados por, aproximadamente, 28 dias. No estado de São Paulo, está classificada como "quase ameaçada" de extinção, não só pela destruição de seu ambiente, mas também, pela pressão de caça (WWF BRASIL, 2010).

Com base na BNCC (BRASIL, 2018), este estudo de caso desenvolve o letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo, abordando as competências de planejar e realizar atividades de campo, assim como observar o mundo a sua volta e fazer perguntas. Contempla a unidade temática Vida e Evolução, na qual está o estudo de características dos ecossistemas, destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente; com destaque para as interações que os seres humanos estabelecem entre si e com os demais seres vivos e elementos não vivos do ambiente. Aborda, também, a importância da preservação da biodiversidade e, como ela distribui-se nos principais ecossistemas brasileiros.

De acordo com o Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), o estudo de ciências naturais tem como um de seus papéis principais a preparação dos jovens para enfrentar os desafios de uma sociedade em mudança contínua, sendo o conhecimento científico um elemento-chave na cultura geral dos cidadãos, pois o acesso a esse conhecimento os habilita tanto para posicionar-se ativamente diante das modificações do mundo em que vivem, como para compreender os fenômenos observáveis na natureza. Nesta perspectiva, o caso fomenta as habilidades de construir e aplicar o conceito de que os seres vivos estão relacionados aos ambien-

tes em que são encontrados; identificando em ambientes, elementos essenciais à manutenção da vida dos organismos que neles desenvolvem-se, e reconhecendo as causas e consequências dos desequilíbrios em cadeias e teias alimentares.

Segundo os indicadores e parâmetros da educação ambiental crítica abordados por Luz e Tonso (2015), o caso aborda os indicadores um, desenvolvendo a compreensão sobre as causas dos problemas ambientais; indicador quatro, dentro do qual, o caso dialoga com a realidade socioambiental local; e indicador cinco, permitindo a identificação de educandos com a comunidade a que pertencem. Atende também ao objetivo 15, que busca proteger, recuperar, e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, dentre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU.

O caso, portanto, contempla as dimensões da educação ambiental com conhecimentos científicos sobre a espécie e populares, por meio da presença do personagem avô de Matheus; dos valores éticos em relação ao direito à vida, cuidado com o indivíduo encontrado e valor da espécie para a biodiversidade; dos valores estéticos, através da paisagem e vivências sensoriais na natureza de Matheus; e, de um processo participativo do que fazer para a conservação da espécie (CARVALHO; CAVALARI; SANTANA, 2006).

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

Dentre as fontes de inspiração está a notícia intitulada: "Animais ameaçados por extinção são avistados em Embu das Artes", publicada em novembro de 2017, no portal Terra. Nela, é relatado o avistamento de aves nativas que estão em risco de extinção na região em questão. As regiões central e oeste da cidade ainda possuem bastante vegetação nativa de Mata Atlântica e, alguns resquícios de Cerrado Paulista. Nesse sentido, uma ONG chamada SEAE (Sociedade Ecológica Amigos de Embu) organizou uma caminhada que teve como proposta levar munícipes e demais interessados à Área de Preservação Ambiental (APA) de Embu das Artes, que se localiza na região oeste, proporcionando um ambiente favorável à presença de animais silvestres, a fim de promover reflexão sobre a vida, opções de ocupação e convivência harmônica entre homem e natureza. Nesse evento, avistaram-se animais silvestres da Mata Atlântica, incluindo espécies que podem estar ameaçadas de extinção, como a ave Jacuaçu e o Sapo-cururu.

Outra fonte foi uma experiência real de avistamento do Jacuaçu na Associação Acorde, em Embu das Artes, na qual a ave foi confundida com uma galinha, como descrito no caso em questão. Também durante uma visita da equipe do Instituto Butantan na Associação, para a realização de uma observação de aves, esta foi observada e os visitantes comentaram ser esta uma espécie de fato em risco de extinção e difícil de ser encontrada na região.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

De acordo com o Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), é sugerido que o caso seja aplicado a alunos do ensino fundamental II, sétimo e nono anos, diante dos temas: diversidade de ecossistemas, fenômenos naturais e impactos ambientais, e preservação da biodiversidade. Também é adequado à faixa etária entre 9 e 12 anos em projetos extracurriculares. São previstas cinco aulas com duração de 50 minutos.

Aula 1: disponha os alunos em roda, em seguida, questione-os sobre seus conhecimentos em relação aos animais nativos, convergindo para as aves nativas. Pergunte sobre as aves que já observaram e chamaram sua atenção, se todos os animais que são avistados na região são nativos de lá, ou se advindos de outros locais, se eles veem muitas ou poucas aves em seu território. Peça que caracterizem o território, pergunte se tem bastante área verde, se é bem arborizado, a fim de levantar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre animais nativos. Em seguida, divida a turma em grupos menores e entregue cópias do caso para leitura.

Aula 2: leve para a aula diversos itens como penas, réplicas ou objetos que representem tamanho do bico, frutos e sementes, que caracterizam a ave e seus hábitos, para que os educandos possam explorá-los. Após, apresente imagens reais da *Penelope obscura* e disponibilize materiais (argila, palitos de churrasco e sorvete, tintas guache), para que os educandos possam construir bonecos da espécie.

Aula 3: novamente dispostos nos grupos formados para leitura do caso, direcione os alunos à sala de informática para que possam fazer uma pesquisa, e então, discutirem e formularem suas respostas para o caso.

Aula 4: dispostos em roda, a aula se dividirá em dois momentos: no primeiro, os grupos irão partilhar as causas para a redução da população de *Penelope obscura* na região, e irão propor suas soluções para atenuar o impacto sobre a espécie. Já no segundo momento, serão conduzidos a uma nova roda de conversa, para que, agora, o educador possa levantar os conhecimentos adquiridos após a sequência de atividades realizadas.

Aula 5: proponha uma observação de aves na área externa da escola, praça próxima, ou pelo bairro, utilizando binóculos e um guia de aves, instigue-os a procurar a espécie vista nas aulas anteriores e a anotar as espécies que avistarem. Encerre a sequência com um plantio de árvores nativas, com espécies que atraiam aves.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópias do caso, folhas, frutos e sementes de *Euterpe edulis*, alicates e pinças que simulem o bico da *Penelope obscura* (ou réplicas do bico), e penas da ave. Argila, palitos de churrasco e sorvete, e tintas coloridas para a construção dos bonecos. Sala de informática e computadores com acesso à internet. Guias de aves do Brasil, da Mata Atlântica ou região sudeste, e binóculos. Mudas de árvores nativas.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- desenvolver sentimento de corresponsabilidade socioambiental e reconhecer-se como agente de mudança;
- reconhecer e identificar problemas e impactos ambientais;
- desenvolver a habilidade de solucionar problemas e instigar o espírito investigativo;
- valorizar a observação como ferramenta de estudo;
- desenvolver sentimento afetivo pelo território e espécies nativas;
- desenvolver a expressão oral e construir argumentos com base em evidências e dados científicos;
- desenvolver o pensamento crítico;
- interpretar dados científicos e desenvolver projetos socioambientais;
- reconhecer e identificar problemas e impactos ambientais.

POSSÍVEIS CAUSAS DO PROBLEMA

Causa 1: desmatamento e fragmentação da Mata Atlântica

O principal fator de ameaça à avifauna paulista é a degradação das florestas e outros ambientes naturais, seja pela intensa exploração das terras na região central e oeste do estado para expansão das atividades agrícolas (e. g. cana-de-açúcar), e contaminação dos cursos d'água; seja pela pressão imobiliária nas áreas de floresta de baixada do litoral, além da caça e a captura de animais para o comércio ilegal. Mesmo nas áreas onde as formações vegetais estão bem conservadas, como, por exemplo, na Serra do Mar, muitas comunidades de aves não guardam mais a sua composição e estruturas originais, e processos ecológicos importantes podem estar comprometidos. Desta forma, um grande esforço de restauração e conexão dos fragmentos, além da recomposição da fauna por meio de reintroduções que obedeçam a critérios internacionalmente aceitos, deve ser tentado.

A causa em questão leva ao acentuado declínio populacional das espécies, seja pela redução no tamanho dos habitats, perda de micro habitats, isolamento de populações e por várias causas decorrentes do efeito de borda sobre ambientes fragmentados (mudanças microclimáticas, aumento na taxa de predação, presença de espécies invasoras etc.) (SIMON, 2004).

Causa 2: caça predatória

A caça predatória é justamente a que ocasiona o maior impacto ambiental, e quando é praticada para fins comerciais, ela é chamada de profissional. Uma vez que ela não encontra a proteção legal, sendo proibida na maioria dos países do mundo, desrespeita todas as regras, não apenas de origem legal, mas também, as impostas pela própria natureza. A caça que se dá por satisfação individual, utilizando métodos cruéis ou armadilhas, que proporcionam uma morte dolorosa ao animal, desrespeitando a quantidade e as épocas próprias para a realização da atividade, não identifica no animal uma condição de importância nas cadeias alimentares e pertencentes ao ecossistema, entendendo-o numa condição de inferioridade, prejudicando o meio ambiente e causando a extinção das espécies (PINHEIRO, 2014).

Entendida como outra traumática ameaça para as aves nativas, podendo ter sido o motivo principal de extinções de espécies como da jacutinga, arara-vermelha e bicudo, ou da situação crítica em que se encontram muitas outras, devemos considerar ainda que a *Penelope obscura* é uma ave predada e traficada pela facilidade de captura e abate, devido tanto a sua reprodução, quanto ao sistema de forrageamento que são normais e genéricos, com alimentação não específica e considerável número de ovos. Ainda que coibida pelos órgãos fiscalizadores, a caça e captura de espécimes continuam presentes em muitas áreas do estado, ameaçando a sobrevivência das mesmas (SIMON, 2004).

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: plantio de árvores nativas

A contribuição dos espaços verdes para a sustentabilidade local se dá devido ao seu potencial de proteção aos cursos de água, redução da fragmentação dos habitats e garantia da sobrevivência da fauna e flora dentro de áreas cada vez mais urbanizadas. A arborização tem sua importância no contexto urbano, à medida que as cidades crescem verticalmente e expandem-se horizontalmente, propiciando conforto ambiental. Para isso, a arborização urbana deve ser bem planejada, de modo que a vegetação cumpra suas funções ecológicas, econômi-

cas e sociais, buscando-se a minimização dos impactos adversos incidentes no ecossistema urbano e propiciando melhorias no padrão socioambiental.

A vegetação nas áreas urbanas e periurbanas desempenha relevante função ecológica, por meio das espécies ocorrentes nos passeios das ruas e avenidas, nas praças, nos bosques e parques municipais, as quais podem converter-se em importantes ambientes que servem para abrigo, descanso, nidificação e fonte de alimentação para as aves silvestres, contribuindo também para a diversidade biológica vegetal nessas áreas e melhoria microclimática.

Resolução 2: sensibilização e educação ambiental no município

A implementação de ações educativas na escola, bairro ou município, para sensibilizar e preparar a população do território a buscar soluções individuais e/ou coletivas que tenham impacto ambiental é fundamental. Isso faz com que a população reconheça-se como corresponsável pelo impacto e agente de mudança socioambiental, fortalecendo suas habilidades, compartilhando saberes, adquirindo competências e repensando valores, por meio de vivências que lhe permita desenvolver um sentimento afetivo não só pelo território, mas também, pelos ambientes naturais, parques e espécies nativas remanescentes no local. Desta forma, a atenção é direcionada para a compreensão das fragilidades da espécie, e talvez a estimule à criação conservacionista, pois trata-se de uma espécie grande e vagarosa, muito semelhante ao porte de uma galinha, que é de fácil predação natural e humana, seja para alimentação ou para diversão.

Resolução 3: participação pública

A participação da população nos processos de decisão, planejamento e gestão, como na elaboração do Plano Diretor da cidade; elaboração de propostas e projetos que pressionem os órgãos responsáveis à preservação e recuperação das áreas verdes, arborização urbana, criação de praças e bosques; e aumento do controle e fiscalização sobre atos infracionais, como desmatamento e caça predatória de animais silvestres e nativos.

PARA SABER MAIS

Sociedade Ecológica Amigos de Embu. APA Embu Verde: riqueza e fragilidade num território de conflitos. **Revista APA Embu Verde**. Embu das artes, 2013.

Representa a síntese das pesquisas de campo e atividades de educação ambiental realizadas durante o projeto "Diagnóstico Socioambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) Embu Verde: educação ambiental para a susten-

◂◂ Sumário

tabilidade na Bacia do Rio Cotia", desenvolvido pela ONG Sociedade Ecológica Amigos de Embu, entre 2010 e 2012. A publicação mostra que Embu das Artes possui importantes áreas que abrigam grande diversidade de espécies, muitas das quais estão ameaçadas de extinção, e de ecossistemas naturais, contando com significativos remanescentes de Mata Atlântica.

Silvestre não é Pet. Direção: D. T. Gonçalves. São Paulo: Fórum Nacional de Proteção e Defesa Animal, 2010. 1 filme (32min), son., color. Documentário.

Gravado em 17 estados brasileiros, discute a temática da posse de animais silvestres em áreas urbanas, em convívio com pessoas. É narrado sob o ponto de vista da vida dos animais e explica sobre a função ecológica desses indivíduos em seus habitats. Aborda também fatores comuns no convívio desses animais com as pessoas, como casos de mutilações, doenças físicas e psicológicas e o eterno confinamento, sem chances de reintegração à natureza, perdendo suas funções ecológicas, comprometendo, então, a sobrevivência das espécies, a biodiversidade e o futuro do planeta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

CARVALHO, L. M.; CAVALARI, R. M. F.; SANTANA, L. C. Concepções de educação e educação ambiental nos trabalhos do I EPEA. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 141-173, 2006.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). **Listas das aves do Brasil**. 11. ed. Florianópolis: CBRO, 2014.

DELACOUR, J. AMADON, D. **Curassows and related birds**. Barcelona: Lynx, 2004.

INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA (IPEMA). **Conservação da Mata Atlântica no estado do Espírito Santo**: cobertura florestal e unidades de conservação. Vitória: IPEMA, 2005.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN red list of threatened species**. 2004. Disponível em: https://www.iucnredlist.org/. Acesso em: 21 ago. 2020.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UNIRIO; UFRJ, 2015.

PINHEIRO, G. C. A regulamentação da caça no Brasil. **Revista de Direito Público da Procuradoria-Geral do Município de Londrina**, v. 3, n. 2, p. 95-116, 2014.

REDE NACIONAL DE COMBATE AO TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES (RENCTAS). **1° relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre.** Brasília, DF: RENCTAS, 2002.

SAVE BRASIL; IESB; BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Complexo de Serras das Lontras e Una, Bahia**: elementos naturais e aspectos de sua conservação. São Paulo, SAVE Brasil, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**. São Paulo, SEE, 2019.

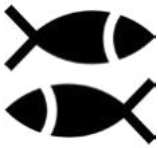
SIMON, J. E. **Registro de aves raras com a frutificação de taquaras na região de Santa Teresa, Espírito Santo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 7., 2004. **Livro de resumos [...]**. Blumenau, 2004.

_____. **Efeitos da fragmentação da Mata Atlântica sobre comunidades de aves na região serrana de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

WWW BRASIL. **Nova unidade de conservação na Mata Atlântica pode proteger animais e plantas ameaçados de extinção**. 2010. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?24020/Nova-unidade-de-conservacao-na-Mata-Atlantica-pode-proteger--animais--e-plantas-ameacados-de-extincao> Acesso em: 21 ago. 2020.

CAPÍTULO 13

Estudo de Caso: o lugar onde o peixe para



Fernanda Rebeschini Nascimento, Gleici Branco e Laís Mariano Felizardo

"Parou. Pararam os peixes, parou a pescaria. Parou."

Foi assim, com a mente navegando por essas palavras recém-aprendidas na escola, que Pitu, uma criança de 12 anos, distraia-se enquanto observava seus pais na pescaria diária, às margens do Rio Piracicaba. Mais cedo, naquele dia, ela havia aprendido na escola que a palavra 'Piracicaba' significa: "o lugar onde o peixe para". O vai e vem das palavras, que traduzem o significado do nome do rio, apenas parou quando Pitu foi fisgada, de súbito, pela voz da mãe:

— Sabe o que me entristece, Antônio? É ver toda essa espuma no nosso rio…

— Pois é, Rosalinda, o nível baixo e essa camada branca sobre as águas me partem o coração. Fico até me perguntando se o peixe que estamos levando para casa é de boa qualidade. Isto é, se conseguirmos pescar algum…

— Mas mãe, o que é essa espuma? – manifestou-se, pela primeira vez, Pitu.

— Ah, Pitu, tenho para mim que tudo isso que vemos sobre o rio é espuma de detergente, aquele que vai embora junto com a água na pia da cozinha, mas não sei...

Pitu, nesse momento, não sabia o que falar nem como consolar os pais, que tinham verdadeira paixão pelo rio. Voltou, então, para seus pensamentos, que apenas cessaram novamente no caminho para casa, quando a família, de mãos vazias, deparou-se com um líquido muito sujo sendo despejado nas águas do rio.

Com a cabeça borbulhando, Pitu chegou na escola no dia seguinte e comentou com a professora e com os colegas sobre o episódio que presenciara com os pais às margens do rio: a espuma, a tristeza de sua mãe, a falta de peixe e o despejo daquela água suja. Ela encontrava-se completamente envolvida pela emoção

dos pais e estava interessada e disposta a fazer algo em prol daquele rio que dava nome a sua cidade.

O modo como Pitu falava do rio causou grande comoção entre seus colegas de classe, fazendo com que brotasse ali um enorme sentimento de pertencimento das crianças para com o rio. Assim, como um grande rio, esse sentimento deu vazão a um projeto dentro da turma de Pitu e as crianças começaram a pensar em meios de diminuir a espuma e a poluição do Rio Piracicaba.

Imagine que você faz parte da turma de Pitu na escola. Apresente ao menos duas soluções para a diminuição do despejo de poluentes no Rio Piracicaba e argumente a favor da solução mais viável.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O caso permite que os estudantes reflitam diante da situação de Pitu e os incentiva a tomar uma decisão, a qual tem a necessidade de ser argumentada com coerência. A narrativa é curta e simples, apresenta fatos claros e dentro de um contexto atual (HERREID, 1998). Ademais, aborda uma discussão acerca da poluição do rio Piracicaba, a fim de elencar possíveis soluções para o problema ambiental proposto e, dessa maneira, o caso atende às três dimensões da educação ambiental, as quais, segundo Carvalho (2000), são: a dimensão dos valores, do conhecimento e da participação política. Na história de Pitu, a dimensão dos valores pode ser contemplada pela questão da importância, tanto afetiva quanto social, do rio para a família; a dimensão do conhecimento, abarca o conhecimento científico sobre a poluição dos rios, bem como o conhecimento popular no que diz respeito ao nome do rio; por fim, a dimensão política faz-se presente na participação da comunidade escolar na busca por uma solução ao problema apresentado.

Ademais, no que diz respeito à dimensão do conhecimento, o caso é direcionado aos anos finais do ensino fundamental e iniciais do ensino médio, permitindo a abordagem de temas como desequilíbrio ecológico e poluição aquática. Ainda, este assegura ao leitor a formação de um sujeito integral, pois cumpre as diretrizes da BNCC (BRASIL, 2018) e Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), viabilizando a formação de competências referentes à cidadania, argumentação, diversidades de saberes, além de permitir identificar os efeitos decorrentes da ação do ser humano sobre o equilíbrio ambiental na conservação dos cursos de água e propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da comunidade, adequando-se, assim, às dimensões de valores e de participação política.

Outro parâmetro atendido pelo caso é o previsto na Agenda 2030, o documento oficial da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, elaborado em setembro de 2015. Este destaca alguns objetivos globais que permeiam o desenvolvimento da atividade, sendo eles, o objetivo seis, o qual visa, até o ano de 2030, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; e o objetivo 12, o qual aborda os padrões de produção e de consumo sustentáveis (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2015).

Sendo assim, a narrativa está baseada em parâmetros de educação ambiental crítica, segundo Luz e Tonso (2015), pois aborda valores como: identificação com a comunidade com o intuito de unir as pessoas, ação coletiva ocasionando solidariedade, diálogo com a realidade socioambiental local, compreensão sobre as origens ou causas dos problemas ambientais, e articulação da dimensão técnica com a dimensão crítica.

Quanto à atualidade do caso, temos que o impacto das atividades antrópicas nas águas do Rio Piracicaba, situado em uma das regiões mais industrializadas e produtivas do estado de São Paulo, tem se intensificado nas últimas décadas, por conta do desenvolvimento industrial e demográfico ocorrido na região (MORTATTI; VENDRAMINI; OLIVEIRA, 2012). Nesse contexto, o tema torna-se relevante e atual, pois pode promover um questionamento e argumentação sobre a poluição do rio, que é um marco para a cidade homônima, e também para as cidades que dependem direta e/ou indiretamente do mesmo.

A poluição fluvial urbana, que se mostra muito mais nociva, tem várias fontes domésticas, industriais e rurais, e, frequentemente, não é notada até o ponto em que o sistema fluvial tem a aparência visual modificada em suas propriedades originais. A aparência dinâmica do rio, em termos das oscilações das vazões ao longo do tempo, contribui para ocultar o vestígio da poluição, sendo identificada, principalmente durante a estação mais seca, quando ocorrem as mais baixas vazões (MORTATTI; VENDRAMINI; OLIVEIRA, 2012).

Um dos fortes componentes da poluição fluvial urbana são os produtos de limpeza, os quais sempre estiveram vinculados aos problemas ambientais. Antes mesmo do surgimento dos primeiros produtos sintéticos, o sabão já exibia o problema de tornar as águas muito alcalinas, além de criar uma película insolúvel sobre a superfície da água (DALTIN, 2011).

Uma vez dada tal situação, torna-se de total importância o entendimento dos mecanismos envolvidos na problemática dos detergentes nos efluentes, a fim de visar ações de política pública e tomadas de decisão individuais e coletivas, bem como meios de fomentar o compromisso social e ambiental da população.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

As principais fontes de inspiração para a produção do caso foram uma mídia audiovisual e uma notícia, ambas de 2018, publicadas pelo portal de notícias G1. A primeira, intitulada "Capivaras são vistas em meio a espuma poluente sobre o Rio Piracicaba", é um vídeo que mostra a superfície do Rio Piracicaba tomada por faixas de espuma, próximo à Ponte Pênsil, em frente ao Engenho Central. O vídeo relata que a espuma é provocada por substâncias surfactantes (detergentes), geralmente presentes no esgoto doméstico.

A segunda notícia, intitulada "O impacto dos produtos de limpeza na natureza", destaca a importância do tratamento correto do esgoto nas cidades brasileiras, dando ênfase aos principais poluentes das fontes de água utilizadas dentro de casa, como algumas substâncias presentes nos produtos de limpeza e higiene. Além disso, a reportagem apresenta uma série de orientações para uma limpeza mais sustentável.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso poderá ser estudado no primeiro ano do ensino médio, elaborado para sete aulas com duração de 50 minutos cada.

Aula 1: no primeiro momento, o caso será apresentado para os alunos por meio da leitura do texto "O lugar onde o peixe para". Na sequência, serão exibidas duas reportagens publicadas no Jornal da EPTV, intituladas "Espuma no Rio Piracicaba preocupa especialistas e causa morte de peixes" e "Vazão do Rio Piracicaba está 51% abaixo do normal para época do ano", com o objetivo de sensibilizá-los. A ideia em mostrar duas reportagens, com cinco anos de diferença entre elas, é levantar questionamentos como: Quais mudanças, referente à espuma, são observadas durante este período? Algum estudante identifica-se com as reportagens? Como é formada a espuma? Quem a produz? Como a comunidade lida com a espuma e o que pensa dela? Assim, com as respostas, o professor fará o levantamento dos conhecimentos prévios e também dará as instruções para a próxima aula, quando será realizada a prática investigativa.

Aulas 2 e 3: as aulas têm como base a pesquisa na internet, e, para isso, serão formados grupos com quatro ou cinco alunos, sendo cada um deles responsável por um eixo da pesquisa dentro do tema. As estações de pesquisa serão: (1) as causas da formação de espuma nos rios, (2) o tratamento de esgoto na cidade em que vive, (3) a composição dos efluentes, (4) o despejo ilegal de esgoto, (5) a legislação sobre o tratamento de efluentes, (6) fontes de poluição aquática e, por

fim, (7) soluções para diminuição de despejo de efluentes nos rios de modo geral. Após a pesquisa, os alunos compartilharão o conhecimento adquirido e serão responsáveis pela elaboração de três perguntas, para serem utilizada nas aulas seguintes, durante uma entrevista com a comunidade. As perguntas serão livres, mas deverão girar em torno da relação da comunidade com o Rio Piracicaba e da poluição do mesmo.

Aulas 4 e 5: após a elaboração das perguntas, a turma fará uma visita ao entorno do Rio Piracicaba, com o objetivo de observar as suas condições. A observação será acompanhada de uma entrevista semiestruturada com membros da comunidade, tendo em vista o levantamento sobre os seguintes tópicos:

- como as pessoas relacionam-se com o rio;
- conhecimento delas acerca dos despejos ali presentes;
- nível de consumo de detergente;
- se há conhecimento sobre rede de esgoto em casa;
- se há conhecimento do que são os esgotos clandestinos e ligações cruzadas;
- soluções que pensam ser possíveis para a diminuição de despejo de poluentes no rio ou controle da qualidade da água.

Aula 6*:* esta aula será o momento dos alunos retornarem para seu grupo de pesquisa inicial e agora, com base nos conhecimentos adquiridos, na vivência das aulas práticas e no estudo *in loco*, elaborarem a resolução do caso. Os estudantes deverão montar um painel explicativo sobre como chegaram à resposta para ser apresentado na aula seguinte.

Aula 7: no momento da apresentação dos painéis explicativos, os alunos se organizarão na forma de um *gallery walk*, sendo avaliados pelos próprios colegas de sala e pelo professor no que se refere à qualidade das resoluções e argumentação da melhor solução. O *gallery walk* consiste em uma técnica cooperativa de discussão, que permite que os alunos apresentem seus trabalhos e vejam o de seus colegas de forma semelhante a uma exposição artística (NAMAZIANDOST; ESFAHANI; MIRSHEKARAN, 2018). Isto ocorre porque enquanto um aluno de um grupo explica seu painel para os demais, os outros membros do grupo circulam pela sala para ouvir a explicação em um outro painel.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Para a realização dessa atividade serão utilizados os seguintes materiais: cópias impressas do caso, recurso multimídia para exibição das reportagens, com-

putadores com acesso à internet, cartolinas para elaboração dos painéis do *gallery walk* e entrevista impressa.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- promover o sentimento de pertencimento da população em relação aos recursos naturais da cidade em que habita;
- desenvolver maior comprometimento ético no que diz respeito ao uso da água, sensibilizando os alunos para o cuidado com a natureza e com os recursos naturais;
- despertar o aluno para as consequências do mau uso da água e da poluição e compreender o impacto do desenvolvimento urbano sobre a vida aquática;
- permitir que os alunos adquiram a capacidade argumentativa;
- possibilitar participação ativa na tomada de decisão pela solução mais viável e fomentar a tomada de decisões autônomas e de caráter protagonista dentro da sociedade;
- elaborar propostas que incluam as esferas pública e social para maior viabilidade de soluções;
- incentivar o trabalho em equipe.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: tratamento e fiscalização de efluentes

Uma das soluções para diminuir o despejo de efluentes no Rio Piracicaba seria investir no tratamento dos resíduos provenientes dos esgotos domésticos e industriais, os quais acabam sendo lançados no ambiente. No Brasil, apenas 38% do esgoto é tratado, sendo o restante devolvido para a natureza sem os devidos procedimentos de limpeza (BRASIL, 2014). Já em Piracicaba, o quadro é diferente, enquanto na década de 1990, apenas 6% de todo o esgoto era tratado, hoje, a cidade consegue cuidar de 100% do seu esgoto urbano (PIRACICABA, 2014).

Nota-se, portanto, que a cidade apresenta bons índices de tratamento, no entanto, vale lembrar que os cuidados com os efluentes vão além do tratamento do esgoto, sendo necessário voltar os olhos para possíveis ligações cruzadas e esgoto clandestino. Isso porque, apesar de ocupar uma posição elevada na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental (ABESA), a cidade de Piracicaba apresenta despejo irregular de esgoto não tratado em dezenas de pontos nela espalhados. Em 2015, a cidade já havia tomado providências para conter os esgotos clandestinos e, na época, deixaram de ser despejados 15 litros por segundo de esgoto *in natura* nos córregos e rios que compõem o Rio Piracicaba (PIRACICABA,

2014). Sendo assim, é preciso exigir fiscalização para coibir ligações cruzadas e/ou despejos de depósitos, oficinas e demais comércios.

Ainda, as medidas de tratamento dos efluentes precisam extrapolar a cidade de Pitu, pois a formação do Rio Piracicaba dá-se na cidade de Americana, nos encontros dos rios Atibaia e Jaguari e segue para outros municípios, para além da cidade de Piracicaba. Desta forma, torna-se importante a cobrança de tais medidas de tratamento em outros municípios também.

Resolução 2: intervenção político-social

A intervenção político-social surge como a segunda opção de solução, para o caso em questão. De acordo com Reigota (2017), a educação ambiental deve ter como um de seus objetivos a participação cidadã na solução de problemas, sendo assim, a diminuição do despejo de detergente no Rio Piracicaba pode acontecer a partir de uma mediação por parte dos envolvidos. Desta forma, propõe-se como uma das soluções redigir uma carta destinada aos órgãos públicos do meio ambiente, cobrando-os por medidas que visem à diminuição da poluição no Rio Piracicaba, as quais incluem um maior investimento no tratamento de esgoto e fiscalização de ilegalidades nas redes da cidade.

Ainda, a intervenção político-social pode ser a visita agendada à Secretaria de Meio Ambiente da cidade, bem como a escrita de uma carta aberta para um jornal local informando à população sobre a necessidade de ter-se redes de esgotos e tratamentos de efluentes em conformidade com a lei, uma vez que os efluentes chegam ao rio de forma clandestina e, portanto, a aplicação da lei e fiscalização já seriam formas de efetivar-se uma ação a favor da diminuição de despejo no rio.

A intervenção passa a ser uma opção de resolução, pois, além de propor uma atitude na direção da minimização da poluição, contribui para a efetividade da educação ambiental, a qual baseia-se na formação de sujeitos críticos e transformadores, capazes de modificações críticas na realidade (LOUREIRO; TORRES, 2016). A partir dessa resolução, os atores da mudança não se posicionam de maneira neutra na sociedade, mas sim, exigem ações práticas dos órgãos públicos, a fim de elevar a problemática apresentada para um patamar que foge do âmbito pessoal e chega ao nível social e político.

PARA SABER MAIS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Jardim Filtrante**. São Paulo: Iniciativa Verde, 2013.

O folder explica como dimensionar um Jardim Filtrante, que se apresenta como uma solução para o tratamento do esgoto doméstico, a partir de um

◂◂ Sumário

sistema desenvolvido pela Embrapa. Este consiste em uma área alagada artificialmente, capaz de depurar as águas provenientes de máquinas de lavar, chuveiros e pias de banheiro, ou seja, de locais nos quais detergentes e xampus são descartados.

Agência Nacional de Águas. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Atlas esgoto: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília, DF: ANA, 2013.

O Atlas apresenta informações, diagnósticos e propostas de soluções para as cidades do país no âmbito do tratamento de esgoto. As informações mostram a realidade das cidades brasileiras, sendo possível ao leitor visualizar os dados da sua própria cidade e acessar uma previsão de investimentos atuais e futuros para a causa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Senado Federal. **Brasil não trata a maior parte do esgoto urbano.** 2014. Disponível em: http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/escassez-de-agua/materia.html?materia=brasil-nao-trata-a-maior-parte-do-esgoto-urbano.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

CARVALHO, L. M. Educação ambiental e formação de professores. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Panorama de educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília, DF: MEC, 2000, p. 55-63.

DALTIN, D. **Tensoativos:** química, propriedades e aplicações. São Paulo: Blucher, 2011.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p.163-169, 1998.

LOUREIRO, C. F.; TORRES, J. R. (orgs.). **Educação ambiental**: dialogando com Paulo Freire. São Paulo: Cortez, 2016.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UNIRIO; UFRJ, 2015.

MORTATTI, J.; VENDRAMINI, D.; OLIVEIRA, H. Avaliação da poluição doméstica fluvial na zona urbana do município de Piracicaba (SP). **Ambiente e Água**, v. 7, n. 2, p. 110-119, 2012.

NAMAZIANDOST, E.; ESFAHANI, F. R.; MIRSHEKARAN, M. N. R. The effect of gallery walk technique on pre-intermediate EFL learners' speaking skill. **Language Teaching Research Quarterly**, v. 8, p. 1-15, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU). **Transformando nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 21 ago. 2020.

PIRACICABA. Prefeitura Municipal. **Programa Piracicaba Rede 100%**: a cidade comemora universalização do tratamento de esgoto. 2014. Disponível em: http://www.piracicaba.sp.gov.br/imprimir/programa+piracicaba+rede+100+a+cidade+comemora+universalizacao+do+tratamento+de+esgoto.aspx. Acesso em: 21 ago. 2020.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**. São Paulo, SEE, 2019.

CAPÍTULO 14

Estudo de Caso: cuidado! Animal na pista

Leandro de Souza Pedezzi, Matheus Henrique Migliani Lellis e
Thaís Fernanda de Aquino Correia

Dora e seu filho Felipe moram na cidade de Campinas e estão viajando para a cidade de Arthur Nogueira para visitar parentes no feriado de Natal. Logo no início do trajeto, na rodovia Zeferino Vaz (SP 332), cuja velocidade máxima permitida para veículos leves é de 80 km/h, avistam a Mata de Santa Genebra, que está localizada no bairro Bosque de Barão Geraldo. Nesse momento, Felipe comenta com sua mãe:

— Estou estudando nas aulas de biologia sobre os biomas brasileiros. Acho que essa vegetação poderia ser um Cerrado ou um resquício de Mata Atlântica.

— Nossa, filho! Não faço a mínima ideia da diferença entre esses dois tipos de vegetação.

— Eu lembro que o Cerrado tem animais como o lobo-guará e o tamanduá-bandeira. Na Mata Atlântica, podemos encontrar o mico-leão-dourado e onça-pintada. Já a onça-parda frequenta tanto o Cerrado como a Mata Atlântica.

Dora estava atenta ao que o filho estava dizendo e, por alguns segundos, distraiu-se do trânsito, quando, de repente, um animal aparece na frente do carro. Dora toma um grande susto e freia em uma reação involuntária, porém, não é suficiente para evitar o acidente. Depois de conseguir parar o veículo no acostamento, ela diz a Felipe que havia atropelado um animal. Este já estava morto no local. Ao descerem do carro, Felipe exclamou com tristeza:

— Poxa vida, mãe! Acho que atropelamos um gato-do-mato.

— Que pena! Tomei um susto. Esse animal entrou muito rápido na pista. Não lembro de ter visto nenhuma placa avisando sobre a presença de animais nessa estrada.

— E agora, mãe? O que nós podemos fazer?

— Acho melhor eu ligar para a concessionária responsável pela rodovia ou pedir ajuda a alguém que venha a passar por aqui.

Levando em consideração que a situação que aconteceu com Dora e Felipe é recorrente nas estradas brasileiras e que o atropelamento da fauna é uma das principais causas da diminuição da biodiversidade, proponha soluções possíveis para evitar o atropelamento de animais nas rodovias e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Este caso caracteriza-se por ser atual e tratar de um problema habitual ao longo de todo território nacional. Apresenta narrativa fácil de ser compreendida, causando empatia com os personagens. Além disso, tem utilidade pedagógica, pois permite ao professor trabalhar algumas das competências específicas e habilidades relacionadas ao tema, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018). Ademais, o fato de o caso trabalhar com problemas relacionados ao meio ambiente, propicia discussões sobre a sustentabilidade ambiental e suas dimensões.

O caso tem como espaço narrativo o entorno da Mata de Santa Genebra (MSG), uma floresta administrada por uma autarquia municipal (Fundação José Pedro de Oliveira), localizada no bairro do Bosque de Barão Geraldo, em Campinas. Sua categoria de manejo foi declarada ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico), por meio do Decreto nº 91.885, de 05 de novembro de 1985 (BRASIL, 1985). Esse é o maior remanescente florestal urbano preservado na Região Metropolitana de Campinas (GUIRAO; TEIXEIRA FILHO, 2011).

Guirao e Teixeira Filho (2011, p. 148) dão a saber sua localização: "A ARIE MSG está localizada ao norte do município de Campinas, no Distrito de Barão Geraldo, bairro Bosque de Barão, entre as coordenadas geográficas 22°44'45"S e 47°06'33"W". A vegetação presente na área caracteriza-se como pertencente ao Bioma da Mata Atlântica (BRASIL, 2020), composta em sua maioria por floresta semidecídua, e por outra menor parte por floresta higrófila (ou mata de brejo).

O site gerido pela Fundação José Pedro de Oliveira, autarquia responsável pela administração pública da MSG, traz informações sobre a ARIE, disponibilizando dados sobre o número de espécies da fauna que podem ser encontradas no fragmento florestal. De acordo com o site, o seu tamanho é reduzido, porém, pode ser considerado um importante refúgio para a fauna nativa da região. Nesse contexto, identificaram-se 329 espécies de vertebrados, dentre eles, 17 anfíbios, 38 répteis, 220 aves, 51 mamíferos e três peixes. Em relação aos invertebrados, ainda não existem estudos, com exceção das borboletas, sendo identificadas 700 espécies (FUNDAÇÃO JOSÉ PEDRO DE OLIVEIRA, 2020).

Quanto à localização da área de preservação do município de Campinas, Guirao e Teixeira Filho, descrevem a situação do entorno da MSG:

> Atualmente, a MSG possui área de 251,8ha com um entorno diversificado. Duas rodovias de fluxo intenso tangenciam a mata (SP 332 e a SP 138-146), há cultivo de diferentes culturas agrícolas, predominando a cana-de-açúcar, e estão instalados os bairros Bosque de Barão, caracterizado por casas de médio padrão e condomínios fechados, e o Real Parque e Novo Real Parque, ainda em situação de irregularidade. (GUIRAO; TEIXEIRA FILHO, 2011, p. 151)

Percebe-se, então, que a área ocupada pela floresta, além de fazer divisa com áreas de ocupação residencial, também é tangenciada por rodovias de fluxo intenso. O Plano de Manejo da Unidade de Conservação prevê que a área está sujeita ao risco de atropelamento de fauna, pela sua proximidade com tais rodovias (FUNDAÇÃO JOSÉ PEDRO DE OLIVEIRA, 2010).

A morte causada por atropelamento está entre as principais causas da diminuição da biodiversidade da fauna no Brasil. Estima-se que 470 milhões de animais sejam atropelados todos os anos nas estradas brasileiras. Os animais que mais sofrem com esse problema são os pequenos vertebrados, que correspondem a 430 milhões de atropelamentos anuais. Não menos expressivos são os números referentes aos vertebrados de grande porte, com cinco milhões de atropelamentos; 40 milhões de acidentes com animais de médio porte são registrados a cada ano (GUIMARÃES, 2015). De acordo com a Ética Ambiental, todos os elementos da comunidade biótica têm um valor inerente, portanto, não estão abaixo dos interesses econômicos e, por esse fato, existe a necessidade de proteção da biodiversidade nas rodovias (GORDILHO; LIMA; CUSTODIO, 2017).

O tema do atropelamento da fauna silvestre está relacionado com a luta pela preservação das espécies da fauna silvestre, presentes tanto em florestas quanto em fragmentos florestais de todo o país. Este tema dialoga com o assunto mais amplo de preservação da biodiversidade e dos ecossistemas. A educação ambiental é proposta por documentos como uma estratégia importante na formação de atitudes que se comprometam com a preservação do meio ambiente. Por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU) prevê, para a construção da sustentabilidade nas sociedades, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A proposta de aplicação deste estudo de caso vincula-se, especificamente, aos Objetivos 11 e 15 do referido documento (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2015):

> Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis.
> [...]
> Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

A educação ambiental também é afirmada pela legislação brasileira: essa forma de educação em específico é mencionada no art. 225 da constituição federal (BRASIL, 1988) e regulamentada pela Política Nacional de Educação Ambiental, implementada pelo Ministério da Educação (BRASIL, 1999). O trabalho com a educação ambiental é citado no documento da BNCC, em sua introdução, como um tema contemporâneo que afeta a vida humana em diferentes escalas de abrangência: desde a mais próxima (local), até a mais distante (global) (BRASIL, 2018). Além disso, o trabalho com o estudo de caso contribui para o desenvolvimento de competências presentes na BNCC relacionadas à argumentação e à resolução de problemas de forma crítica, utilizando-se de conhecimentos científicos. A sugestão dos autores deste trabalho é que ele seja aplicado junto a alunos de ensino médio (eixo Vida, Terra e Cosmos) ou ensino fundamental II (eixo Vida e Evolução, objeto de conhecimento Diversidade de Ecossistemas).

Para orientar a aplicação escolar do estudo de caso, sugere-se o apoio teórico em Carvalho (2000), que destaca a importância de nos desviarmos das armadilhas quanto às práticas educativas e nos debruçarmos, tentando entender melhor a questão dos limites e as existentes possibilidades da educação; levando em consideração a interação desse trabalho com outras atividades e propostas implantadas na sociedade.

Para a aplicação do estudo de caso, serão consideradas as três dimensões da educação ambiental propostas por Carvalho (2000). A primeira envolve a natureza dos conhecimentos que serão trabalhados. A segunda possui relação com valores éticos e estéticos em concordância com a questão da natureza. A última envolve conjunto de objetivos pautados na dimensão política, de forma a preparar o indivíduo na procura de soluções para os problemas ambientais.

A dimensão dos conhecimentos está presente neste trabalho por conta da abordagem de temas como a biodiversidade, biomas, fragmentação de habitats, extinção de espécies e atropelamento de fauna – todos na perspectiva do conhecimento científico. A dimensão dos valores éticos incorpora-se ao trabalho, na medida em que as atividades propostas procuram articular-se com uma perspectiva de valorização da vida de cada indivíduo humano e da biodiversidade como um todo; no que toca os valores estéticos, estes incorporam-se ao trabalho como

resultado da visitação a uma área de recuperação animal, na proposta de que os alunos sensibilizem-se com a vida dos animais e com a conservação das áreas de proteção ambiental, bem como das espécies que lá habitam, por meio da escuta e discussão de suas percepções sobre tal experiência. Por último, a dimensão da participação política incorpora-se ao trabalho, especialmente, no estímulo do compromisso por parte dos alunos de construírem formas de intervenção no problema do atropelamento animal na região do fragmento florestal, considerando a possível contribuição de diferentes esferas da sociedade para a resolução do problema.

Por fim, citam-se como norteadores deste estudo de caso indicadores específicos de educação ambiental crítica, como "a compreensão sobre as origens ou as causas dos problemas ambientais" e "os conteúdos do trabalho pedagógico que dialoguem com a realidade socioambiental local" (LUZ; TONSO, 2015, p. 6), que virão a contribuir para a avaliação do professor sobre sua prática.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

O caso foi inspirado em notícias de jornais relacionadas ao tema do atropelamento de animais na região de Campinas. A primeira, intitulada "Com falta de corredores verdes, animais morrem atropelados em rodovias", foi publicada na A Cidade ON, em outubro de 2019. A reportagem trata sobre a criação de três corredores ecológicos na região de Campinas, medida essa que contribuiria para diminuir os atropelamentos de animais. A reportagem indica o que são os corredores ecológicos e como ocorre sua implementação, além de fazer comentários gerais sobre características físicas da região onde serão implementados.

A segunda notícia, intitulada "Empresária relata omissão da polícia e ajuda a resgatar cachorro-do-mato atropelado", foi publicada no G1, em maio de 2019. A notícia relata a atitude de uma empresária que avistou um cachorro-do-mato ferido por atropelamento e tenta buscar orientação para socorrer o animal. O artigo explicita a dificuldade da mulher em conseguir apoio adequado no momento em que o animal necessitava de cuidados, uma vez que recebeu orientações insuficientes quando recorreu às instituições responsáveis pelo assunto e chegou, então, a levar o animal para casa.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso é proposto para aplicação no terceiro ano do ensino médio ou nono ano do ensino fundamental II. Serão necessárias dez aulas com duração de 50 minutos cada.

Aula 1: o professor formará grupos produtivos e entregará o caso impresso a cada um dos estudantes. Em seguida, farão uma leitura coletiva em voz alta. A partir daí, o professor irá propor que os grupos façam uma pesquisa sobre atropelamento de fauna e como essa temática é retratada no Brasil. Os grupos irão registrar em seus cadernos as informações que julgarem mais pertinentes. Esta etapa pode ser realizada na sala de informática da escola ou a partir dos celulares dos alunos. Sites de divulgação científica, como Revista Pesquisa FAPESP, *National Geographic* e *Scientific American* Brasil, serão sugeridos pelo professor.

Aulas 2 a 7: o professor, após agendamento prévio, levará os estudantes para visitar o Centro de Reabilitação de Animais Silvestres da Mata Ciliar em Jundiaí. O Centro recebe animais, presta atendimento veterinário e, após a reabilitação, solta-os em um ambiente natural. A maior parte dos animais que chega lá são vítimas de atropelamento, queimada, caça e tráfico. A proposta da visita monitorada é que os estudantes tenham contato com as atividades de educação ambiental do Centro, com o objetivo de sensibilizar e contribuir com a formação de uma consciência crítica em relação ao assunto abordado no caso, desenvolvendo valores éticos ao identificar a posição do ser humano na natureza. No momento final da visita, o professor reunirá os estudantes para enfatizar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, bem como discutir oralmente os efeitos da ação humana para a garantia da sustentabilidade do planeta. Esta é uma oportunidade de destacar as opiniões e sentimentos dos estudantes em relação ao trabalho realizado pelo Centro, além de promover uma discussão sobre quais os aspectos que mais causaram entusiasmo, no decorrer da visita.

Aulas 8 e 9: essa etapa da proposta de aplicação consiste em uma atividade de ação coletiva. O professor levará trechos selecionados do Plano Diretor de Campinas e do Plano de Manejo da MSG, fazendo uma breve consideração com a classe sobre o significado e o papel desses documentos, discutindo com os alunos, ações das partes do poder público da cidade e da instituição responsável pelo manejo da área de proteção (MSG), para a preservação da biodiversidade da região.

Aula 10: nesta última etapa, o professor irá sugerir que os estudantes se reúnam com os grupos iniciais e reflitam sobre o que aprenderam na visita e com a leitura do Plano Diretor de Campinas e do Plano de Manejo da MSG. A seguir, eles devem elaborar possíveis soluções, levando-se em consideração também a pesquisa realizada na primeira aula, e registrar todas as informações em folha separada para entregar ao professor.

Em seguida, os grupos farão novamente a socialização das propostas de soluções obtidas e o professor promoverá uma discussão coletiva para que eles argumentem a favor da melhor solução para o caso.

A avaliação será contínua durante o desenvolvimento das atividades: pesquisa, discurso, argumentação e análise da viabilidade das soluções propostas entregues por cada grupo.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópias do caso impresso para os estudantes, computadores da sala de informática e ônibus fretado.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

As competências específicas e habilidades, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), que poderão ser desenvolvidas durante as etapas de aplicação estão descritas a seguir:

- discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade;
- avaliar, construir e justificar hipóteses para enfrentar situações-problema sob uma perspectiva científica;
- avaliar o uso de aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações que envolvem riscos em atividades cotidianas, visando a integridade física, individual, coletiva e socioambiental.

Já em relação ao Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), poderão ser desenvolvidas as habilidades a seguir:

- propor iniciativas coletivas e individuais na solução de problemas ambientais da comunidade, levando-se em consideração ações de sustentabilidade e de consumo consciente;
- discutir ações para a conservação dos biomas brasileiros, especialmente no estado de São Paulo.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: sinalização e tecnologia no trânsito

A sinalização de trânsito auxilia a alertar os condutores para a presença de animais silvestres e pede que os motoristas tenham cuidado ao dirigir, para evitar acidentes nesses trechos. Os motoristas devem seguir as orientações das placas

de trânsito e reduzir a velocidade. Nesse sentido, as dicas são extremamente simples, visto que os motoristas possuem o dever de prestar atenção ao dirigir em estradas contornadas por matas, reduzir a velocidade, não manusear o animal, deixando-o livre, além de sinalizar a pista (ARACRUZ, 2017).

As placas alertam sobre a importância do cuidado ao dirigir, principalmente à noite, quando os animais estão em atividade e a visibilidade é menor. Os órgãos que cuidam das rodovias são responsáveis pela instalação, bem como o monitoramento das placas, sonorizadores, quebra-molas, radares e orientações de redução de velocidade.

Além das medidas tradicionais relacionadas ao trânsito, órgãos públicos do setor rodoviário vêm tentando adotar outras soluções para diminuir as mortes de animais nas estradas ou rodovias, tornando-as mais seguras. Uma dessas alternativas, a mais recente, é a tecnologia antiatropelamento, com foco em animais silvestres e domésticos de médio e grande porte, a partir de 3 kg. O "Passa-Bicho" é um protótipo desenvolvido pela empresa de consultoria ambiental Via Fauna e poderá ajudar na redução dos impactos das rodovias sobre a fauna e melhorar a segurança dos motoristas, evitando as colisões. Este sistema é baseado em um conjunto de sensores, que estão posicionados em pontos da rodovia com elevada presença de animais. Por meio de luzes de advertência ou mensagens em painéis, o motorista receberá o alerta a centenas de metros ou quilômetros antes da real presença de animais na pista, para que reduza a velocidade e dirija com mais cuidado. Este sistema tem maior confiabilidade do que uma simples placa de alerta de animais na rodovia (TUNES, 2017).

Ações de educação ambiental promovidas tanto pelo poder público quanto por outros agentes (como no caso deste trabalho, pela autarquia responsável pela administração da ARIE MSG ou pelos próprios alunos) poderiam contribuir para a conscientização da população, a valoração da biodiversidade e seu engajamento nas causas ambientais. As ações promovidas poderiam ser voltadas à valorização da biodiversidade da região de Campinas (Cerrado e Mata Atlântica), com ênfase nos animais silvestres e os cuidados que podem ser tomados individual e coletivamente para que não morram, especialmente pelo atropelamento.

Assim, constituiria parte da solução do caso, a proposição pelos alunos de uma forma de contato com as instituições da sociedade civil, do poder público e da iniciativa privada, que poderiam contribuir com a resolução do problema. Um exemplo, seria o envio de cartas escritas pelos alunos à concessionária responsável pela administração da rodovia em questão, solicitando tanto o reforço da sinalização e da fiscalização do cumprimento das regras de trânsito, quanto do incentivo de ações de educação ambiental junto à população, incluindo processos de sensibilização dos condutores para a questão da conservação da vida

animal (implantação de placas e comunicação ativa sobre os animais da região). Outro exemplo, seria a proposição de ações (reuniões com a população do município em locais públicos ou mesmo com a comunidade escolar), no sentido de promover diálogo com a comunidade para mobilizar mais pessoas, com o intuito de pressionar a concessionária e o poder público pela implementação dos aparatos de trânsito e auxiliar na fiscalização das ações, tanto da concessionária quanto das responsabilidades do poder público (reforço da legislação de trânsito, repasse de verbas para implementação do projeto).

Resolução 2: passagem de fauna

A passagem de fauna é uma estrutura que permite aos animais que se desloquem de uma área para a outra, sem que precisem passar pela faixa de rolagem de uma estrada. Ao mantê-los longe do tráfego, evita-se o atropelamento. As passagens de fauna podem ser inferiores (grandes túneis que ficam debaixo das rodovias, destinados a animais terrestres) ou superiores (estruturas sobrepostas à via de tráfego, que criam ligações entre as áreas de matas e são destinadas a animais arborícolas). Antes de iniciar a instalação de uma passagem de fauna, deve-se checar criteriosamente a área e quais espécies poderão utilizá-las, pois o mal planejamento pode impedir que os animais passem por lá. Nenhuma passagem será adequada para todos os tipos de animais, porém, é preciso avaliar quais espécies pretende-se proteger, levando-se em consideração as espécies ameaçadas de extinção e projetar as passagens de acordo com o diagnóstico (GORDILHO; LIMA; CUSTÓDIO, 2017).

Faz parte da solução do caso que os estudantes proponham, junto à solução mais técnica para o problema, uma ação requerendo medidas do poder público no sentido de viabilizar e implementar a construção de passagens de fauna. Um exemplo possível de ação é a proposição de uma carta de autoria coletiva da turma com destino à Câmara Municipal, solicitando apoio dos vereadores para reforçar a legislação para proteger a fauna, já que o poder público é a esfera social responsável pela criação de leis e fiscalização do cumprimento das mesmas. A carta também poderia ser endereçada ao secretário responsável pelo cuidado da área ambiental da cidade, solicitando informações sobre a atuação do poder público municipal nesse sentido. Ainda, outro destino possível seria o envio da carta para um pesquisador da área ambiental da região, na perspectiva de procurar saber com mais precisão, qual seria a melhor forma de implementar uma passagem de fauna na região.

PARA SABER MAIS

Santelli, A. Atropelamentos podem antecipar extinção de espécies da fauna brasileira. **Revista National Geographic**, n. 25, 2019. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2019/09/atropelamentos-antecipam-extincao-de-especies-da-fauna-brasileira. Acesso em: 21 ago. 2020.

Trata-se de um texto de divulgação científica que destaca a principal causa de mortes crônicas de animais silvestres: o atropelamento.

Campinas cria Samu Animal, serviço pioneiro no País. **Portal G1**. Campinas, 28 de set. 2017. Disponível em: http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/especial-publicitario/prefeitura-de-campinas/campinas-agora/noticia/2017/07/campinas-cria-samu-animal-servico-pioneiro-no-pais.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

O texto aborda o programa pioneiro de UTI Móvel. O Samu animal atende animais abandonados em situação de alto risco. O programa conta com uma ambulância que transporta animais que foram atropelados ou sofreram maus-tratos. Na ambulância, há um motorista, um socorrista e um médico veterinário, com meios para dar atendimento aos animais.

REFERÊNCIAS

ARACRUZ. Prefeitura Municipal. **Atenção ao dirigir em estradas cercadas por matas**. 2017. Disponível em: http://www.aracruz.es.gov.br/noticia/8386/. Acesso em: 21 ago. 2020.

BRASIL. Decreto-lei nº 91.885, de 5 de novembro de 1985. Brasília, 1985. Declara como Área de Relevante Interesse Ecológico-ARIE a Mata de Santa Genebra, no Estado de São Paulo. **Coleção de Leis do Brasil**, Brasília, DF, v. 8, 1985.

BRASIL. [**Constituição (1988)**]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. **Diário Oficial da União**: seção 1. Brasília, DF, 27 abr. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Arie Mata de Santa Genebra**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2062-arie-mata-de-santa-genebra. Acesso em: 21 ago. 2020.

CARVALHO, L. M. Educação ambiental e formação de professores. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Panorama de educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília, DF: MEC, 2000, p. 55-63.

FUNDAÇÃO JOSÉ PEDRO DE OLIVEIRA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de manejo**: A.R.I.E: Mata de Santa Genebra. Campinas: ICMBIO, 2010.

_____. **Nossa fauna**. 2020. Disponível em: http://www.fjposantagenebra.sp.gov.br/UnidadeConservacao/Fauna. Acesso em: 21 ago. 2020.

GORDILHO, H. J. S; LIMA, Y. F; CUSTÓDIO, V. P. S. Como reduzir os danos à biodiversidade decorrentes do atropelamento de animais selvagens nas estradas que cruzam a floresta atlântica brasileira? **Revista Jurídica**, v. 3, n. 48, p. 225-242, 2017.

GUIMARÃES, T. A principal causa da morte de animais silvestres no Brasil. **British Broadcasting Corporation (BBC)**, Londres, 2 out. 2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/10/150924_atropelamentos_fauna_tg. Acesso: 21 ago. 2020.

GUIRAO, A. C; TEIXEIRA FILHO, J. Preservação de um fragmento florestal urbano - estudo de caso: a Arie Mata de Santa Genebra, Campinas (SP). **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 29, p. 147 - 158, 2011.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, UNIRIO; UFRJ, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU-BRASIL). **Transformando nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 21 ago. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**. São Paulo: SEE, 2019.

TUNES, S. Empresa desenvolve sistema de detecção antiatropelamento animal. **Agência FAPESP**, 2017. Disponível em: http://agencia.fapesp.br/empresa-desenvolve-sistema-de--deteccao-antiatropelamento-animal/25922/. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAPÍTULO 15

Estudo de Caso: quem tem medo de fogo mau?

Fabiana Luca Alves, Livia Maria Michelassi da Silva e Lucimar Polo

Em uma dessas manhãs ensolaradas de Ribeirão Preto, a luz penetra na copa das árvores que formam o bosque central da cidade, uma das poucas reservas de mata nativa que resta. Duas criaturas emplumadas preparam-se para conhecer novos ambientes!

— Menino, arruma suas penas! Vamos precisar delas bem conservadas para a nossa viagem!

— Sim, mãe, pode deixar. Mas para onde vamos mesmo? – pergunta o tucano filhote, todo ansioso para começar a jornada.

— Vamos voltar para nossa mata de origem, filho. Aqui no Bosque Municipal de Ribeirão Preto está ótimo, mas você precisa conhecer um mundo maior! Voar em várias direções e desfrutar das belezas de nossa cidade. Faremos algumas paradas no caminho, afinal, você ainda é jovem e precisa fortalecer seu voo, precisamos de água e de alimento.

— Não vejo a hora de partirmos! Mãe, que árvores são essas que temos aqui no bosque mesmo?

A mãe então olha para o bebê tucano e, com paciência, que só as mães têm, responde:

— Aqui no bosque estamos em uma área que é um fragmento de Mata Atlântica. Essas árvores aqui são os majestosos Jequitibás. Já essas outra bem largas e muito altas, com a casca grossa e cinza, são as Perobas rosas. Elas vivem mais de 300 anos e, infelizmente, estão ameaçadas na nossa região. Essas com flores rosas lindas são as Paineiras, que irão forrar o chão. Nossos amigos periquitos adoram essa árvore!

O bebê tucano olha extasiado todo aquele verde, muitos outros pássaros compartilhando toda a biodiversidade do bosque, desde galhos, flores e frutos, até sementes e sombras. Observa também outras riquezas, como os musgos, as briófitas, os lagartos e até os anfíbios:

— Vivo no paraíso – exclama Rodolfo!

Os dois bebem água no lago do jardim japonês e partem para a jornada. A primeira parada é na praça da Escola Municipal Alfeu Gasparini. Ali, encontram frutos e ovos para alimentação e bastante sombra, local ideal para passarem horas ou o dia todo. Afinal, tucanos são aves que comem ovos de outras espécies como os pássaros canoros. E, claro, fazem a alegria dos alunos, que tiram fotos e encantam-se com o colorido do seu bico e a beleza de sua plumagem.

No caminho, subindo pela antiga linha férrea, a mamãe tucano para em uma árvore linda com folhas de tamanho médio para grande, que tem frutos amadeirados abertos para baixo. Rodolfo logo nota as sementes que lembram grandes azeitonas pretas, principalmente porque dentro do fruto existe um pouco de vermelho misturado com laranja e isso causa um contraste imenso, o que chama muita atenção.

A mãe, Esmeralda, já vai logo dando as instruções:

— Essa árvore é o Chichá, e esses frutos são uma iguaria para nós, filhote. Olhe bem e aprenda!

— Sim, mamãe, vou abastecer meu papo!!!

Rodolfo não se aguentava de felicidade com as novas descobertas, até que, de repente, ele observa ao seu redor uma grande quantidade de sujeira e fica estarrecido.

— Mamãe, mamãe! O que é isso?

— Ah meu filho! Infelizmente, existe um animal que se afastou da natureza e ele quase não se reconhece mais como sendo parte dela. Esse animal, filho, é o ser humano! Ele deixa rastros por onde passa. Aquilo que você viu, são restos de lixo que são jogados em locais inapropriados. Mas, é importante também dizer que existem pessoas que se preocupam com o meio ambiente e tentam, como nós, preservar e conservar a natureza. Vamos, nosso caminho é longo, vamos continuar com a nossa jornada.

Muitas batidas de asas são necessárias para contornar a cidade de Ribeirão Preto, seguindo de leste para norte-oeste, assim como algumas outras paradas nas raras áreas verdes que encontraram, entre elas o parque Tom Jobim e uma pequena mata próxima ao terminal de petróleo. Rodolfo procura guardar todos os ensinamentos de sua mãe, bem como a rota que ensinará para os filhotes que terá no futuro.

Tudo ia muito bem até que um horizonte cinza e negro assusta Esmeralda e ela, por precaução, desvia o voo para a mata da Universidade de São Paulo, na parte próxima à estrada que leva para Sertãozinho. De lá, ela e Rodolfo olham os outros pássaros voando desesperados, enquanto outros animais tentam saltar e correr em outra direção. O fogo toma gosto pelas árvores que estão mais secas devido à falta de chuvas, que a estação de inverno proporciona. Rodolfo pergunta para a mãe:

— Como pode isso acontecer? Por que esse tal de homem destruiria a própria casa? Por que destruiria tantas espécies de árvores tão importantes para sombra e alimentação?

— Não sei, meu filho! Juro que eu gostaria de saber e entender. Uma das principais causas dessas queimadas é a quantidade de lixo e entulho que as pessoas descartam em terrenos baldios e nas ruas. Tem de tudo: móveis velhos, coisas quebradas ou mesmo folhas que caem das árvores. Elas colocam fogo achando que isso vai resolver alguma coisa. E ainda tem as bitucas de cigarro, que, quando arremessadas em áreas com vegetação seca podem causar incêndios. Isso é o que pode ter acontecido aí na mata, Rodolfo!

A mãe, que queria que o filho visse toda a beleza da Estação Ecológica de Ribeirão Preto, tem agora apenas restos queimados como cenário para apresentar. Quase tudo virou cinzas! Ela fica inconsolável!

Mas Rodolfo tem uma grande ideia:

— E se a gente voltasse para a escola e contasse para as crianças que as queimadas acontecem principalmente quando se coloca fogo para tentar acabar com o lixo? Se a gente explicasse para elas, aposto que tudo poderia ser melhor!

A mãe fica orgulhosa da ideia do filho e ela realmente acha que as crianças podem ajudar a buscar soluções para a questão das queimadas.

Imagine que você é um aluno e precisa ajudar Rodolfo e sua mãe a apontar possíveis soluções para amenizar a incidência das queimadas na cidade de Ribeirão Preto. Apresente ao menos duas possíveis soluções para essa problemática e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A narrativa apresentada possui características descritas por Herreid (1988) como essenciais para um bom caso. Primeiramente, é dinâmica e foi criada a partir dos diálogos de dois tucanos que passeiam pela cidade de Ribeirão Preto. A história desperta o interesse e empatia pelos personagens, pois são aves que encantam as crianças, além de ser um caso curto.

Ademais, o tema é atual e relevante, uma vez que as queimadas estão em foco nas mídias e vêm aumentando significativamente nos últimos anos, no Brasil. Isso pode ser observado pelos recentes incêndios ocorridos na Floresta Amazônica, que ganharam repercussão mundial devido a sua importância. Segunda o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no ano de 2019, houve um aumento no índice das queimadas, comparando-se com 2018 (JORNAL NACIONAL, 2020).

Pode-se destacar a sua utilidade pedagógica nas aulas do ensino fundamental II, pois: provoca conflitos, permite que os alunos discutam e argumentem, defendam suas ideias, auxilia no processo de ensino e aprendizagem e possibilita a formação de cidadãos ativos e críticos sobre as questões ambientais, que respeitem decisões comuns e tenham consciência socioambiental (BRASIL, 2018).

Sabe-se que as queimadas constituem-se em um dos principais problemas ambientais atuais no Brasil e que, na sua grande maioria, estão associadas aos sistemas de produção agrícola mais primitivos. Também é importante destacar que existem muitas queimadas de caráter criminal, acarretando inúmeros prejuízos nos locais onde ocorrem. Isso pode ser percebido na cidade de Ribeirão Preto, por meio de dados que indicam que, de janeiro a setembro de 2019, houve um acréscimo de 52% nos focos de queimadas no município, comparando-se com o mesmo período do ano anterior (A CIDADE ON, 2019).

Assim, este estudo de caso está alinhado com o objetivo 11 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, 2015), que mostra a necessidade de pensar-se em soluções e alternativas, tornando as cidades locais mais seguros e sustentáveis para as pessoas viverem; isto incluindo a qualidade do ar e a preservação das áreas de mata nativa. Igualmente tem-se isto alinhado com o objetivo 3, que assegura uma vida saudável, promovendo o bem-estar para todos, em todas as idades.

Ainda de acordo com estudos coordenados por Demóstenes Ferreira da Silva Filho, professor do Departamento de Ciências Florestais da USP de Piracicaba, a cidade de Ribeirão Preto possui apenas 16,7% da área urbana recoberta por árvores, sendo que, o recomendado seria de 20% a 30% (PAVINI, 2018). No município, existem apenas duas unidades de conservação: a Estação Ecológica de Ribeirão Preto (EERP) e a APA (Área de Proteção Ambiental) do Morro de São Bento, sendo que todo o seu entorno apresenta plantação de cana-de-açúcar voltada para a indústria sucroalcooleira. É importante destacar também que, em 2014, um incêndio que começou na zona de amortecimento da unidade alastrou-se e adentrou na EERP, culminando com a degradação de 2/3 da mata. O local foi disponibilizado no banco de áreas do Programa Nascentes e, a partir de 2018, foi iniciado um dos projetos executivos de restauração.

Dessa forma, entender as consequências das queimadas, tanto para a população local quanto para o ecossistema, possibilita a formação de cidadãos mais ativos e conscientes, capazes de propor soluções para combater e mitigar essa problemática ambiental. Para mais, nota-se que este estudo de caso contempla o indicador 4 da educação ambiental crítica, que diz que os conteúdos dos trabalhos pedagógicos devem dialogar com a realidade socioambiental local, pois é por meio dela que se tem o início para a aprendizagem (LUZ; TONSO, 2015).

Percebe-se também que há uma interação com os indicadores 5 e 6, que mostram a identificação dos educandos com a comunidade a qual fazem parte e a importância da ação coletiva, respectivamente. Este estudo de caso, quando apresenta as questões relacionadas com as queimadas de lixos domésticos, podas de árvores e entulhos e as suas consequências para a população, cria um diálogo com todos os personagens envolvidos (alunos e comunidade), tornando-se uma força geradora para promover processos transformadores, para alcançar novas proposições (LUZ; TONSO, 2015).

Segundo Cinquetti e Logarezzi (2006), essa proposta abrange as três dimensões da educação ambiental: conhecimento, pois estuda as causas e as consequências das queimadas para o meio ambiente e saúde da população e a importância das áreas verdes urbanas; valores éticos e estéticos, já que incentiva uma visão mais colaborativa e solidária entre as pessoas e a natureza, mostrando a necessidade da integração com os ambientes naturais, uma vez que há uma falta de ética dos seres humanos que causam esses impactos; e participação, pois promove ações e movimentos coletivos, incentivando a união e enfatizando a necessidade de buscar soluções juntamente ao poder público.

FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A principal fonte de inspiração para a produção do caso foi a leitura da notícia "Ribeirão Preto registra 52% mais focos de queimadas em 2019", publicada em setembro de 2019, no site A Cidade On, que revela dados do INPE, indicando um aumento de focos de incêndio na cidade de Ribeirão Preto, em um período de 1 de janeiro a 18 de setembro, quando comparados com o ano anterior. Também destaca os problemas ambientais e de saúde que essas queimadas podem causar quando associadas com altas temperaturas e baixa umidade, características típicas do município em questão.

Outra fonte de inspiração é o relato de experiência de uma das autoras do caso, que é professora de uma escola municipal de Ribeirão Preto, localizada em um bairro residencial e de periferia, sobre o fato de ser comum encontrar ao redor da mesma, uma grande quantidade de lixo descartado de forma inadequada pelos próprios moradores da região e que também são queimados, o que acaba atrapa-

lhando a rotina escolar. Além disso, a instituição de ensino apresenta uma área verde interna que é frequentemente visitada por tucanos, que lá vão alimentar-se e beber água. Os alunos observam esses animais e os docentes utilizam este fato para enriquecer a aprendizagem.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

O caso poderá ser trabalhado em oito aulas com duração de 50 minutos. O público para a execução dessa atividade são alunos do sétimo e nono do ensino fundamental II, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018).

Aula 1: os alunos farão uma visita a uma área verde, que pode ser um parque, um bosque, um fragmento de mata, entre outros, com o intuito de observar as características do ambiente conservado, a fauna, a flora e como elas relacionam-se entre si, dando destaque para o comportamento das aves.

Aula 2: os alunos irão fazer uma excursão guiada no entorno da escola para observar como é o descarte de lixo no bairro. Durante essa atividade, serão feitos registros fotográficos e anotações dos tipos de lixo que foram encontrados e os seus respectivos locais. Os alunos ficarão responsáveis em pesquisar e trazer para a próxima aula:

- reportagens sobre queimadas que ocorreram na sua região e possíveis causas;
- possíveis soluções que já existam, mencionadas por moradores da comunidade, e se elas estão ajudando a resolver o problema.

Aulas 3 e 4: os alunos farão uma roda de conversa, juntamente com o professor, para socializar as informações presentes na pesquisa feita em aula anterior, as observações e as vivências realizadas durante as duas visitas: no entorno da escola e na área verde escolhida. Em seguida, a narrativa do caso será apresentada para que os estudantes entrem em contato com a problemática. Para isso, os alunos terão acesso a livros de biologia e a computadores com acesso à internet. O professor orientará os alunos a buscarem quais são as causas mais comuns das queimadas, como é possível minimizá-las, e a quais órgãos públicos a população pode recorrer na busca de soluções. O professor ficará responsável em anotar todas as ideias propostas durante as discussões, para posterior averiguação.

Aula 5: os alunos serão divididos em grupos e irão discutir as hipóteses levantadas com o objetivo de buscar soluções para o estudo do caso. Cada grupo irá confeccionar um painel para apresentar as propostas para os demais estudantes.

O professor será o mediador, estimulando as reflexões e argumentações durante a apresentação, até o alcance das soluções mais plausíveis.

Aula 6: cada grupo terá que desenvolver uma história em quadrinhos baseada na narrativa do estudo de caso. Os alunos poderão utilizar a sua criatividade e escolher o final que será dado a ela, de acordo com a sugestão escolhida e discutida anteriormente. Ou seja, esta etapa já deverá contemplar as soluções encontradas para o caso por cada um dos grupos. Para deixar a atividade mais rica, ela poderá ser realizada de forma interdisciplinar com o auxílio do professor de artes, que orientará melhor os alunos durante o processo de execução da história em quadrinhos.

Aula 7: as histórias em quadrinhos confeccionadas pelos alunos serão apresentadas para outras séries da escola, como resultado final dos trabalhos realizados em sala de aula sobre o estudo de caso. A maneira pela qual os estudantes irão fazer a exposição das histórias em quadrinhos ficará a critério do professor, levando em consideração a realidade da escola. Como sugestão, tem-se a construção de painéis (fixos ou móveis), onde as histórias serão colocadas para a visualização de todos.

Aula 8: o professor deverá explicar aos alunos que a população possui alguns recursos para cobrar das autoridades responsáveis soluções para os problemas na cidade. Assim, orientará os alunos para que cada grupo escreva uma carta endereçada ao Secretário do Meio Ambiente, explicando sobre os problemas que eles estudaram e apresentando as soluções encontradas, além de sugerir a necessidade de divulgação para a população de ações sobre como os diferentes lixos podem ser descartados, de modo a não afetarem o meio ambiente. O professor de português será convidado para auxiliar na escrita da carta dos alunos.

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Cópias do caso, transporte para a visita (caso seja necessário), biblioteca para a pesquisa em livros de biologia, computadores com acesso à internet, lápis de cor, cartolinas ou painéis para a elaboração das histórias em quadrinhos e celular para realizar os registros fotográficos.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

- descrever quais são as principais causas do descarte inadequado de entulhos na cidade e a sua relação com o aumento das queimadas;

- entender quais as principais consequências das queimadas para a população e para o ecossistema (saúde humana e ambiental);
- despertar nos alunos a formação de um pensamento crítico e reflexivo perante as queimadas;
- relacionar as atitudes dos seres humanos com danos ao meio ambiente;
- avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho;
- desenvolver a habilidade de trabalho em equipe;
- compreender como o conhecimento científico é importante para desenvolver ações de gestão pública ambiental;
- promover nos alunos a capacidade argumentativa;
- incentivar os alunos a serem agentes transformadores e dissipadores de ações socioambientais, visando o bem-estar coletivo da sociedade.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

Resolução 1: realização de ações educativas de conscientização sobre o problema da queima do lixo na comunidade local

As ações educativas de conscientização voltadas para a comunidade local são de extrema importância, pois aproximam os alunos do problema e dos seus agentes causadores. É por meio da mediação e do diálogo que se torna possível o entendimento das questões ambientais, junto com a comunidade, facilitando a busca por soluções mais efetivas, como a exigência de um local disponibilizado pela prefeitura para esses descartes.

Dessa forma, seria interessante uma campanha que abordasse o problema da queima do lixo doméstico ou resíduos de poda em casa, em terrenos baldios ou próximo às áreas de mata nativa, e quais são as consequências dessas atitudes para a própria comunidade (bairro ou cidade). Os alunos poderiam criar um canal na plataforma do *Youtube*, onde vídeos explicativos seriam postados, demonstrando os efeitos das queimadas urbanas sobre o meio ambiente e a saúde. Além disso, esse canal poderia ser utilizado para que as pessoas pudessem fazer denúncias sobre locais que apresentem lixo acumulado, podendo ser possíveis focos de incêndio; e discutir também questões sobre as leis federais e o meio ambiente, uma vez que queimadas são classificadas como crime ambiental.

Resolução 2: criar ecopontos e não utilizar o fogo como agente de limpeza em qualquer que seja o local

Pode-se definir ecopontos como sendo locais de entrega voluntária de pequenos volumes de entulho (até 1 m^3), grandes objetos (móveis, poda de árvores etc.) e resíduos recicláveis (RESCH; MATHEUS; FERREIRA, 2012). Eles são contentores de grande dimensão e servem como forma de se fazer a coleta seletiva.

A criação desses espaços, distribuídos pelos bairros da cidade, permite a organização e separação do lixo, evitando a degradação de áreas e constituindo alternativa para milhares de pessoas que despejam esses resíduos de forma imprópria e ilegal (BRITO; MAGALHÃES; FERREIRA, 2003). Também ajuda a reduzir prejuízos estéticos, a proliferação de vetores e a desvalorização de imóveis. Em Ribeirão Preto, seis ecopontos começaram a ser colocados, porém, este é um número ainda muito baixo se comparado com a população do município (A CIDADE ON, 2019). Assim, como uma das possíveis soluções para o caso, os alunos poderiam entrar em contato com o órgão público e solicitar a implantação de ecopontos em outros locais da cidade. No entanto, concomitantemente, deve-se sensibilizar as pessoas para que elas compreendam que esses tipos de materiais devem ser destinados para um local certo e não serem queimados. Não se deve utilizar o fogo como agente de limpeza para lixos, folhagens, galhadas e entulhos, principalmente se for próximo de áreas de vegetação, pois as faíscas soltas podem ser carregadas pelo vento e a partir daí iniciar um foco de incêndio.

Para isso, na escola poderiam ser feitas palestras para capacitar as pessoas, transformando-as em agentes multiplicadores dessas ações, criando-se uma página em mídias sociais como forma de divulgação de informações a respeito da localização dos ecopontos e de locais que apresentem acúmulo de lixo no bairro.

Resolução 3: propor ao poder público a aplicação de multas para quem jogar bitucas de cigarros na cidade e disponibilizar mais locais de descarte

A bituca de cigarro não é biodegradável e contém uma química nociva, com, aproximadamente, 9000 substâncias tóxicas. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem, aproximadamente, 1,6 bilhão de fumantes no mundo e, segundo a Autoridade para as Condições de Trabalho, o número de bitucas eliminado por cada um seria estimado em 7,7 ao dia, perfazendo cerca de 12, 3 bilhões de descartes diários (PENNA, 2020).

Assim, percebe-se que ela é um dos itens mais descartados nas ruas, ocasionando um prejuízo ambiental enorme, devido ao número de queimadas em áreas verdes, praças e parques da cidade. Além disso, é uma das principais causas de incêndio nas rodovias e estradas vicinais, pois o vento e a folhagem seca das áreas ao entorno fazem com que o fogo espalhe-se com maior rapidez, além de gerar uma fumaça densa que pode prejudicar a visão dos motoristas e ocasionar acidentes. Essas informações corroboram com dados presentes na literatura. Se-

gundo a Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), as bitucas são responsáveis por grande parte dos incêndios observados nas proximidades das estradas e, como forma de combate e prevenção, a ARTESP promove todo ano, entre os meses de junho a setembro, a operação Corta Fogo (SÃO PAULO, 2020).

Diante desse cenário, uma possível solução seria encaminhar uma carta ao poder público, sugerindo a criação de multas para quem jogar bitucas de cigarro nas cidades e nas rodovias, pois, quando são consideradas as questões financeiras, a mudança de comportamento é inevitável. Também seria interessante aumentar o número de bituqueiras, para que as bitucas possam ter um destino correto. Contudo, estas seriam medidas paliativas, sendo fundamental desenvolver ações de sensibilização para a comunidade escolar. Isto poderia ser feito pelos alunos, como uma cartilha virtual no formato de um *e-book,* explicando todos os danos ambientais causados pelas bitucas de cigarro e, sendo assim, divulgado para as pessoas.

PARA SABER MAIS

Pivetta, M. A floresta da chuva. **Revista Pesquisa FAPESP**, v. 285, p. 18-23, 2019.

Na reportagem, o autor mostra os diferentes papéis desempenhados pela Amazônia para a química atmosférica em nível regional, continental e até global, dando destaque de como ela é uma fonte de vapor de água para o Brasil, contribuindo para o regime de chuvas no sudeste, na Bacia do Prata e no centro-oeste. Em agosto de 2019, os paulistanos tiveram uma amostra das conexões à distância que interligam a atmosfera amazônica com o clima da cidade de São Paulo, pois, no meio da tarde, um temporal escureceu o céu da metrópole, como consequência das queimadas ocorridas na floresta.

Nobre, A.D. **Rios Voadores**. 2017. filme.

Antônio Donato Nobre explica como e porque os Rios Voadores são ligados às florestas nativas, e quais são as consequências benéficas para o ciclo hidrológico da América do Sul. O autor descreve a origem dessa água e a forma como ela interage com a superfície do planeta, ajudando na formação de nuvens gigantes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRITO, E. M., MAGALHÃES, A. F. N; FERREIRA, M. E. F. Ecopontos: a anticultura do lixo. Joinville. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., **Anais [...]**. Joinville, 2003.

CINQUETTI, H. C. S; LOGAREZZI, A. (org.). **Consumo e resíduo:** fundamentos para o trabalho educativo. São Carlos: EdUFScar, 2006.

JORNAL NACIONAL. Focos de queimadas na Amazônia aumentam em 2019, informa o INPE. **Portal G1**, 8 de jan. de 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2020/01/08/focos-de-queimadas-na-amazonia-aumentam-em-2019-informa-o-inpe.ghtml. Acesso em: 21 ago. 2020.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, UNIRIO; UFRJ, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU-BRASIL). **Transformando nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 21 ago. 2020.

PAVINI, C. Ribeirão Preto tem taxa de arborização abaixo do ideal. **A Cidade ON**, Ribeirão Preto, 24 de ago. 2018. Disponível em: https://www.cbnribeirao.com.br/economia/NOT,0,0,1363035,ribeirao+preto+tem+taxa+de+arborizacao+abaixo+do+ideal.aspx. Acesso em: 21 ago. 2020.

PENNA, C. **Bituca de cigarro**: uma grande vilã ambiental, 2020. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/component/content/article/9-no-mundo/1894. Acesso em: 31 jul. 2020.

RESCH, S.; MATHEUS, R.; FERREIRA, M. F. Logística reversa: o caso dos ecopontos do município de São Paulo. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v. 3, n. 1, p. 413-430, 2012.

A CIDADE ON. Ribeirão Preto registra 52% mais focos de queimadas em 2019, 19 de set. 2019. Disponível em: Disponível em: https://www.acidadeon.com/ribeiraopreto/politica/eleicoes/NOT,0,0,1447686,ribeirao+preto+registra+52+mais+focos+de+queimadas+em+2019.aspx. Acesso em: 21 ago. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente**. Operação corta fogo:** bituca de cigarro é uma das principais causas de incêndio. São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cfa/2013/07/operacao-corta-fogo-bituca-de-cigarro-e-uma-das-principais-causas-de-incendios/. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAPÍTULO 16

Estudo de Caso: saco é um saco!

Flávia Gabriele Sacchi

Marta trabalha em uma mercearia perto da sua casa na cidade de Guararapes, interior de São Paulo, onde costuma auxiliar Seu Jonas no atendimento ao cliente e no acondicionamento dos produtos. Certo dia, de manhã, Joãozinho, um dos clientes mais jovens e fiéis da mercearia, questiona Marta sobre as sacolas plásticas utilizadas para transportar os produtos:

— Marta, eu aprendi na escola que essas sacolas plásticas são muito prejudiciais para o meio ambiente. Por que são utilizadas aqui?

— É mesmo, Joãozinho? Não sabia que a situação era tão grave. E, pensando bem, todos os mercados e mercearias usam as sacolas plásticas.

— Isso é verdade. A professora disse que quando as sacolas vão para os rios e mares podem causar a morte dos animais, porque muitos as confundem com comida. As tartarugas, por exemplo, costumam confundir as sacolas com as águas-vivas.

Seu Jonas, que estava prestando atenção na conversa, fica intrigado, porém, não interfere. Marta responde a Joãozinho:

— Que triste! Seria bom se pudéssemos fazer algo a respeito, não é mesmo, Seu Jonas?

O dono da mercearia concorda e antes que responda é interrompido por Joãozinho:

— Bom, vou para a casa. Meu pai está me esperando para fazer o almoço. Até mais, Marta. Até mais, Seu Jonas.

Assim que o menino sai da mercearia, Seu Jonas comenta com Marta:

— Joãozinho me deixou preocupado com essa história das sacolinhas. Segundo minhas contas, nós utilizamos pelo menos quinhentas sacolinhas por dia. Que tal pensarmos em formas de reduzirmos o uso?

De acordo com a campanha "Saco é um saco", do Ministério do Meio Ambiente (2013), anualmente são consumidas entre 500 bilhões e 1 trilhão de sacolas plásticas em todo o mundo. Em relação ao Brasil, cerca de 1,5 milhão de sacolinhas são distribuídas por hora. Com base nessas informações, auxilie Seu Jonas na busca por soluções que minimizem o uso das sacolas plásticas. Aponte duas soluções viáveis para a mercearia e argumente a favor de uma delas.

CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A cidadania efetiva-se quando a noção de direitos e deveres extrapola interesses individuais, de modo que reflita a responsabilidade de cada indivíduo na elaboração de valores coletivos que assegurem o bem-estar humano. Entre os valores coletivos, está o direito que todos temos a um meio ambiente saudável, a partir do dever ético e político de preservá-lo para as presentes e futuras gerações, sendo condição essencial para construirmos uma sociedade sustentável. Nesse cenário, cabe à educação aproximar a informação do consumidor, de forma que provoque mudanças que se fazem urgentes e necessárias (JACOBI, 2003). É nesse sentido que a abordagem do caso possibilita a discussão de questões relacionadas ao desperdício e ao consumo excessivo, que vem ocorrendo em razão do crescimento econômico e da evolução tecnológica, na busca pela melhoria da qualidade de vida.

O consumismo, presente na maioria dos países ocidentais, é caracterizado a partir de seus sistemas econômicos ou de produção, além de refletir a identidade social. Isso significa que, quando consumimos, estamos manifestando a forma como vemos o mundo. Nesse contexto, o modo de produção capitalista relaciona-se diretamente ao incentivo ao consumo de bens supérfluos e geradores de resíduos (BRASIL, 2003). De acordo com Souza (2019), estima-se que, em 2018, o Brasil gerou 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Parte desse número é associado à difusão de materiais descartáveis e supérfluos, como copos, tampas, canudos e sacolas, sendo vinculados à praticidade e à melhor aparência dos produtos. A narrativa do caso traz como problemática os efeitos negativos do uso das sacolinhas plásticas no acondicionamento de diversos produtos em mercados e mercearias, aliado ao consumo excessivo das mesmas.

Essas sacolas têm como matéria-prima o plástico filme, produzido a partir do polietileno de alta densidade (PEAD). O material permite o fácil transporte de produtos e distribuição gratuita no mercado devido a sua leveza, baixo custo, flexibilidade e capacidade de suportar peso sem rompimento. As vantagens das sacolas são as mesmas que lhe conferem um aspecto negativo grave: o longo tempo de degradação. Em função disso, as sacolas plásticas permanecem no ambiente por períodos consideráveis, o que acarreta em prejuízos, principalmente

quando descartadas incorretamente. Por exemplo, ao serem descartadas no ambiente, podem ser carregadas pelos ventos ou pelas águas por grandes distâncias. Sendo assim, acabam concentrando-se nos oceanos, ocasionando poluição das águas e danos à vida marinha. De acordo com Guimarães e Albuquerque (2010, p. 2447), "nos oceanos, as principais vítimas são as baleias, os golfinhos, as focas, as tartarugas e as aves marinhas, que morrem ao ficarem presas nesses materiais ou mesmo por ingeri-los ao confundi-los com comida". Nesse sentido, estima-se que, aproximadamente, 100 mil mamíferos e pássaros morrem todo ano devido à ingestão de sacolas plásticas (SILVA, 2013). Por outro lado, nas cidades, as sacolas podem ocasionar o entupimento dos bueiros que escoam as águas das chuvas.

O consumo excessivo das sacolas plásticas é um grande vilão do meio ambiente e as sacolas deveriam ser reutilizadas ou encaminhadas para a reciclagem. A utilização de tais materiais para o armazenamento do lixo é um exemplo de reutilização, porém é relevante considerar que a adoção de práticas desse tipo não soluciona o problema, visto que, mesmo sacolas plásticas que seguem para os aterros provocam problemas ambientais. Ainda, devido a sua impermeabilidade, as sacolinhas dificultam a biodegradação de resíduos orgânicos e a compactação do lixo, o que ocasiona o apodrecimento dos resíduos e liberação de metano para a atmosfera. Ademais, a manufatura do polietileno faz-se a partir de combustíveis fósseis e acarreta a emissão de gases poluentes (FABRO; LINDEMANN; VIEIRA, 2007).

Tal como outras problemáticas socioambientais do mundo atual, o consumo excessivo causa diversos impactos que afetam toda a humanidade. Dessa forma, tem-se a necessidade da promoção de atividades de educação ambiental que desenvolvam um comportamento consciente e responsável por parte dos estudantes do ensino básico, com o intuito de reduzir o desperdício e propiciar o consumo consciente.

O consumo excessivo e seus impactos no meio ambiente é um dos temas mais abordados em atividades de educação ambiental. De acordo com Cinquetti e Carvalho (2004), existem três dimensões envolvidas nas abordagens de educação ambiental: conhecimentos, valores e participação política. A primeira considera os conteúdos e conceitos relativos à temática que, nesse caso, refere-se à aprendizagem de conceitos que circundam desde a matéria-prima utilizada, produção até a destinação de diversos tipos de sacolas. É possível também discutir os diferentes impactos ambientais associados a esse conteúdo. A segunda possui relação com a mudança de valores éticos e estéticos, de modo que possibilita ao aluno a reflexão sobre a responsabilidade, a colaboração, a empatia, o respeito ao próximo e ao meio ambiente, entre outros. A atividade abarca tal dimensão na medida em que proporciona a resolução de problemas e o trabalho em grupo. A últi-

ma refere-se à mudança de comportamento e exercício da cidadania, posta aqui como a reflexão frente ao uso consciente e descarte correto das sacolas plásticas. Em linhas gerais, a proposta busca estimular nos alunos a tomada de consciência a partir de uma problemática atual sobre as sacolas plásticas, além da formação de sujeitos ativos e transformadores da realidade. Ou seja, o caso propõe a busca por soluções que não estão relacionadas somente à ação individual da recusa de sacolas, mas a soluções amplas, envolvendo um tipo de estabelecimento comercial.

Em relação à narrativa do caso, busca-se chamar a atenção dos leitores a partir de um texto curto e composto por diálogos entre três personagens: Marta, Joãozinho e Seu Jonas. Além disso, ao final da narrativa são expostos dados sobre as sacolas plásticas, de forma a impactar os estudantes. O caso ainda incentiva os alunos a refletirem sobre o assunto e a proporem soluções viáveis para a diminuição do consumo de sacolas plásticas. Dessa forma, em concordância com a BNCC (BRASIL, 2018), a proposta busca incentivar o consumo consciente, bem como a reutilização ou reciclagem dos materiais consumidos.

Com base nos indicadores da educação ambiental crítica (LUZ; TONSO, 2015), verifica-se a explicação da questão ambiental resultante da relação entre o modo de produção, o consumo e os processos de degradação ambiental. Identifica-se também saber científico associado ao popular, de modo que a narrativa evidencia as duas visões.

FONTE DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

No Brasil, diversas foram as iniciativas de municípios e estados na instituição de leis relacionadas à proibição do uso das sacolas plásticas. Hoje, encontra-se um cenário no qual a aplicação de algumas foi suspensa ou, até mesmo, vetada. Nesse sentido, o desaparecimento de notícias e o enfraquecimento da discussão sobre o assunto, mesmo diante de tais impactos negativos causados ao meio ambiente, gerou um incômodo por parte da autora do caso que optou por selecionar o tema para a elaboração da proposta.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CASO

Propõe-se a aplicação do caso no sétimo ou oitavo ano do ensino fundamental. O caso será aplicado em seis aulas, sendo todas aulas duplas, de 100 minutos.

Aulas 1 e 2: os alunos serão divididos em três grupos. Em seguida, o professor apresentará aos estudantes um vídeo explicativo, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=tNv6LGHvmo8, sobre a lei Estadual que proíbe a distri-

buição de sacolas plásticas em mercados no Rio de Janeiro. Na sequência, serão questionados sobre o conhecimento ou não da lei (dez minutos).

Após isso, o professor entregará para cada grupo de alunos uma folha com as seguintes perguntas:

- no que consiste e como funciona a lei que proíbe a distribuição e venda de sacolas plásticas no Rio de Janeiro?;
- a lei é válida somente no estado do Rio de Janeiro?;
- quais são os motivos envolvidos na elaboração da lei?.

A resolução das questões deverá ocorrer na sala de aula em 20 minutos, sendo permitido o uso de celulares como auxílio de pesquisa. Na sequência, cada grupo de alunos deverá apresentar suas respostas e, por fim, o professor escreverá na lousa a resolução de tais perguntas.

Em um segundo momento, a contextualização envolverá conhecimentos específicos de ciências. Sendo assim, os alunos serão questionados sobre a matéria-prima utilizada para produzir as sacolas plásticas, bem como sobre as outras opções disponíveis no mercado (sacolas de papel, sacolas retornáveis etc.). Isto será realizado a partir das seguintes perguntas:

- qual matéria-prima está envolvida na produção das sacolas plásticas? Como as sacolas plásticas são produzidas? Quais são os resíduos de sua produção e como eles são descartados?;
- quais são as utilidades das sacolas plásticas? Como elas são descartadas após o seu uso? Quais as suas vantagens e desvantagens?;
- existem outros materiais que possibilitem a substituição das sacolas plásticas? Se sim, quais são eles? Liste as vantagens e desvantagens de cada um dos materiais explorados.

O professor irá expor as questões na lousa e cada grupo de alunos responderá somente uma delas. Para isso, será disponibilizado aos alunos 30 minutos e celulares serão permitidos como auxílio de pesquisa. A exibição das respostas se dará por meio da elaboração de um cartaz, que será apresentado em dez minutos.

Aulas 3 e 4: os alunos serão apresentados ao caso, de forma que o professor solicitará uma leitura coletiva do mesmo. Antes que se iniciem as pesquisas para a sua resolução, cada grupo deverá listar um impacto negativo causado pelo uso das sacolas plásticas (poluição dos rios, morte de animais, entupimento de bueiros etc.), de forma que terão dez minutos para tal atividade e para apresentarem a resposta para a turma.

Na sequência, os grupos iniciarão as pesquisas para encontrarem soluções ao problema apresentado no caso. Nesta etapa, serão permitidos o uso de celulares e o acesso às salas de informática (80 minutos).

Aulas 5 e 6: os grupos deverão apresentar as soluções do caso. Cada grupo terá, aproximadamente, 15 minutos para realizar uma exposição oral sobre a solução, utilizando slides como suporte de apoio. Nesta etapa, o professor e o restante da turma poderão intervir na apresentação com comentários e perguntas. Após o término das exposições, o professor indicará algumas soluções possíveis para o caso, considerando a realidade dos estudantes, bem como das comunidades com diferentes níveis socioeconômicos e culturais. Além disso, será exposto o vídeo intitulado "De onde vem? Para onde vai? Sacolas plásticas", disponível em <https://edukatu.org.br/cats/3/posts/8/full>, que discute o consumo, a produção e a destinação das sacolas plásticas (80 minutos). Em uma última etapa, os alunos deverão, individualmente, responder as seguintes perguntas em uma folha que será entregue ao professor: "Como as sacolas plásticas são vistas/consumidas na sua residência?", "Qual é a sua opinião em relação a isso?", "Qual a importância das leis e dos órgãos regulamentadores na distribuição e uso das sacolas plásticas?", e "Considerando a influência dos estabelecimentos comerciais no consumo das sacolas plásticas, proponha medidas de incentivo para a sua redução." (20 minutos).

RECURSOS NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO CASO

Para a aplicação do caso serão necessários: a narrativa impressa, computadores e celulares com acesso à internet, projetor multimídia para a exibição de vídeo e materiais para elaboração de cartazes, como cartolina, canetas e tesoura.

CONHECIMENTOS, HABILIDADES E ATITUDES EM FOCO

As habilidades a serem trabalhadas foram baseadas na BNCC (BRASIL, 2018), com foco no sétimo e no oitavo ano do ensino fundamental:

- discussão da importância da preservação e conservação da biodiversidade, levando em consideração os parâmetros qualitativos e quantitativos, bem como a avaliação dos efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta;
- resolução de situações que envolvem dados de pesquisa sobre contextos ambientais, sustentabilidade, consumo responsável, redigindo textos escritos com o objetivo de sintetizar conclusões;
- construção de propostas coletivas para o consumo consciente;

- relação da produção do lixo doméstico aos problemas causados pelo consumo excessivo, bem como a construção de propostas para o consumo consciente, levando em consideração a ampliação dos hábitos de redução, reuso e reciclagem/descarte de materiais.

RESOLUÇÕES SUGERIDAS PARA O CASO

A partir do exposto, nota-se a necessária mudança de pensamento e adoção do consumo consciente por parte do dono da mercearia, da funcionária e dos consumidores que, muitas vezes, por desconhecerem a complexidade do problema, não percebem que o elevado volume de sacolas plásticas utilizadas diariamente impacta negativamente no meio ambiente. Para Póvoa Neto *et al.* (2011), a mudança de hábitos é capaz de minimizar os danos causados ao meio ambiente, colocando a educação ambiental como fator essencial para atingir um nível desejado de responsabilidade socioambiental da população. Nesse contexto, a mudança de hábitos associada ao uso de sacolas plásticas é fundamental em uma sociedade que deseja um futuro mais sustentável.

Partindo desses pressupostos, as soluções do caso devem abarcar ações que favoreçam a mudança de hábitos, como a sensibilização dos clientes da mercearia com relação ao problema e a adoção de medidas sustentáveis no local. Nesse ponto, a princípio, é essencial que os estudantes coloquem-se na posição dos personagens do caso, instruam-se sobre o assunto e fomentem, por meio da criação de campanhas e associações com escolas e moradores, a substituição das sacolas plásticas, a reflexão sobre a destinação pós consumo desses materiais, entre outros. Desta forma, discutiremos duas resoluções que podem contribuir para promover a redução do uso de sacolas plásticas na mercearia do Seu Jonas.

Resolução 1: alternativas de substituição às sacolas plásticas

Atualmente, as sacolas plásticas convencionais dominam o mercado (SILVA, 2018). Estas são fabricadas a partir de polietileno de alta densidade (PEAD), material derivado do petróleo e representado pela cadeia $(CH_2\text{-}CH_2)_n$, e apresentam as seguintes características: resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável e rígida. A produção baseada em uma fonte não renovável, aliada aos impactos ambientais ocasionados pelo seu descarte incorreto (poluição dos rios, morte de animais, entupimentos dos bueiros etc.), exige a busca de alternativas, conforme discutido a seguir:

- sacolas retornáveis: as sacolas retornáveis podem ser fabricadas a partir de vários materiais, dentre eles, o polietileno, o PVC, o polipropileno e os tecidos de origem vegetal, como linho, rami, juta ou algodão. Em específico, os impactos associados às sacolas de tecido estão relacionados com a limpeza, uso de água, agentes de limpeza, energia, e pesticidas e fertilizantes utilizados na agroindústria. De acordo com Santos *et al.* (2012), as sacolas reutilizáveis à base de polímeros têm impactos ambientais menores que todos os tipos de sacolas de uso único, devido a sua longevidade e possibilidade de reciclagem;
- sacolas de plásticos com aditivo oxibiodegradável: os plásticos com aditivo oxibiodegradável são aditivados no intuito de acelerar o seu processo de degradação. Em geral, os aditivos são compostos de metais de transição, tais como cobalto (Co), ferro (Fe), manganês (Mn) ou níquel (Ni), que agem no mecanismo de degradação do polímero como catalisadores. Atualmente, há várias polêmicas relacionadas a estes plásticos. De acordo com Scott (2000), o plástico foi projetado para a degradação, com posterior biodegradação na presença de oxigênio e retorno ao ciclo do carbono. Sendo assim, não é adequado para a compostagem, digestão anaeróbia ou degradação nos aterros. Ademais, não existem estudos que discutam sobre a reciclagem desses materiais (SANTOS *et al.*, 2012);
- sacolas de papel: as sacolas de papel são apresentadas como ambientalmente corretas, quando comparadas com as sacolas de plástico convencionais. Apesar disso, estudos recentes mostram que elas também são prejudiciais ao meio ambiente, isto porque, no processo de polpação da produção de papel, ou seja, na conversão da madeira em polpa, há geração de efluentes e na produção e distribuição do papel, emissão de gases do efeito estufa. Além disso, o corte desenfreado das árvores para fazer papel remove o agente fixador de carbono e contribui para a degradação da terra, danos no ecossistema, uso de combustível e emissões de carbono. Por outro lado, pesquisas mostram que, no Brasil, a maior parte das árvores utilizadas para a produção das sacolas de papel são originárias de plantios florestais, o que poupa nossas florestas nativas. Ainda, essas árvores apresentam crescimento rápido e como estão em permanente crescimento, consomem grande quantidade de gás carbônico durante a fotossíntese (FLOSS, 2006).

Foram expostas algumas opções nas substituições das sacolas plásticas, com base no levantamento das vantagens e desvantagens de cada material nas aulas 1 e 2, para a solução do caso. Supostamente, os estudantes, em grupo, recorrerão a elas. O professor guiará seus alunos na escolha das opções mais viáveis considerando a realidade local.

Resolução 2: destinação das sacolas plásticas pós-consumo

- reciclagem mecânica: de acordo com Santos *et al.* (2012), a reciclagem mecânica é um dos melhores destinos das sacolas plásticas diante dos impactos relacionados às mudanças climáticas, consumo de recursos naturais e demanda de energia, além de retirar do meio ambiente resíduos derivados do petróleo. O apontamento é válido, principalmente para material reciclado com valor agregado equivalente ao virgem, em decorrência da economia de crédito de carbono na produção de novos materiais. Porém, a reciclagem das sacolinhas é uma atividade economicamente inviável para as cooperativas, em virtude da dificuldade da sua separação dos outros materiais e descontaminação. Isto atrelado ao fato de que os indivíduos costumam utilizar o material no acondicionamento do lixo, as sacolas plásticas deixam de estar disponíveis na cadeia de reciclagem mecânica. Para Forlin e Faria (2002), o sucesso na reciclagem desses materiais pós-consumo possui relação com:

  > fatores culturais, políticos, sociais e econômicos da população; a implementação de empresas recicladoras; a existência de programas de coleta seletiva, de reciclagem ou de integração com empresas recicladoras, junto às comunidades (prefeituras); a disponibilidade contínua de volumes recicláveis; o desenvolvimento de tecnologias e equipamentos compatíveis para rotas de reciclagem econômicas e tecnicamente viáveis; programas de fomento para projetos de reciclagem; redução de tributação ou isenção fiscal para a comercialização de produtos reciclados; e, sanções legais para ações ou agentes não integrados com sistemas de reciclagem na cadeia produção-utilização-consumo de embalagens (FORLIN; FARIA, 2002, p. 4).

- reciclagem energética: a indústria brasileira vem incentivando a reciclagem energética, na qual se gera energia por meio do tratamento térmico do lixo. Nesse processo, o lixo urbano é utilizado como combustível de forma a recuperar o seu potencial energético. As vantagens do processo são a redução da quantidade de lixo e os efeitos nocivos da biodegradação. Além disso, devido aos limites de emissão exigidos pelas normas ambientais, os gases poluentes são filtrados, sendo resultantes do processo o gás carbônico e o vapor de água. Por outro lado, a reciclagem energética é uma das mais caras e ainda possui grande impacto nas mudanças climáticas. Outro ponto a ser considerado é que, no Brasil, não existe uma cultura de coleta e transporte de resíduos plásticos (ECYCLE, 2020). Há ainda a opção de reciclagem química, no entanto, considerada economicamente inviável (SANTOS, 2012).

A partir das informações apresentadas, observam-se os fatores positivos e negativos envolvidos em cada tipo de reciclagem. Assim, cabe aos estudantes a busca de opções mais viáveis para as comunidades e, ao professor, orientá-los nesse processo.

De forma geral, as resoluções 1 e 2 contribuem para a redução das sacolas plásticas no meio ambiente, no que diz respeito ao pré e pós-consumo. Diante disso, é importante que os alunos apontem duas propostas para reduzir o consumo na mercearia, podendo ser: a venda de sacolas fabricadas com outros materiais; conscientização sobre os efeitos causados pelo uso das sacolas que apresentam derivados do petróleo; e programas de descarte, ou seja, como reaproveitá-las conscientemente.

PARA SABER MAIS

Oliveira, J. S.; Martins, M. M.; Appelt, R. Trilogia: química, sociedade e consumo. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 140-144, 2010.

O artigo traz uma retrospectiva histórica sobre a química, a sociedade e o consumo, bem como a inter-relação existente entre elas.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O que é consumo consciente?** Disponível em: https://www.mma.gov.br/informma/item/7591-o-que-%C3%A9-consumo-consciente. Acesso em: 21 ago. 2020.

O texto define o consumo consciente, além de explicitar seus impactos positivos na sociedade e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília, DF: MMA/MEC/IDEC, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Saco é um saco**: orientações sobre consumo consciente e propostas para redução de sacolas plásticas pelos consumidores. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. (Coleção Cartilha para Consumidores, v. 3). Disponível em: http://www.abras.com.br/pdf/cartilha3web.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

CINQUETTI, H. C. S.; CARVALHO, L. M. As dimensões dos valores e da participação política em projetos de professoras: abordagens sobre os resíduos sólidos. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 2, p. 161-171, 2004.

EQUIPE ECYCLE. O que é reciclagem energética? **eCycle,** [201-?]. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/3644-o-que-e-reciclagem-energetica.html. Acesso em: 21 ago. 2020.

FABRO, A. T.; LINDEMANN, C.; VIEIRA, S. C. Utilização de sacolas plásticas em supermercados. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 15-23, 2007.

FLOSS, E. L**. Fisiologia das plantas cultivadas:** o estudo do que está por trás do que se vê. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

GUIMARÃES, L. D. D; ALBUQUERQUE, E. C. B. S. Embalagens plásticas num contexto maior. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA., 3. Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2010.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-206, 2003.

LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, UNIRIO; UFRJ, 2015.

PÓVOA NETO, H. H. *et al*. Sacolas plásticas: consumo inconsciente. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 3, p. 50-70, 2011.

SANTOS, A. S. F *et al*. Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 228-237, 2012.

SCOTT, G. Environmental biodegradation of polyolefins: when, why and how? In: **ICS PROCEEDINGS**: Expert Group Meeting in Environmental Degradable Plastics: present status and perspectives. Italy, 2000.

SILVA, D. **Quais são os impactos ambientais das sacolas plásticas?** São Paulo: Instituto Ressoar, 2013.

SILVA, A. S. **Identidade visual aplicada à sustentabilidade urbana**: campanha de conscientização do uso de sacolas plásticas. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Design Gráfico) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SOUZA, L. Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano. **Agência Brasil**, São Paulo, 8 nov. 2019. Disponível em: http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano. Acesso em: 21 ago. 2020.

Lista de Siglas

ABIR: Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas
ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIDS: *Acquired Immunodeficiency Syndrome*
ANA: Agência Nacional de Águas
ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA: Área de Proteção Ambiental
ARIE: Área de Relevante Interesse Ecológico
ARTESP: Agência de Transporte do Estado de São Paulo
BCC: *British Broadcasting Corporation*
BNCC: Base Nacional Comum Curricular
CBECS: *Commercial Buildings Energy Consumption Survey*
CBRO: Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos
CDCC: Centro de Divulgação Científica e Cultural
CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CGEE: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CISS: Centro de Informação em Saúde Silvestre
CRF: Conselho Regional de Farmácia
CPAF: Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá
DDT: *Dicloro Difenil Tricloroetano*
DENV: Vírus da Dengue
DIU: Dispositivo Intrauterino
DICEI: Diretoria de Currículos e Educação Integral
DNA: *Deoxyribonucleic Acid*
DST: Doenças Sexualmente Transmissíveis
DVD: *Digital Versatile Disc*
EERP: Estação Ecológica de Ribeirão Preto
EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
EPEA: Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental
EPTV: Emissoras Pioneiras de Televisão
ETEC: Escola Técnica Estadual
FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz
FUNBIO: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
GPEQSC: Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos
HIV: *Human Immunodeficiency Virus*
IAPAR: Instituto Agronômico do Paraná
IBAM: Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBT: Instituto de Botânica
ICICT: Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IESB: Instituto de Educação Superior de Brasília
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS: *Iphone Operating System*
IPEMA: Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica
IPOG: Instituto de Pós-Graduação e Graduação
ISCO: *In Situ Chemical Oxidation*
ITAL: Instituto de Tecnologia de Alimentos
IUCN: *International Union for Conservation of Nature*
LED: *Light Emitting Diode*
MEC: Ministério da Educação
MMA: Ministério do Meio Ambiente
MPF: Ministério Público Federal
MSG: Mata de Santa Genebra
NBR: Norma Técnica
ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS: Organização Mundial da Saúde
ONG: Organização Não Governamental
ONU: Organização das Nações Unidas
PBDE: *Polybrominated Diphenyl Ethers*
PCB: *Polychlorinated Biphenyls*
PEAD: Polietileno de Alta Densidade
POA: Processos Oxidativos Avançados
PVC: Policloreto de Vinila
REDETEC: Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro
RENCTAS: Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestre
SAFs: Sistemas Agroflorestais

SEB: Sistema Educacional Brasileiro
SEE: Secretaria de Estado de Educação
SEAE: Sociedade Ecológica Amigos de Embu
SESI: Serviço Social da Indústria
SGA: Superintendência de Gestão Ambiental
SIMA: Secretaria da Infraestrutura e Meio Ambiente
SMA: Secretaria do Meio Ambiente
USA: *United States of America*
USP: Universidade de São Paulo
WWF: *World Wide Fund of Nature*

Sobre os Autores

Cássia Donizetti Borges é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba. Atua como professora no Colégio Agostiniano São José, na cidade de São José do Rio Preto, São Paulo.

Dafner Cristina Vida Gonçalves é licenciada em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e em Ciências Biológicas pela Universidade Santo Amaro. Atua como educadora ambiental na Associação Acorde – Oficinas para Desenvolvimento Humano, na cidade de São Paulo, São Paulo.

Fabiana Luca Alves é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, mestre e doutora em Fisiologia pela mesma instituição. Atua como professora na Escola Técnica Estadual (ETEC) Angelo Cavalheiro, na cidade de Serrana, São Paulo, e na Faculdade Calafiori, na cidade de São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais.

Fernanda Maria Catinin da Silva Araújo é licenciada em Ciências pela Universidade de São Paulo e em Matemática pela Universidade Paulista. Atua como professora na Escola Estadual Tullio Espíndola de Castro, na cidade de Jaú, São Paulo, e na rede Serviço Social da Indústria (SESI), na cidade de Igaraçu do Tietê, São Paulo.

Fernanda Rebeschini Nascimento é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Atua como professora na rede Serviço Social da Indústria (SESI), na cidade de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo.

Flávia Gabriele Sacchi é licenciada em Química pela Universidade Federal de São Carlos e mestranda em Química pela Universidade de São Paulo. Atuou como monitora escolar no Colégio Interativo, na cidade de São Carlos, São Paulo.

Gleici Branco é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas. Atua como professora no Núcleo de Educação Integrada, na cidade de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo.

Laís Mariana Felizardo é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Metodista de Piracicaba. Atua como professora na Escola Estadual Dr. Prudente, na cidade de Piracicaba, São Paulo.

Leandro de Souza Pedezzi é licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Atua como professor na Escola Estadual Bento da Silva César, na cidade de São Carlos, São Paulo, e na Escola Estadual Fúlvio Morganti, na cidade de Ibaté, São Paulo.

Livia Maria Michelassi da Silva é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Atua como professora no Colégio Santa Úrsula, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo.

Lucimar Polo é licenciada em Ciências, Filosofia e Letras pelo Centro Universitário Barão de Mauá. Atuou como professora na Escola Nestor Gomes de Araújo, na cidade de Dumont, São Paulo, e na escola Amélia dos Santos Musa, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo. Atua como professora na escola Professor Alfeu Gasparini, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo.

Marcela Monges Silva é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Nove de Julho. Atua como professora na Escola Estadual Professor José Roberto Friebolin e na Escola Externato Palmyra Tagliari, na cidade de São Paulo, São Paulo.

Maressa Pomaro Casali Pereira é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, mestre e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo. Atua como professora na Escola Bento da Silva César, na cidade de São Carlos, São Paulo.

Matheus Henrique Migliani Lellis é licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atuou como professor nas Escolas Estaduais Carlos Gomes, Professor Hilton Federici, Francisco Glicério e Professor Aníbal de Freitas, na cidade de Campinas, São Paulo.

Mikeas Silva de Lima é licenciado em Química pela Universidade Federal da Paraíba, mestre e doutorando em Ciências pela Universidade de São Paulo. Atuou como professor na Escola Estadual Severino Félix de Brito, na cidade de Itapororoca, Paraíba.

Roberta Maria Monteiro de Souza é licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, mestre em Biologia pela mesma instituição. Atua como professora na Escola Municipal de Ensino Fundamental e Técnico de Química, na cidade de Luiz Antônio, São Paulo, e na Escola Municipal João Nogueira, na cidade de Cravinhos, São Paulo.

Salete Linhares Queiroz é bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará, mestre em Química pela Universidade Federal de São Carlos e doutora em Química pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Atua como professora no Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, na cidade de São Carlos, São Paulo.

Thaís Fernanda de Aquino Correia é licenciada em Ciências Exatas, com habilitação em Química, pela Universidade de São Paulo, mestranda em Educação pela Universidade Federal de São Carlos. Atua como professora na Escola Estadual Attilia Prado Margarido, na cidade de São Carlos, São Paulo.

Na atual edição, com início em 2019, as disciplinas que o constituem foram oferecidas pelos seguintes docentes, que contribuíram de forma substancial para a produção desta obra: Agnaldo Arroio, Ana Cláudia Kasseboehmer, André Luiz da Silva, Angelina Sofia Orlandi, Elenise Maria de Araújo, Gislaine Costa dos Santos, Nelma Regina Segnini Bossolan, Rafael Cava Mori, Salete Linhares Queiroz, Silvia Aparecida Martins dos Santos e Valter Luiz Líbero.

Este livro é resultado de atividades realizadas no âmbito de duas disciplinas oferecidas no Curso de Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo: *Educação Ambiental e Casos de Ensino como Instrumentos de Reflexão e Formação Docente*. Em ambas, ministradas, respectivamente, por Silvia Aparecida Martins dos Santos e Salete Linhares Queiroz, despontaram oportunidades para a constituição de professores-autores de materiais didáticos. Autoria esta que pode ser verificada em quinze capítulos da presente obra, no formato de estudos de caso, aqui entendidos como narrativas que contam com personagens diante de problemas que precisam ser solucionados com o auxílio dos estudantes, que são os leitores a quem se destinam os casos. Os cursistas, professores da Educação Básica, em um processo criativo, produziram narrativas sobre temáticas atuais, capazes de contribuir para a formação cidadã dos estudantes com relação ao meio ambiente e para o desenvolvimento das suas habilidades de argumentação e tomada de decisão, a partir da mobilização de conceitos científicos. Os estudos de caso são assim intitulados: *Fora da tabela*; *Um problema amarelo*; *Vencelex, o refrigerante da garotada*; *Diálogo das dengosas*; *Piquenique peçonhento*; *Tudo vira adubo?*; *O que vem depois da lama?*; *Meu pé de laranja-pera*; *Luz na passarela*; *Na linha do ascarel*; *Onde estão os jacus?*; *O lugar onde o peixe para*; *Cuidado! Animal na pista*; *Quem tem medo de fogo mau?*; *Saco é um saco!*

Centro de Divulgação Científica e Cultural
USP

Diagrama
EDITORIAL