

# Metodologia do ensino de Biologia e estágio supervisionado

Ensino médio

## Nelio Bizzo

Graduado em Ciências Biológicas (USP), com mestrado em Biologia (USP), foi professor da rede pública de ensino em São Paulo, além de atuar em diversas escolas privadas. Doutorado em Educação, quando realizou pesquisas na Inglaterra e no Brasil. Foi membro do Conselho Nacional de Educação, do Conselho Curador da Fuvest e presidente da International Organization for Science and Technology Education. É membro da Society of Biology (Londres) e do conselho editorial de diversas revistas científicas, no Brasil e no exterior. É Professor Titular de Metodologia de Ensino de Ciências Biológicas na Universidade de São Paulo, onde atua na graduação e na pós-graduação.

ática

OTA-PESSOA, O. *Princípios básicos para la enseñanza de la biología*. Washington, D.C.: Pan American Union, 1967, 128 p.

em, *ibidem*, p. 86-7.

em, *ibidem*, p. 17. O autor ainda registra que os resultados tinham sido contabilizados "com ajuda de um computador eletrônico".

Em 2011 inscreveram mais de cinco milhões de estudantes.

ARDNER, H. *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed, 1995, p. 257.

PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Para uma imagem não deformada de Ciência. *Ciência & Educação*. 2001, v.7, n.2, p.125-153.

RIANTES, P. *Imagens de natureza, imagens de ciências*. Campinas: Papirus, 1998.

III Fórum de Inovações Pedagógicas em Ciências Agronômicas, em Montpellier, França, em julho de 1997, após uma exposição sobre o trabalho que desenvolvíamos na Escola do Turo da USP, o sindicato de professores da França realizou uma solene sabatina sobre a potencial redução de postos de trabalho para professores. Com o tempo, a suspeita mostrou-se infundada (BIZZO, N. Enseignement scientifique et télématique au Brésil. *3<sup>ème</sup> Forum de Innovation Pédagogique en Sciences Agronomiques: Nouvelles Technologies de Communication et Échanges en Matière de Formation*, Actes. Montpellier, 1997, p. 42-46.

recurso aos empregos básicos da informática para a escola descritos em 1998 continuam atuais (BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* 1. ed. São Paulo: Ática, 1998, p. 83-87).

je, praticamente inexistem aqueles que, como em 1998, defendiam simplesmente a proibição das tecnologias da informação e comunicação na escola, como relatei naquela oportunidade (*idem*, *ibidem*, p. 83).

LFREY, J.; GASSER, U. *Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NDVLIET, D.B. *Education is not rocket science: the case for deconstructing computer labs in schools*. Amsterdam: Sense Publishers, 2008.

inglês, os termos originais são "testing" versus "assessment".

NASSEN et al. 1998. Apud: ZANDVLIET, D.B. Op. cit., p. 34.

Gil-Perez et al, 2001, ob. Cit.

ra uma visão panorâmica das maneiras de estudo ao longo dos tempos, consultar: MARTINS, R. Instrumentos e técnicas nas ciências biológicas. In CALDEIRA, A.M.A.; ARAÚJO, J.N. (Orgs.) *Introdução à didática da biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 98-138.



# 5

## Propostas práticas para a sala de aula

Este capítulo focaliza o espaço da sala de aula e traz propostas de atividades enriquecedoras para os alunos do ensino médio. Se, primariamente, a biologia lida com seres vivos, é impossível pensar em atividades práticas dessa disciplina sem lidar diretamente com seres vivos. Mas há muita desinformação nesse sentido, razão pela qual muitos professores têm receio de propor atividades que contrariem normas em vigor.

Nos cursos de biologia há muita dúvida sobre esse importante recurso pedagógico, bem como restrições legais, morais e éticas<sup>1</sup> que devem ser observadas sem, contudo, nos fazer retroceder às trevas da Idade Média. A seguir, discute-se as questões legais de âmbito nacional, que afetam as escolas da educação básica. Apresentamos em seguida, em linhas gerais, propostas de aulas que podem ser implementadas em escolas comuns. De início, as atividades são bastante simples, o que evita a necessidade de recursos especiais. No entanto, algumas sugestões incluem aparelhos como microscópios, lupas e estereomicroscópios como equipamentos opcionais.

## Aspectos legais do uso de seres vivos para finalidades didáticas

### Aspectos históricos

Os cursos de medicina talvez sejam os exemplos históricos mais importantes para discussão sobre aulas práticas e recursos didáticos mais apropriados na aprendizagem de temas biológicos. Durante muitos séculos, as aulas de anatomia humana tinham a forma de palestras baseadas nos escritos do famoso médico romano de origem grega Galeno de Pérgamo (atual Bergama, Turquia), que viveu no século II d.C. (provavelmente entre os anos 129-200). Ele tinha enfrentado restrições para dissecação de cadáveres humanos, razão pela qual dissecava macacos, provavelmente os macacos de gibraltar (*Macaca sylvanus*), para suas descrições anatômicas, consideradas perfeitas e irretocáveis, aliás, por quase 1300 anos.

Apenas no século XVI a tradição didática galênica foi superada pelo trabalho do médico belga Andreas Vesalius (1514-1564), que revolucionou não apenas a pesquisa científica em anatomia humana como o ensino médico. Professor da Universidade de Pádua, na Itália, utilizou cadáveres em suas pesquisas, o que resultou em novo entendimento da anatomia humana, superando as concepções galênicas.<sup>2</sup> Como professor, Vesalius também revolucionou o ensino médico, trazendo os alunos para junto do cadáver enquanto dissecava<sup>3</sup> e explicava a anatomia diretamente na peça exposta.



Figura. 5.1: O deus Krishna com a vaca. Pintura em mural de...

mal teria consciência de sua vida longa junto à f... em condições natu... natural (o direito à... Zoológicos, confina... plo, são duramente

Sob o ponto de v... dos animais ressal... nos animais.<sup>5</sup> Simpl... lombrigas e giárdia... almejem felicidade... sem a interferência

Próprio mesmo... balismo, parasitism... que, no entanto, nã... como modelos a se... que devoram seus... em outras, a guarda

propostas de atividades  
riamente, a biologia lida  
as dessa disciplina sem  
nação nesse sentido, ra-  
tividades que contrariem

importante recurso pedagó-  
gem ser observadas sem,  
L. A seguir, discute-se as  
blas da educação básica.  
de aulas que podem ser  
des são bastante simples,  
tão, algumas sugestões  
microscópios como equipa-

s para

históricos mais importantes  
mais apropriados na apren-  
s aulas de anatomia huma-  
famoso médico romano de  
quia), que viveu no século  
enfrentado restrições para  
secava macacos, provavel-  
a suas descrições anatômi-  
se 1300 anos.

superada pelo trabalho do  
ionou não apenas a pesqui-  
co. Professor da Universida-  
squisas, o que resultou em  
as concepções galênicas.<sup>2</sup>  
o médico, trazendo os alu-  
ava a anatomia diretamente

Alamy/Other images



Figura 5.1: O deus Krishna tocando flauta com sua vaca. Pintura em mural de um templo hindu na Índia.

Religiões orientais – jainismo, hinduísmo e budismo – desenvolveram visões muito rigorosas em relação a animais mamíferos e aves, incorporadas em suas narrativas sagradas como veículos dos deuses ou reencarnação de seres humanos de gerações passadas. Em razão disso, muitos animais, como a vaca, tornaram-se sagrados e rigorosamente protegidos, o que justifica até hoje as práticas estritamente vegetarianas de muitas daquelas denominações religiosas.

No entanto, a legislação estatal nem sempre acompanhou essas características culturais da nação.<sup>4</sup> Modernamente, uma escola da filosofia radical norte-americana começou, a partir do início dos anos 1980, a defender a extensão dos mesmos direitos dos seres humanos aos animais. O simples fato de um organismo ser vivo o tornaria moralmente idêntico ao ser humano. Qualquer ani-

mal teria consciência e aspirações equivalentes às humanas, como desejar uma vida longa junto à família e amigos. Não apenas a morte prematura, que não ocorra em condições naturais, é vista como um ato de violência que contraria um direito natural (o direito à vida), como qualquer tipo de privação de liberdade dos animais. Zoológicos, confinamento de cavalos para produção de soro antiotídico, por exemplo, são duramente combatidos pelos adeptos dessa linha filosófica.

Sob o ponto de vista teórico, a principal crítica a esse tipo de defesa dos direitos dos animais ressalta erros metodológicos, ao projetar valores e direitos humanos nos animais.<sup>5</sup> Simplesmente não é verdade que vacas e cavalos, ostras e camarões, lombrigas e giárdias tenham história, família, maridos, esposas, filhos, amigos, ou almejem felicidade e vida longa, aspirações que seriam supostamente satisfeitas sem a interferência humana.

Próprio mesmo da natureza animal são comportamentos como predação, canibalismo, parasitismo, promiscuidade, heterossexualismo, homossexualismo etc., o que, no entanto, não nos autoriza reprová-los à luz de valores humanos ou adotá-los como modelos a seguir. Em condições naturais, há fêmeas de espécies selvagens que devoram seus próprios filhotes se eles não forem ágeis o suficiente para fugir; em outras, a guarda do ninho cabe apenas a um dos progenitores, ou a promiscui-

dade é tal que é impossível determinar a paternidade da progênie. Por muito tempo, exemplos de monogamia animal, em orangotangos e cisnes, por exemplo, foram tomados como exemplos morais de fidelidade conjugal, mas testes de DNA mostraram que a esmagadora maioria das duplas ditas monogâmicas copula com diversos parceiros.<sup>6</sup> Todavia, isso não nos autoriza a reprovar moralmente esses comportamentos, simplesmente porque eles não são humanos.

Por outro lado, cabe ponderar que o debate sobre os chamados direitos animais tem contribuído para a discussão de práticas culturais e religiosas que precisam ser repensadas sob o ponto de vista moral. É inútil dizer que a fuga dos judeus do Egito teria sido impossível de acordo com as modernas leis de proteção aos animais, que teriam proibido o sacrifício de cordeiros para sinalizar com sangue as casas dos judeus ao Anjo Exterminador do Antigo Testamento. No entanto, o que se deve reconhecer são as modificações e aperfeiçoamento dos métodos de manipulação e abate de animais para fins de consumo alimentar e de experimentação científica, seja banindo qualquer crueldade, ou evitando ao máximo qualquer sensação de sofrimento, promovendo amplamente valores humanitários como busca não reprovável de coerência.

### A legislação sobre os direitos animais

Na tradição brasileira, desde o decreto federal 24.645, de 10 de julho de 1934, assinado por Getúlio Vargas, e considerado muito avançado para a época, é enfática a proibição da crueldade e dos chamados maus tratos contra os animais.<sup>7</sup> O "ato de abuso ou crueldade em qualquer animal" implica punição com multa e prisão de quem maltrata animais, como, por exemplo, deixar de ordenhar vacas leiteiras (porque lhes causa dor), depenar galinhas vivas, servir-se de animais doentes em qualquer procedimento etc. Esse mesmo decreto proibia a prática de rinhas de galos e touradas em todo país.<sup>8</sup>

Em 1941, com a aprovação da Lei das Contravenções Penais (decreto-lei 3.688/41), a crueldade contra animais passou a ser contravenção penal.<sup>9</sup> O artigo 64 tipificava a crueldade e o trabalho excessivo com penas de prisão simples, de dez dias a um mês, ou com multa, elevando as penas em até 50% se os maus tratos aos animais fossem exibidos em local público – bem como experiência dolorosa ou cruel com animal vivo, mesmo que para fins científicos.

Para situar o problema no contexto brasileiro recente, é preciso diferenciar os termos *vivissecação*, *dissecção* e *experimento*.

A *vivissecação* é feita com animal vivo submetido a certo tipo de experimento com finalidade científica, que compreenda uma intervenção de natureza cirúrgica com possível dor ou sofrimento. Essa prática é permitida em laboratórios credenciados e no ensino superior sob certas condições, mas vedada em escolas de educação básica.

A *dissecção* sob metodologia complementada em práticas vigentes.

O experimento que se refere não é científico e pré-estabelecido, precisa diferenciar-se com as normas vigentes. Nesse caso, a lei lhe confere a legalidade.

Sob o ponto de vista dos atos, a lei federal estabelece em qualquer local, sob pena de multa de referência da prática, o princípio humanitário. Meio Ambiente. Crimes contra a vida em animais.

A regulamentação das finalidades científicas criou o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Conep) e os Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) e Comitês de Ética em Pesquisa com Animais (CEPAs) dos órgãos centralizados do Ministério da Saúde. A regulamentação da relação ao tema de comissões de credenciar instituições de finalidades científicas.

### Princípios

As balizas são definidas nos parâmetros, mais uma vez, a centralização e as competências ou mesmo a uni-

A dissecação<sup>10</sup> é prática diversa que consiste em seccionar um animal já morto, sob metodologia adequada, para individualizar elementos anatômicos. Pode ser implementada em escolas de ensino fundamental e médio, observadas as normas legais vigentes.

O experimento, termo mais abrangente, comparece no texto legal (lei 11.794/08), que se refere não apenas ao uso de vertebrados vivos submetidos a “técnicas específicas e pré-estabelecidas”, como também à vivisseção desses animais. Assim, é preciso diferenciar a dissecação de um vertebrado, adquirido já abatido, de acordo com as normas pertinentes em vigor, de sua utilização em experimentos, se ainda vivos. Nesse caso, e apenas assim, configura-se um “experimento” no sentido que lhe confere a legislação.

Sob o ponto de vista da utilização científica e didática de animais em experimentos, a lei federal 6.638/79 vedava a vivisseção em estabelecimentos de I e II grau e em qualquer local frequentado por menores de idade, sujeitando os infratores a penas de multa definidas na lei de 1941. A Constituição Federal<sup>11</sup> de 1988 manteve a referência da proibição de submeter animais a práticas de crueldade, estabelecendo o princípio humanitário na lide com animais e inscrevendo-o no capítulo referente ao Meio Ambiente. A lei federal 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), no capítulo dos Crimes contra a Fauna (art. 32, §1º), veda abuso, maus tratos, ferimentos e mutilações em animais, mesmo para finalidades científicas ou didáticas.

A regulamentação da Constituição Federal de 1988 sobre o uso de animais para finalidades científicas e didáticas ocorreu com a aprovação da lei 11.794/08, que criou o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea). Trata-se de órgão colegiado, no qual têm assento diversos órgãos governamentais centralizados do Ministério da Ciência e Tecnologia e entidades científicas e de proteção aos animais. Sua constituição foi definida pelo decreto 6.899/09, que regulamenta um novo ordenamento jurídico e uma nova forma de procedimentos em relação ao tema. Um órgão colegiado, de abrangência nacional, centraliza as ações de comissões locais (as Comissões de Ética no Uso de Animais – Ceua), passa a credenciar instituições e a editar normas de controle da experimentação animal para finalidades científicas e didáticas.

## Princípios jurídicos sobre experimentos

As balizas da atuação dos órgãos de controle da experimentação animal estão definidas nos princípios expostos e na legislação que rege a matéria. Cabe lembrar mais uma vez a natureza federativa do Estado brasileiro e a particularidade da descentralização administrativa educacional, que implicam observar a existência de normas complementares às de abrangência nacional, de âmbito municipal ou estadual, ou mesmo a um grupo delimitado de escolas de uma mesma rede administrativa.

Os princípios jurídicos e as normas legais de alcance nacional definem a fauna e a flora nativas como alvo de atenção especial por motivos ambientais. No entanto, as restrições de ordem moral e ética estendem-se a qualquer animal, mesmo de fauna exótica, domesticada ou selvagem. A lei 11.794/08 mantém alguns dispositivos anteriormente vigentes e não trata apenas de vivisseção, mas de “experimentos com animais vivos”,<sup>12</sup> entendidos como procedimentos que visam à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas. Tais experimentos podem ser realizados não só em instituições de educação superior como também em estabelecimentos de educação profissional técnica de nível médio da área biomédica, sem a restrição de envolver apenas maiores de idade.

Conclusivamente, cabe reafirmar que a utilização de vertebrados mortos, abatidos de acordo com as normas que regem o abate de animais, para observação e dissecação nas escolas de educação básica não constitui prática vedada pelas leis federais 9.605/98 e 11.794/08 e não deve ser confundida com experimentos envolvendo animais vivos. Não raro, as escolas mantêm coleções de animais preservados em frascos ou taxidermizados, que podem ser utilizadas em aulas práticas, da mesma forma que se incentiva a visita a museus e centros de ciências, onde por vezes se organizam atividades das quais os alunos têm participação ativa.

A lei federal 11.794/08 veda a prática de vivisseções e experimentos em que haja administração de drogas ou práticas cirúrgicas em animais vivos do grupo dos vertebrados – peixes, anfíbios etc.<sup>13</sup> Nesse caso, a escola de educação básica não pode ser palco de tais experimentos com finalidades didáticas. Essa legislação ressalva as escolas de educação profissional no ramo biomédico, as quais, no entanto, devem se credenciar junto ao Conceia, depois de constituída sua Comissão de Ética no Uso de Animais (Ceua). Outras escolas poderão eventualmente submeter protocolos de experimentos com girinos, por exemplo, à Ceua de escola próxima, ou mesmo de uma instituição de pesquisa, como uma universidade.

É possível ainda, com o protocolo aprovado pela Ceua, realizar o experimento em laboratório de instituição de pesquisa ou educação superior credenciada e filmá-lo ou fotografá-lo. A utilização de imagens, em lugar da repetição do experimento, é prática incentivada pela legislação e deve ser preferida.<sup>14</sup> Os princípios básicos, como vimos, são o de respeito aos animais, proibidas as práticas de maus tratos ou crueldade. A legislação ambiental pode ser aplicável, além das normas estaduais e municipais eventualmente existentes.

### Questões práticas: dissecações e experimentos

As dissecações são incentivadas nas aulas de biologia de diversos países. Nos Estados Unidos, a National Science Teachers Association (NSTA, 2008)<sup>15</sup> incentiva os professores a incluírem aulas práticas desse tipo, ao mesmo tempo em que reco-

nhece a necessidade de incluir que as alternativas resultem em um bom resultado, e a motivação dos alunos.

Na Alemanha, as autoridades educacionais e as autoridades de Educação e Cultura enfatizam as competências envolvidas em uma prática técnica de seccionar animais. Outra se refere a correção da correlação forma/função nas disciplinas curriculares alemães sob o ponto de vista incluídos no contexto de ensino.

Segundo o documento dos estudantes e de uma apreensão da complexidade dos professores é a de que alguns possam recusar a realizar atividades – religiosos, ideológicos ou filosóficos – respeitados.<sup>19</sup>

As recomendações de dissecação incluem:

- planejar atividades práticas
- conduzir a atividade
- planejar atividades práticas
- utilizar animais vivos pelos órgãos de exemplares frescos e mais descartados
- conduzir o trabalho
- instruir os alunos sobre o uso de animais, em particular
- cuidar do uso e do descarte
- estabelecer competências curriculares planejadas

Estudo recente realizado com professores que sentiam aversão à dissecação e a atitude diante da obra sentiam aversão aumentada.

cional definem a fauna e ambientais. No entanto, as animal, mesmo de fauna alguns dispositivos antes de "experimentos com à elucidação de fenômenos e preestabelecidas. Tais de educação superior técnica de nível médio pres de idade.

vertebrados mortos, abatidos, para observação e prática vedada pelas leis com experimentos envolvidos de animais preservados em aulas práticas, das de ciências, onde por participação ativa.

de experimentos em que animais vivos do grupo dos de educação básica não são. Essa legislação resco, as quais, no entanto, a sua Comissão de Ética almente submeter protocolo de escola próxima, ou idade.

realizar o experimento prior credenciada e filmagem do experimento, é Os princípios básicos, éticas de maus tratos ou das normas estaduais e

de diversos países. Nos (NSTA, 2008)<sup>15</sup> incentiva como tempo em que reco-

nhece a necessidade de mais pesquisas na área. Diversos estudos permitem concluir que as alternativas virtuais nesse tipo de prática não trazem o mesmo tipo de resultado, e a motivação intrínseca é muito diferente se usarem animais reais.<sup>16</sup>

Na Alemanha, as aulas práticas que incluem disseções são recomendadas pelas autoridades educacionais desde a faixa etária de 11 e 12 anos.<sup>17</sup> O Ministério da Educação e Cultura da Baixa Saxônia (Niedersächsisches) estipula dois tipos de competências envolvidas na disseção de um coração suíno. Uma delas refere-se à técnica de seccionar o órgão de modo a expor suas partes mais importantes, e a outra se refere a correlacionar as partes expostas ao seu funcionamento. De fato, a correlação forma/função tem papel central na base conceitual dos documentos curriculares alemães sobre Biologia. No caso de órgãos suínos, eles normalmente são incluídos no contexto do estudo da fisiologia e anatomia humanas.<sup>18</sup>

Segundo o documento norte-americano, as disseções aumentam a motivação dos estudantes e desenvolvem habilidades de observação, comparação e compreensão da complexidade da vida. No entanto, a primeira recomendação para os professores é a de que se preparem para oferecer alternativas aos alunos que se recusem a realizar a atividade por motivos diversos, mesmo os de ordem pessoal – religiosos, ideológicos, de forte aversão –, que, em qualquer caso, devem ser respeitados.<sup>19</sup>

As recomendações da NSTA aos professores que preparam atividades práticas de disseção incluem:

- planejar atividade alternativa para os alunos que não queiram fazer a disseção;
- conduzir a atividade com atitude de respeito e consideração pelo animal;
- planejar atividades que estejam à altura da maturidade dos estudantes;
- utilizar animais de procedência conhecida e de estabelecimentos fiscalizados pelos órgãos de vigilância sanitária, preparados para finalidades didáticas e exemplares frescos – lulas, peixes, aves e órgãos de mamíferos. O uso de animais descartados para consumo não é seguro;
- conduzir o trabalho em local adequado;
- instruir os alunos sobre precauções e medidas de segurança na manipulação de animais, em especial nos conservados;
- cuidar do uso e descarte adequados;
- estabelecer com clareza a relação da atividade de disseção com os objetivos curriculares planejados.

Estudo recente realizado na Alemanha revelou que os estudantes secundários que sentiam aversão pela tarefa de dissecar um coração suíno, não mudaram sua atitude diante da obrigatoriedade de realizar a tarefa. No entanto, os que não sentiam aversão aumentaram seu interesse e motivação pelo tema.<sup>20</sup>

pag 9  
comp

Experimentos que incluem animais vivos são igualmente tratados pelas diretrizes norte-americanas. Elas incluem a recomendação de observar as normas locais, estaduais e federais, de não realizar atividades que produzam dor, desnutrição ou qualquer tipo de sofrimento e de desenvolver atividades que promovam habilidades de observação e comparação. Acredita-se, segundo o documento, que se possa estimular eficazmente os alunos a respeitar, apreciar e valorizar a vida, cuidando de maneira responsável dos animais vivos utilizados. Ao professor cabe planejar a destinação dos animais ao final do experimento, bem como em intervalos longos, como feriados etc.

OK → No caso brasileiro, embora os princípios gerais se apliquem a todos os animais, a lei brasileira destaca expressamente os vertebrados, não se aplicando, portanto, a anfioxos, tunicados e todo tipo de invertebrados. Há que observar, no entanto, que as restrições de natureza ambiental aplicam-se adicionalmente tanto para as espécies nativas como para as exóticas. Por exemplo, experimentos realizados com caracóis gigantes conhecidos como escargots (*Helix sp*), em especial para acompanhar o ciclo reprodutivo, podem ser realizados em escolas da educação básica. No entanto, ainda que não pertençam à fauna brasileira – e justamente por isso –, especial cuidado deve ser tomado com seu descarte após o experimento, vez que não podem ser liberados no ambiente, pois podem potencialmente se transformar em invasores, como de fato já se tornaram em diversas regiões.

? Após a utilização didática, os animais devem ser abatidos seguindo as normas adotadas nos estabelecimentos comerciais que os procriam com finalidades alimentícias, ou de acordo com as recomendações e normas dos órgãos de proteção ambiental que se aplicam ao estado e município onde se situa a escola.

OK → O mesmo cuidado deve ser tomado com oligoquetas, seja em experimentos em que se testa seu potencial para a melhoria da produtividade agrícola, seja em dissecções exploratórias com vistas ao estudo de sua anatomia interna e externa.<sup>21</sup> A instalação de viveiros, terrários e aquários em escolas de educação básica não é vedada pela lei 11.794/08, vez que não configuram experimento, não visam elucidar fenômenos fisiológicos ou patológicos por meio de técnicas específicas e preestabelecidas, desde que estejam de acordo com as orientações dos órgãos ambientais e sanitários. Além dessas normas, podem ser aplicáveis as que se referem a jardins zoológicos, caso o local se configure de visitação pública.<sup>22</sup>

OK → A obtenção de parasitos de vertebrados em abatedouros e peixarias é outra prática não vedada pela legislação. Por exemplo, o estudo de trematódeos digenéticos pode ser feito com material montado em lâminas, coletado em abatedouros de gado (particularmente o *Eurytrema pancreaticum*). Em peixarias é possível obter facilmente cabeças de peixe-agulha (*Strongylura sp*), comum em toda costa brasileira. Mergulhados seus arcos branquiais em água a 65 °C, desprendem-se pequenos trematódeos monogenoideos (*Axinoides strongyluræ*), que podem ser montados em lâminas e observados ao estereomicroscópio ou ao microscópio óptico.<sup>23</sup>

Em aulas p  
nos e peixes  
pulmões, pro  
11.794/08, e d

Conclusiva  
e, sempre que  
instituição con  
quação dos pr  
las práticas da

## Proposta

Para realiz  
equipamentos  
sem necessid  
salas de aula  
falta de uma s  
materiais aper  
com o projeto

A fim de fa  
de materiais e  
biologia, de ba  
rentes graus d  
insumos utiliza

## Investigação

Esta propos  
com seus alun  
material recicla  
do-se à monta

Esta monta  
ciclo empírico  
montagem à c  
preender o po  
mente para a r

## Objetivos da p

É importan  
experimento n

Em aulas práticas, o manuseio pelos alunos de peças anatômicas de aves, bovinos e peixes frescos, *in natura*, como olhos, rins, corações, estômagos, guelras e pulmões, provenientes de açougues, avícolas e peixarias, não é vedada pela lei 11.794/08, e deve seguir as normas sanitárias aplicáveis à alimentação humana.

Conclusivamente, cabe recomendar ao professor atenção às resoluções do Conceia e, sempre que possível, estabelecer contato com a Ceua mais próxima da escola, em instituição com a qual tenha afinidade. Isso permite ao professor certificar-se da adequação dos procedimentos experimentais que envolvam animais vertebrados em aulas práticas da educação básica.

## Propostas de aulas teórico-práticas

Para realizar as atividades propostas nessa seção serão necessários materiais e equipamentos improvisados ou comprados em estabelecimentos especializados sem necessidade de salas especiais. Regularmente, as escolas públicas utilizam as salas de aula em mais de um turno, o que implica equipar as salas com armários na falta de uma sala reservada para aulas práticas. Espaço adequado, equipamentos e materiais aperfeiçoados são metas a alcançar em médio e longo prazos de acordo com o projeto político-pedagógico da escola.

A fim de facilitar o planejamento das atividades práticas, o Anexo 2 traz a relação de materiais e insumos necessários para montar um laboratório básico modular de biologia, de baixo custo, acessível à grande maioria de escolas e de alunos de diferentes graus de escolaridade. Dele constam os detalhes sobre os equipamentos e insumos utilizados nestas seguintes propostas:

### Investigações sobre respiração e conservação de alimentos

Esta proposta de pesquisa procura persuadir o professor a realizar experimentos com seus alunos com materiais facilmente encontrados em supermercados e com material reciclável. Ela admite variações e pode ser realizada parcialmente, limitando-se à montagem das garrafas 1 e 2, por exemplo (ver adiante).

Esta montagem procura oferecer oportunidades aos alunos para o denominado ciclo empírico completo. Ela inclui o planejamento de detalhes do experimento da montagem à coleta dos resultados. Embora simples, o experimento permite compreender o potencial de aplicação que as pesquisas científicas oferecem, notadamente para a melhoria da qualidade de vida das populações.

#### Objetivos da pesquisa

É importante retomar a discussão do capítulo 4, particularmente a seção "O experimento na escola: o ciclo empírico completo", a fim de esclarecer que não se

trata apenas de proporcionar uma atividade lúdica aos alunos, embora ela também possa ter esse caráter, mas de mobilizar o pensamento, debater ideias, elaborar hipóteses e submetê-las a testes.

Neste caso específico, a sugestão é retomar os conceitos de respiração certamente já aprendidos pelos alunos no ensino fundamental, levantar suas ideias a respeito e identificar um problema. A propósito, os alunos podem ser levados a investigar a necessidade de oxigênio da planta comparativamente à de animais. A vida em ambientes fechados seria uma boa maneira de focalizar o problema. Um episódio da história da biologia lembra uma suposta experiência realizada no século XVIII. Um rato teria sido deixado em uma campânula hermeticamente fechada e teria morrido. Com a introdução de uma planta nessa campânula, o ar teria se tornado próprio para a respiração de outro rato.

Em face do já esclarecido a respeito da legislação vigente sobre experimentos com vertebrados, deve ficar claro que não devem ser realizados experimentos nas escolas da educação básica com animais vertebrados, em particular com ratos. Ademais, há muita dúvida sobre a precisão histórica dessa descrição e há quem duvide dela. Mas há contextos igualmente realistas e mais significativos que poderiam nos ajudar a examinar os mesmos conceitos.

Uma prática tradicional da população de certas regiões brasileiras poderia ser discutida em sala de aula. Trata-se do costume relativamente recente de guardar grãos de feijão em garrafas PET hermeticamente fechadas. Haverá alguma razão científica que justifique essa prática? A título de sugestão, os alunos podem fazer uma enquete nas famílias e na comunidade em que vivem.

Os alunos podem ser estimulados a planejar um experimento no qual grãos de feijão impróprios para consumo humano, infestados de carunchos, sejam mantidos em uma garrafa PET hermeticamente fechada e em outra com alguns furos. As condições iniciais, como manter as duas montagens com aproximadamente a mesma quantidade de feijão e a mesma população de besouros em cada garrafa, devem ser controladas de maneira que se possa comparar o número de carunchos ou de grãos íntegros etc.

As variáveis adicionais, como a determinação do gás prejudicial ao desenvolvimento de carunchos e à conservação das sementes, podem ser paulatinamente introduzidas. Que propriedades tem o gás carbônico – em especial sua densidade –, de maneira a encher uma garrafa PET substituindo o ar no interior dela? Como retirar o oxigênio do interior de um frasco hermeticamente fechado graças à reação desse oxigênio com palha de aço protegida por papel de filtro? Sem esquecer do controle da umidade que pode ser feita com envelopes ou cápsulas de silicagel preparadas para esse fim (Anexo 2).

Duas outras montagens podem ser propostas com vistas a investigar mais profundamente o que ocorre no interior de cada montagem (ver adiante, “respiração celular no feijão” e “consumo de oxigênio”).

É indispensáveis à luz da discussão discutir as necessidades do feijão. Dependem muito ativo. Aplicações técnicas

Outro resultado a comunidade, a bibliográfica, as práticas, os estudos, boas práticas do educacional

### Montagem experimental

Nesta montagem anterior, antes emitem, é possível obter experimentais

### Material

- 3 tubos de ensaio
- 1 recipiente
- 10 ml de solução
- 1 canudo
- 1 garrafa plástica com furos
- 2 sementes depois de
- 2 sementes de mergulho
- 3 etiquetas
- 300 ml de água
- 50 g de bicarbonato
- 1 folha de papel de filtro

É indispensável que os alunos planejem os detalhes das montagens experimentais à luz da compreensão do que se pretende estudar. Esse experimento permite discutir as necessidades gasosas de animais e de vegetais, como as sementes de feijão. Dependendo do grau de umidade das sementes, seu metabolismo pode ficar muito ativo. Apesar de simples, o experimento permite discutir práticas sociais e aplicações tecnológicas relevantes no contexto brasileiro.

Outro resultado da atividade seria estimular os estudantes a se envolver com a comunidade, por exemplo, debatendo a prática de estocar o feijão. Uma pesquisa bibliográfica pela internet pode facilmente encontrar informações, recomendações e práticas úteis.<sup>24</sup> Compreendidos os fundamentos científicos dessas práticas, os estudantes vão saber esclarecer outras pessoas e persuadi-las a adotar boas práticas de conservação de alimentos – prática social de profundo significado educacional.

### **Montagem experimental: respiração celular do feijão**

Nesta montagem é possível induzir os alunos a interpretar os resultados da montagem anterior, levando-os a conjecturar a identidade do gás que os feijões germinantes emitem. Paralelamente à montagem a ser proposta (consumo de oxigênio), é possível obter elementos suficientes para interpretar os resultados das montagens experimentais realizadas no experimento anterior.

#### **Material**

- 3 tubos de ensaio com rolha
- 1 recipiente de vidro ou plástico com cerca de 100 ml
- 10 ml de solução de azul de bromotimol
- 1 canudo plástico para refrigerante
- 1 garrafa PET cuja tampa seja ajustada de modo a passar uma mangueira plástica com cerca de 1 m (gerador de CO<sub>2</sub>)
- 2 sementes de feijão em processo de germinação (sobre algodão molhado, depois de mergulhadas em água por seis horas e com as cascas se rompendo)
- 2 sementes de feijão em processo de germinação, como as anteriores, depois de mergulhadas em água fervente por cerca de um minuto.
- 3 etiquetas adesivas
- 300 ml de vinagre branco
- 50 g de bicarbonato de sódio
- 1 folha de caderno

### Procedimento

1. Dividir 50 ml de azul de bromotimol em dois pequenos recipientes de vidro ou plástico transparente.
2. Montar o gerador de  $\text{CO}_2$  (como descrito na montagem anterior) e borbular  $\text{CO}_2$  em um dos frascos com solução de azul de bromotimol.
3. Borbulhar ar da própria respiração, com a ajuda de um canudo, no outro frasco com solução de azul de bromotimol e observar a coloração da solução até que fique totalmente amarela.
4. Deixar a solução amarela em um local ventilado até o dia seguinte. Voltar a observar sua coloração.
5. Repetir o procedimento 2 até que a solução comece a ficar esverdeada.
6. Colocar 2 ml dessa solução em três tubos de ensaio.
7. Ajustar três apoios para semente feitos com cliques metálicos, como mostra a figura 5.4.
8. Acrescentar no tubo 1 duas sementes germinantes e fechá-lo com rolha.
9. Acrescentar no tubo 2 duas sementes fervidas e fechá-lo com rolha.
10. Fechar o tubo 3 com rolha.
11. Observar o conjunto depois de deixado por algumas horas a uma temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$  ou maior.

Eduardo Santalicia/Acervo da editora

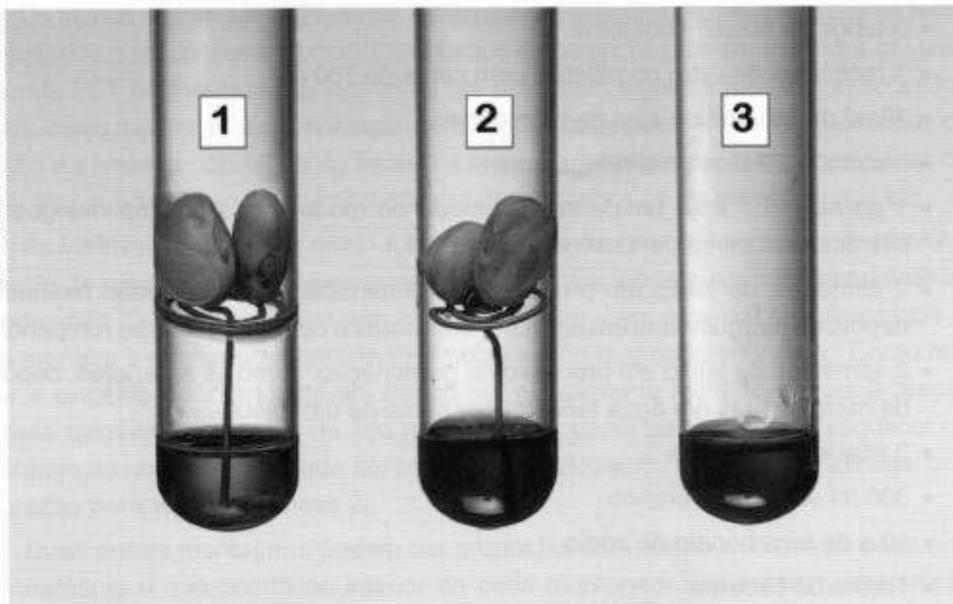


Figura 5.2: Neste experimento, pode ser observada a produção de gás carbônico.

### Montagem experimen

Esta montagem de clarecer o que deve o do. Depois de mudar com o ar de nossa ex to (o que explica a aci ras o azul de bromot neutras ou fracamente noite e sejam observa com a anterior porque

### Material

- 1 tubo de ensaio
- 1 recipiente peq
- 1 palhinha de ar
- 1 elástico pequ

### Procedimento

1. Inserir a palhinha
2. Emborcar o tub
3. Marcar esse ní
4. Comparar o ní observar o asp

### Discussão dos result

As três montagen las. Os experimen função de ajudar os montagem. Caso o entendido como um uma explicação. Nov

O gerador de gás de sódio e o ácido a produção desse g char bem o frasco e denso do que o ar; p grãos de areia, expu

### Montagem experimental: consumo de oxigênio

Esta montagem deve ser realizada paralelamente à anterior com o objetivo de esclarecer o que deve ocorrer com a palha de aço que se oxida em um ambiente fechado. Depois de mudar de cor para o amarelo quando se borbulha um pouco de água com o ar de nossa expiração, a reação química que tem ácido carbônico como produto (o que explica a acidez da solução) é facilmente reversível. Depois de algumas horas o azul de bromotimol pode naturalmente reverter para a cor azul (em soluções neutras ou fracamente alcalinas). É necessário que os recipientes repousem por uma noite e sejam observados no dia seguinte. Esta montagem deve ser feita em conjunto com a anterior porque o tempo de reação é aproximadamente o mesmo.

#### Material

- 1 tubo de ensaio
- 1 recipiente pequeno com água pela metade
- 1 palhinha de aço sem sinais de oxidação
- 1 elástico pequeno

#### Procedimento

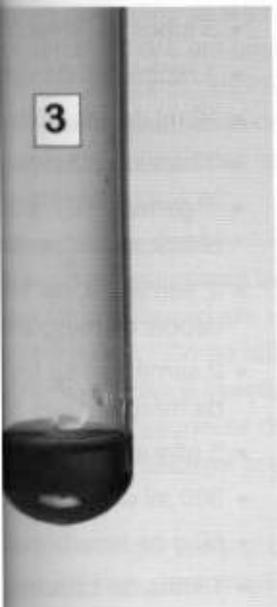
1. Inserir a palhinha de aço no fundo do tubo de ensaio e umedecê-la.
2. Emborcar o tubo de ensaio na água do recipiente, observando o nível de água.
3. Marcar esse nível com o elástico e deixar em repouso por 12 horas.
4. Comparar o nível da água inicial com o nível após o período de repouso e observar o aspecto da palha de aço.

#### Discussão dos resultados

As três montagens propostas podem ser realizadas ao longo de duas a três aulas. Os experimentos "respiração celular do feijão" e "consumo de oxigênio" têm a função de ajudar os estudantes a elaborar hipóteses do que possa ocorrer em cada montagem. Caso o resultado esperado não seja o observado, isso não deve ser entendido como um simples fracasso, mas como um fenômeno novo que demanda uma explicação. Novas hipóteses poderão surgir dessa situação eventual.

O gerador de gás carbônico provoca uma conhecida reação entre o bicarbonato de sódio e o ácido acético, base do vinagre. A efervescência que se vê é justamente a produção desse gás. Ao retardar a reação com o cilindro de papel, é possível fechar bem o frasco e aproveitar melhor todo o gás produzido. Lembrar que ele é mais denso do que o ar; por isso vai encher os espaços internos da garrafa, por entre os grãos de areia, expulsando o ar de seu interior. Isso explica a razão de deixar des-

recipientes de vidro ou  
n anterior) e borbulhar  
timol.  
canudo, no outro frasco  
ção da solução até que  
o dia seguinte. Voltar a  
ficar esverdeada.  
tálicos, como mostra a  
echá-lo com rolha.  
lo com rolha.  
bras a uma temperatura



tampada a garrafa com os feijões, enquanto o gás carbônico vai preenchendo os espaços de baixo para cima.

No experimento em que se borbulha gás carbônico na água, induz-se uma reação química significativa para os seres vivos. O gás carbônico reage com a água, gerando ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), o que explica a acidificação e a consequente mudança de cor da solução. No entanto, como ele é instável e essa reação é facilmente reversível, após algumas horas em ambiente aberto, o gás carbônico passa para o ar do ambiente, diminuindo a quantidade de ácido carbônico da solução. Por isso a solução de azul de bromotimol muda de cor.



O gás carbônico é um dos resultados da respiração celular, que demanda água e oxigênio. Ao ser oxidada, a palhinha de aço rouba oxigênio do ar, o que deve ter ficado evidente na montagem em que o tubo de ensaio é emborcado em água e a palhinha de aço, colocada em sua extremidade, oxida-se, ao mesmo tempo em que o nível de água dentro do copo eleva-se.

Depois de formado, o óxido de ferro permanece em estado sólido, ocupando por isso menos espaço. Com a redução da quantidade de oxigênio livre no interior do frasco, espera-se que a respiração celular, tanto dos carunchos quanto das sementes, seja prejudicada. Ao inibir a respiração celular, as sementes entram em dormência e podem resistir por longos períodos nessa situação. Por isso, espera-se que, ao encontrarem oxigênio e água, elas possam retomar seu metabolismo e germinar.

Do mesmo modo espera-se que as montagens 3 e 4, no experimento de conservação de feijão, tenham resultados melhores, com menos contaminação por carunchos e maior índice de germinação.

Se o feijão não estiver carunchado, a estocagem em ambiente hermeticamente fechado pode ajudar a preservar as sementes. Em todos os casos, no entanto, é necessário controlar a umidade para que não apareçam fungos e microrganismos anaeróbicos que comprometeriam a conservação das sementes e, além de as tornarem impróprias para consumo, diminuiriam o índice de germinação, criando um resultado difícil de interpretar.

## Investigações sobre fotossíntese

Terrários e montagens com água em garrafas permitem que os alunos reflitam sobre trocas gasosas entre diversos seres vivos – consumidores, produtores e decompositores. A terra adicionada não serve apenas como substrato para o crescimento de plantas, mas é também uma importante fonte de gás carbônico. Ela possui muitos microrganismos que realizam respiração celular com o que consomem oxigênio e produzem gás carbônico. Em razão disso a planta realiza a fotossíntese mesmo dentro desse ambiente fechado, desde que haja disponibilidade de água, gás carbônico e luz.

A produção de planta verde estive bolhas, que podem chama. Nesse caso comprometer a processo, uma for água na qual a pl razão pela qual ele

## Objetivos da pesq

A fotossíntese permite lidar com planetária. Uma m plantas em terráric tas carnívoras, em motivados e a disc

Diferentes varia tivadas em terráric

- se o terrário f gases, como
- se o terrário t cia do tipo de

Outra possibilic solar e observar o for acrescentado a plantadas em garra garrafa – que func

Uma montager ser realizada em n

## Montagem experi

### Material

- 1 garrafa PE
- 1 ramo de pl de aquário)
- 5 g de bicarb

A produção de oxigênio nesses espaços pode ser facilmente verificada se uma planta verde estiver inteira imersa em água. O oxigênio produzido tomará a forma de bolhas, que podem ser coletadas e cujo gás é submetido a um teste simples com uma chama. Nesse caso, a pouca disponibilidade de gás carbônico dissolvido na água pode comprometer a produção de quantidades significativas de oxigênio. Para acelerar o processo, uma fonte de gás carbônico acelerará a fotossíntese. Pode-se borbulhar a água na qual a planta ficará, ou mesmo adicionar um pouco de bicarbonato de sódio, razão pela qual ele é adicionado em pequena quantidade à água, como vamos ver.

### Objetivos da pesquisa

A fotossíntese é sem dúvida um conceito central na Biologia. Sua compreensão permite lidar com fenômenos diversos, de contextos microscópicos aos de ordem planetária. Uma maneira de estudar a fotossíntese é observar o desenvolvimento de plantas em terrários nos quais seja possível controlar variáveis. Se se tratar de plantas carnívoras, em especial as do gênero *Dionea sp.*, os alunos vão se mostrar mais motivados e a discussão sobre nutrição vegetal vai ser mais profunda.

Diferentes variáveis podem ser pesquisadas e controladas se plantas forem cultivadas em terrários:

- se o terrário for fechado ou aberto, é possível observar o efeito do acúmulo de gases, como o gás carbônico, durante o crescimento de plantas; e
- se o terrário tiver paredes de diferentes cores, é possível observar a interferência do tipo de luz no desenvolvimento da planta.

Outra possibilidade é coletar água de um lago ou de um aquário exposta à luz solar e observar o aumento de sua turbidez. Esse fenômeno pode ser facilitado se for acrescentado à água adubo e pequena quantidade de líquido para plantas. Se plantadas em garrafas com cores diferentes é possível testar a influência da cor da garrafa – que funciona como um filtro de luz – na fotossíntese.

Uma montagem mais simples e rápida que torna a fotossíntese observável pode ser realizada em menos de uma hora. Vejamos.

### Montagem experimental básica: produção de oxigênio pela fotossíntese

#### Material

- 1 garrafa PET transparente e com tampa
- 1 ramo de planta aquática do gênero *Elodea* (facilmente encontrada em lojas de aquário)
- 5 g de bicarbonato de sódio

- 1 seringa pequena com agulha
- 1 vela

#### Procedimento

1. Dissolver um pouco de bicarbonato de sódio em água e encher completamente a garrafa PET.
2. Inserir a planta aquática na garrafa, fechar o conjunto com a tampa e virar o conjunto com a tampa para baixo.
3. Deixar o conjunto sob luz forte, de preferência do Sol.<sup>25</sup>
4. Observar por cerca de 40 minutos se houve produção de gás.
5. Bater nas paredes da garrafa para que as bolhas se juntem em uma parte mais fina que possa ser perfurada pela seringa.<sup>26</sup>
6. Perfurar a parede da garrafa e aspirar o gás na seringa.
7. Acender a vela e aproximar a chama da ponta da agulha. Assoprar o gás recolhido, observando a reação da chama.

#### Discussão dos resultados

Os terrários hermeticamente fechados surpreendem muitas pessoas. É necessário compreender com certa profundidade o metabolismo de plantas e animais para compreender o que ocorre nessas condições. Se se tratar de plantas carnívoras, observa-se, adicionalmente, que a planta vai ficar privada de insetos enquanto ela ficar fechada na garrafa. No entanto, como há suprimento suficiente de nitrogênio no substrato, na forma de nitratos e nitritos, o que regularmente não ocorre em condições naturais onde essas plantas vivem – razão pela qual sua estratégia é suprir as necessidades com os insetos capturados –, basta que ela receba luz para suprir energia e, com água e gás carbônico, produzir seu alimento e oxigênio.

No experimento com a planta aquática, os conceitos envolvidos ficam mais claros, uma vez que a produção de oxigênio é observável, ainda mais quando se identifica o gás por sua capacidade de avivar a chama.

### Investigações sobre anatomia e fisiologia animal

Por diversas razões, a dissecação de um vertebrado é uma tarefa indispensável no curso de biologia do ensino médio, seja de fato ou substituída por programas de computadores, filmes ou vídeos, como já comentado. Uma razão apenas bastaria para justificar o estudo da anatomia e da fisiologia de um peixe, por exemplo: sua organização é muito semelhante à anatomia e fisiologia de todos os vertebrados, portanto, facilmente transferível para outros grupos, mesmo para a espécie humana.

Sugerimos ag todo litoral brasileiro em peixarias. Seu escama (PE), mu ções pormenoriza

Não necessár salgada. Preferer para a visualizaç

#### Objetivos da pes

A dissecação c responder uma p derando o comp dados de alguma

Nome co
Tuvira
Pintado ( <i>Pseu</i>
Traíra ( <i>H</i>
Bagre de ca
Carpa cor
Tambaqui ( <i>C</i>
Carpa capim ( <i>C</i>
Tilápia re
Carpa cabeça
Cascudo ( <i>H</i>

Tabela 5.1: Hábito alim

Para calcular sário realizar uma compatível com detalhes de sua a

Sugerimos agora a dissecação de uma cavalinha (*Scomber colias*), presente em todo litoral brasileiro e de importância alimentar, por isso bastante pescada e vendida em peixarias. Seu nome popular tem variações, como cavala-sardinheira ou serra de escama (PE), muzindu ou muzundum (RJ). Na internet, encontram-se fotos e orientações pormenorizadas de uma tarefa similar com um peixe do mesmo gênero.<sup>27</sup>

Não necessário que a dissecação seja realizada tão somente com peixes de água salgada. Preferentemente, é melhor trabalhar com peixes de tamanho apropriado para a visualização das estruturas internas.

### Objetivos da pesquisa

A dissecação deve ser apresentada aos alunos como uma pesquisa que procura responder uma pergunta: determinar o hábito alimentar da espécie escolhida considerando o comprimento relativo do seu intestino (CRI).<sup>28</sup> A tabela a seguir traz os dados de algumas espécies cultivadas em criadouros comercializadas no Brasil.

Espécies cultivadas e comercializadas no Brasil		
Nome comum e científico	Hábito alimentar	CRI
Tuvira ( <i>Gymnotus carapo</i> )	carnívoro	0,4
Pintado ( <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> )	carnívoro	0,5
Traíra ( <i>Hoplias malabaricus</i> )	carnívoro	0,7
Bagre de canal ( <i>Ictalurus punctatus</i> )	onívoro	1,6
Carpa comum ( <i>Cyprinus carpio</i> )	onívoro	2,1
Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> )	onívoro	2,5
Carpa capim ( <i>Ctenopharyngodon idella</i> )	herbívoro	1,9
Tilápia rendali ( <i>Tilapia rendalli</i> )	herbívoro	5,8
Carpa cabeça grande ( <i>Aristichthys nobilis</i> )	fitoplanctófaga	15,0
Cascudo ( <i>Hypostomus plecostomus</i> )	herbívoro	15,9

**Tabela 5.1:** Hábito alimentar e comprimento relativo do intestino (CRI) de algumas (Fonte: Rotta, 2003).<sup>29</sup>

Para calcular o comprimento relativo do intestino do peixe, será necessário realizar uma dissecação completa, que vai demandar um instrumento de medição compatível com o tamanho do peixe. Com a dissecação, vai ser possível perceber detalhes de sua anatomia, expor diferentes órgãos e adquirir diversas aprendizagens.

**Montagem experimental: determinação de CRI do *Scomber colias*****Material**

- 1 peixe inteiro bem fresco (preferencialmente uma cavalinha)
- 1 régua (com 30 cm ou compatível com o peixe escolhido)
- 1 estilete
- 1 pinça
- 1 tesoura
- 1 bandeja compatível com o tamanho do peixe
- Frascos pequenos transparentes com álcool e tampa
- Luvas de látex para manipular o peixe<sup>29</sup>

**Procedimento**

1. Iniciar pelo reconhecimento externo do peixe, identificando a boca, os dentes e as maxilas. Localizar e identificar claramente o opérculo, as aberturas nasais, o olho, a linha lateral, as nadadeiras (dorsais, peitorais, pélvicas, anal, caudal) e (no caso da cavalinha) as pínulas e as quilhas dérmicas próximas da nadadeira caudal. Medir o peixe até a base da cauda (o chamado "comprimento padrão").
2. A partir do ânus, fazer com o estilete uma incisão ventral entre as nadadeiras pélvicas, prolongando o corte com a tesoura até a região do opérculo, sempre pela linha mediana ventral do peixe.
3. Rebater as paredes e observar os órgãos internos, separando o intestino.
4. Fazer a identificação e distinção entre o estômago e o intestino. Observar que ele não tem, como nos mamíferos, anatomia distinta ao longo de sua extensão; e os numerosos cecos pilóricos (no caso da cavalinha).
5. Separar o estômago em um dos frascos com álcool e distender o intestino para medi-lo.
6. Se houver, retirar tecido gorduroso e expor o fígado, o estômago e os rins – aderidos à parede da extremidade oposta da cavidade interna, próximos às gônadas.
7. Cortar o opérculo e expor as brânquias, observando os arcos branquiais. Seccionar um deles com a tesoura e separar a amostra em outro frasco com álcool.
8. Identificar outros órgãos internos (gônadas), retirando-os com cuidado até expor a vesícula gasosa ("bexiga natatória") do peixe.
9. Expor o coração e os vasos sanguíneos principais do peixe.

Terminada a dis

a. Se houver ur  
tomia do arco

b. Se o peixe r  
com um com  
servar com u

Com base nos  
anatômicas, calcul  
hábito alimentar. S

**Discussão dos res**

Ao dissecar o p  
brados, como o co  
caso dos rins e o p  
outros órgãos lhes

A digestão dos  
mas que atuam no  
aula de zoologia. É  
mesmo de plantas

Há peixes que  
comunica-se dire  
esôfago se comun  
ções: osmorregula  
salinidades, como

Na dissecação d  
distingui-los dos qu  
na, por exemplo. C  
gitiforme encontra  
dita-se que cecos  
São mais deservo  
não ausentes, em  
ção clara se há, ou  
peixe, uma vez qu

Os dados colhi  
e a eventual anál  
tese de sua dieta.  
dentes, cecos piló

A cavalinha é u  
táceos plântonicos  
precisa ser dito ac

Terminada a dissecação, o material coletado pode ser analisado deste modo:

- a. Se houver um microscópio óptico ou um estereomicroscópio, observar a anatomia do arco branquial, montando-o entre a lâmina e a lamínula.
- b. Se o peixe não provier de criatório, cortar o estômago, recolher o conteúdo com um conta-gotas e espalhá-lo numa lâmina. Recobrir com lamínula e observar com uma lupa, ao microscópio óptico ou ao estereomicroscópio.

Com base nos resultados, convém que se faça um relatório das observações anatômicas, calcule-se o CRI do peixe dissecado e levante-se uma hipótese de seu hábito alimentar. Se possível, fotografar as diferentes etapas do trabalho.

### Discussão dos resultados

Ao dissecar o peixe, é possível observar órgãos homólogos aos dos demais vertebrados, como o coração, o estômago, o fígado, o intestino. Esse, no entanto, não é o caso dos rins e o pâncreas, nem tão parecidos nem muito evidentes, adicionalmente outros órgãos lhes são típicos, como a vesícula gasosa ("bexiga natatória").

A digestão dos peixes é bem semelhante à dos demais vertebrados, com enzimas que atuam nos mesmos locais. A análise do conteúdo estomacal pode ser uma aula de zoologia. Exige conhecimentos de invertebrados e vertebrados, e talvez até mesmo de plantas e algas, o que, por si mesma, justifica essa análise.

Há peixes que apresentam adaptações particulares. O esôfago da carpa comum comunica-se diretamente com o intestino. Ela não tem estômago. Há espécies cujo esôfago se comunica com a vesícula gasosa e pode desempenhar diferentes funções: osmorregulação de peixes eurialinos (que vivem em águas com diferentes salinidades, como o salmão) e auxílio à respiração.

Na dissecação da cavalinha os cecos pilóricos chamam a atenção. Mas é oportuno distingui-los dos que aparecem em outros vertebrados, que têm fermentação bacteriana, por exemplo. Os cecos pilóricos dos peixes são divertículos cegos de formato digitiforme encontrados na região pilórica e na porção anterior do intestino médio. Acredita-se que cecos pilóricos dos peixes sirvam para aumentar a superfície intestinal. São mais desenvolvidos em peixes com intestino curto (carnívoros) e reduzidos, senão ausentes, em peixes com intestino longo (herbívoros). Entretanto, não há definição clara se há, ou não, relação direta entre a presença de cecos pilóricos e a dieta do peixe, uma vez que eles ocorrem em peixes carnívoros, onívoros e herbívoros.

Os dados colhidos pelos alunos vão permitir calcular o CRI do peixe dissecado, e a eventual análise de seu conteúdo estomacal vai permitir estabelecer uma hipótese de sua dieta, que deverá ser cotejada com outras, informações, como tipo de dentes, cecos pilóricos encontrados etc.

A cavalinha é uma espécie carnívora e alimenta-se de outros peixes: lulas e crustáceos plantônicos; tem intestino curto e numerosos cecos pilóricos.<sup>30</sup> Mas isso não precisa ser dito aos alunos!

## Notas

1. As restrições legais têm caráter imperativo cujo descumprimento, no caso de uso de animais, tipifica contravenção penal. As de ordem moral referem-se ao respeito aos usos e costumes de um povo, e as de natureza ética referem-se a princípios alvo de crença da pessoa que os respeita por convicção (TAYLOR, P. A ética universal e a noção de valor. In: NICOLUESCU, B. et al. *Educação e transdisciplinaridade*. Brasília: Unesco, 2000, p. 57-81).
2. Por exemplo, Galeno escrevera que o septo entre os ventrículos do coração era poroso, permitindo assim a passagem de sangue entre eles. Uma observação macroscópica permitiria perceber o equívoco que apenas estudos de anatomia com peças humanas permitiria realizar.
3. Tradicionalmente, até aquela época, cabia aos assistentes dissecar os animais, enquanto o professor apenas lia o texto galênico.
4. Na Índia, a legislação de referência data de 1960 e define muitas irrisórias contra quem comete crueldade contra animais, inclusive em rituais religiosos, em que o sangue de animais é usado em rituais de purificação. Em 2011 foi apresentado um novo projeto de lei (Animal Welfare Act), que prevê penas de até três anos de prisão, multas altíssimas e ampliação exagerada da tutela para animais. "Animal", nos termos do projeto, seria "qualquer criatura viva, além do ser humano" – o que incluiria todos os vegetais, bactérias etc.
5. Em material de divulgação de sociedades vegetarianas encontram-se afirmações como: "uma vaca é feliz quando faz o que vacas evoluíram para fazer: ter amigos, família – e uma vida. Não uma morte. É isso o que uma vaca quer fazer; isso é o que a deixa feliz. Quando você se pergunta qual a pior coisa que pode acontecer na vida de qualquer animal, conclui: uma morte prematura".
6. BARASH, D.; LIPTON, J. *The myth of monogamy: fidelity and infidelity in animals and people*. New York: W.H. Freeman, 2001.
7. O decreto 24 645/34, com natureza de lei, trazia uma grande inovação: transformava qualquer animal, individualmente considerado, destinatário de tutela jurídica: "Art. 1º. Todos os animais existentes no País são tutelados do Estado". Sobral Pinto, advogado e jurista (1893-1991), invocou esse diploma legal para retirar do cárcere de Filinto Müller presos políticos, como Luís Carlos Prestes (1898-1990) e Harry Berger (1890-1959, cujo nome verdadeiro era Arthur Ernst Ewert). Como a lei proibia maus tratos, como "manter animais em lugares anti-higiênicos ou que lhes impeçam a respiração, o movimento ou o descanso, ou os privem de ar ou luz". (Art. 3º, II). O saudoso advogado mineiro peticionou, em 3 de março de 1937, a extensão aos seres humanos dos direitos que assistiam aos "animais irracionais", como definidos os mercedores de tutela jurídica naquele diploma legal. Ewert fora trancafiado por longo período em um pequeno cubículo escuro com 60 cm de altura (ele tinha 1,90 m), debaixo de uma escada, sem tomar banho, sem cortar cabelos ou barba. A petição teve sucesso. Esse decreto não foi revogado por nenhuma lei posterior, nem mesmo pela lei 11 794/08. Essa longa nota se justifica para lembrar que a defesa dos direitos dos animais nem sempre é acompanhada de espírito humanitário verdadeiro (Moraes, F. *Oiga*. São Paulo: Cia. das Letras, 1994).
8. Prática criticada e debatida na Espanha até os dias atuais. Em julho de 2010, o Parlamento catalão aprovou por pequena margem (68 votos a favor, 55 contra e 9 abstenções) o decreto de proteção aos animais, que proíbe a prática de touradas a partir de 2012. Na Espanha, a prática é vedada apenas nas Ilhas Canárias, desde 1991.
9. O decreto 24 645/34 definia penalidades não apenas com multas em pecúnia, mas com "pena de prisão celular de 2 a 15 dias", que poderia ser aplicada em dobro em certas circunstâncias.
10. De acordo com o vernáculo, dissecação e dissecação são sinônimos, configurando prática diversa da vivissecação, essa de natureza cirúrgica. O jargão técnico biológico, de uso corrente na academia, nem sempre diferencia esses vernáculos, mas a legislação assim o faz.
11. O poder público fica incumbido de "proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade" (Art. 225, §1º, VII).
12. Lei 11 794/08, Art. 3º, III, verbis: "experimentos: procedimentos efetuados em animais vivos, visando à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas".
13. A lei 11 794/08 refere-se a animais pertencentes ao filo *Chordata* e subfilo *Vertebrata*.
14. Lei 11 794/08, Art. 13, §3º, verbis: "sempre que possível, as práticas de ensino deverão ser fotografadas, filmadas ou gravadas, de forma a permitir sua reprodução para ilustração de práticas futuras, evitando-se a repetição desnecessária de procedimentos didáticos com animais".

15. National Science Teaching Association. *Science classroom. about/positions/animals*.
16. A mesma NSTA está em face do vantagens de seu uso.
17. Esse é o caso esp. Kerncurriculum für. básico para as escolas Naturais. Hannover. influence of emotion education. 2009, 43.
18. HOLSTERMANN, N. performance in diss.
19. Idem, ibidem.
20. Idem, ibidem.
21. BLANKENSTEYN, J. (Coord.). *Invertebrates*.
22. Nesse caso deve ser exposição ao público.
23. BOERGER, W. A.; R.M.da (Coord.), *Im*.
24. <www.cifeijao.com>.
25. Em salas onde não comum (de filamentos de aquários). a montagem.
26. Uma dica útil é inse.
27. No site do Museu <australianmuseum>.
28. ROTTA, M.A. *Aspe relacionados à pisc. embrapa.br/publica*.
29. Nesse caso, não se residual da manipu
30. Para mais informaç Mauad, 2000, p.24

