Universidade de São Paulo

Vivian Lavander Mendonça

**O Folclore como instrumento de motivação para
o ensino de Zoologia na escola**

São Paulo

2008

Vivian Lavander Mendonça

**O Folclore como instrumento de motivação para o
ensino de Zoologia na escola**

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências da
Universidade de São Paulo, para
a obtenção de Título de Mestre
em Ciências, na Área de
Zoologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia G.B.C. Lopes

São Paulo

2008

Mendonça, Vivian Lavander

O Folclore como ferramenta de motivação para o ensino de Zoologia na escola – proposta de um livro paradidático
276p.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Ensino de Zoologia 2. Anfíbios 3. Folclore
4. Paradidático
I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Sônia G.B.C. Lopes
Orientadora

Aos meus pais

Suas crenças se tornam seus pensamentos
Seus pensamentos se tornam suas palavras
Suas palavras se tornam suas ações
Suas ações se tornam seus hábitos
Seus hábitos se tornam seus valores
Seus valores se tornam seu destino

Gandhi

(citado por L. F. Braga, *O prazer de ficar em casa*,

Casa da Palavra, 2007, p. 16)

Agradecimentos

Registro aqui meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram na realização deste trabalho...

... ao Departamento de Zoologia, por permitir e apoiar a realização desta pesquisa;

... ao CNPq, pelo apoio financeiro;

... à minha querida orientadora Dra. Sônia Lopes, que não mediu esforços para a concretização deste trabalho, agradeço por todos os incentivos, pela amizade, pela compreensão nos momentos difíceis e por me mostrar que é possível ser ética em todos os momentos da vida;

... aos Drs. Carlos Jared e Marta M. Antoniazzi, pela revisão tão cuidadosa do material aqui proposto, por toda a paciência e alegria com que me receberam;

... ao Dr. Nilson José Machado, pelas aulas inspiradoras e pelas sugestões à este trabalho;

... ao Dr. Maurício Pietrocola, pelas sugestões de referências sobre transposição didática;

... à Hélio Moreira da Silva, ex-diretor do Museu de Folclore Rossini Tavares de Lima, pelas aulas sobre cultura popular e pelo empréstimo de material valioso para este trabalho;

... à Plínio C. Lopes, por acreditar neste trabalho desde sua fase embrionária;

... à Dra. Silvana Buzato, minha orientadora na iniciação científica, por ser a primeira pessoa, na Universidade, a me parabenizar pela decisão de me dedicar às questões de ensino;

... à Rafael Migotto e Dr. Herculano Alvarenga, do Museu de História Natural de Taubaté (SP), pelo apoio e pela permissão para as fotografias;

... ao Prof. Homero Urizzi, pela sugestão do título "*O sapo não lava o pé, porque a lagoa está suja!*";

... à Prof^a. Érika Almeida, pelas sugestões, apoio e amizade, e aos seus criativos e dedicados alunos da 6^a. série (turma de 2006), por possibilitarem o teste do material;

... à amiga Fernanda Desani, que viu este projeto nascer, por todo o incentivo;

... à amiga Adriana Alves Farias Lima, pela revisão da Língua Portuguesa no material aqui proposto e também por todo apoio e carinho;

... ao amigo Renato Chimaso e à todos os queridos colegas de pós que me incentivaram e contribuíram com sugestões;

... aos colegas do Laboratório de Malacologia (!): José Eduardo, que muito me ajudou com sugestões de artigos, Eliane e Pedro – apesar dos breves contatos, foi um imenso prazer conhecê-los;

... e ao Dr. Osmar Domaneschi (*in memorian*), que apoiou este trabalho desde o início, quando participou da banca de seleção do mestrado, e pelo exemplo sem par do que é ensinar Zoologia.

Índice

Abstract	3
Resumo	4
Apresentação	5
I – Introdução	7
II – Objetivos do trabalho	11
III – Justificativas	13
IV – Referenciais teóricos	15
IV-1 - Interdisciplinaridade & Transdisciplinaridade: tecendo relações entre conhecimentos	15
IV-2 - Conhecimento científico e conhecimento popular na forma de folclore – rupturas e aproximações	40
IV-3 - O livro paradidático: histórico, características e uso escolar no Brasil	68
IV-4 - Textos didáticos de Ciências: a questão da transposição didática e da interação autor – leitor	79
V – Metodologia	101
V-1 – Aspectos relacionados à interdisciplinaridade	102
V-2 – Aspectos do texto didático de Ciências	109
V-3 – As fases para a elaboração final do material	112
VI – Resultados	116
VI-1 – Observação da atividade de leitura	116
VI-2 – Observação dos trabalhos produzidos pelos alunos	117
VI-3 – Texto final do livro paradidático “O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência”	133
VII – Discussão e considerações finais	134
VII-1 – A atividade de leitura	134
VII-2 – Os trabalhos produzidos pelos alunos	136
VII-3 – O livro paradidático “O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência”	139

VIII – Referências bibliográficas

VIII-1 – Referências da dissertação	166
VIII-2 – Fontes de consulta na elaboração do livro “ <i>O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência</i> ”	174
Anexo 1	177
Anexo 2	182
Anexo 3	185
Anexo 4	189
Anexo 5	193

ABSTRACT

The teaching of Zoology in elementary schools is the preoccupation of this work, in which the dialogue between scientific and educational fields is emphasized, following a trend on the way both in Brazil and the rest of the world.

With the support of theoretical fundamentality on interdisciplinarity , on the nature of scientific knowledge and the nature of folklore, the proposal of this work has been developed. It has as its central idea to make use of folklore elements as motivation tools in the study of an animal group in elementary schools. The choice of the animal group happened to be the amphibians for their frequent presence in the folklore. For this purpose one decided for the elaboration of a book about amphibians connecting this two fields of knowledge, by taking into account the question of the transposition of scientific concepts and the structural characteristics of a instructional text.

The foremost outcome of this work is the text of the book hereby presented, "*The World of Amphibians – Folklore and Science*", which suggests a possibility in the construction of significations within the net of knowledge, through the use of the interdisciplinary approach as motivation element.

RESUMO

O ensino da Zoologia na escola básica é a preocupação do presente trabalho, que enfatiza o diálogo entre o meio científico e o educacional, a exemplo do que se inicia no Brasil e no mundo.

Com base em fundamentação teórica sobre interdisciplinaridade, natureza do conhecimento científico e do conhecimento popular na forma de folclore, desenvolveu-se a proposta deste trabalho, que tem como idéia central utilizar elementos do folclore como instrumento de motivação dos alunos no estudo de um grupo animal. A escolha do grupo animal recaiu nos anfíbios, muito presentes no folclore. Para essa finalidade, optou-se pela elaboração de um texto sobre anfíbios que alia os dois campos do saber, levando em conta a questão da transposição didática de conceitos científicos e as características estruturais de um texto didático.

O principal produto desse trabalho é o texto do livro aqui apresentado “*O Mundo dos Anfíbios – Folclore e Ciência*”, que sugere uma possibilidade na construção de significados na rede de conhecimentos, usando como elemento de motivação a abordagem interdisciplinar.

Apresentação

A inspiração para este trabalho surgiu durante um curso de extensão universitária – “Anfíbios: Biologia, Taxonomia & Venenos” – do Instituto Butantan, coordenado pelos Professores Carlos Jared e Marta M. Antoniazzi, em 2000. De modo particular, uma palestra sobre anfíbios no Folclore¹ despertou minha atenção. Desde aquele momento cultivei a idéia de utilizar o Folclore como fio condutor no ensino de um grupo animal – no caso, o grupo dos anfíbios.

O curso mencionado encontrou ressonância nas questões que emergiam da prática como professora de Ciências no ensino fundamental e da experiência na produção de materiais didáticos para o ensino de Biologia. Tais experiências traziam inquietações referentes à necessidade de motivar os alunos no estudo de temas da Zoologia, pois, apesar dos animais despertarem naturalmente a curiosidade, esta era logo substituída pelo desencanto frente à quantidade de nomes de grupos, estruturas e processos. Uma outra questão referia-se ao desafio de transpor os conceitos científicos para um discurso que, mantendo a correção conceitual, fosse adequado aos objetivos e à realidade da vida escolar.

Surgiu assim a proposta de verificar a possibilidade de desenvolver uma ferramenta didática capaz de trazer motivação ao estudo de um grupo animal, pelo levantamento de hipóteses acerca da articulação entre Folclore e Ciência.

O ensino de Zoologia na escola é a preocupação do presente trabalho e o fato de ter sido realizado no Programa de Pós-graduação do Departamento de Zoologia pode ser considerado um passo na direção do diálogo entre o meio científico e o meio educacional, diálogo que se inicia no Brasil e no mundo.

¹ A palestra “Anfíbios no Folclore”, realizada por ocasião do encerramento do curso (25 de agosto de 2000), foi proferida pela folclorista Maria do Rosário Tavares de Lima, então diretora do Museu de Folclore Rossini Tavares de Lima (São Paulo, SP).

Apresenta-se a seguir a estrutura da dissertação, indicando o que se propõe discutir e analisar ao longo deste trabalho.

O contexto da pesquisa é apresentado na Introdução (I), seguida pelo delineamento dos Objetivos (II) e das Justificativas (III) do trabalho proposto.

No item IV apresenta-se o quadro teórico que serviu de fundamentação à proposta de desenvolver um material didático em que os anfíbios são estudados a partir da abordagem do folclore, um elemento motivador. Os referenciais teóricos estão organizados em quatro temas, a saber:

IV.1 – Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade;

IV.2 - Considerações a respeito da natureza do conhecimento científico e do conhecimento popular na forma de folclore, procurando identificar possibilidades na construção de pontes entre esses dois tipos de conhecimento;

IV.3 – Caracterização do livro paradidático, recurso escolhido para execução da proposta deste trabalho;

IV.4 – Leitura e interpretação de textos didáticos de Ciências, destacando-se dois aspectos: a transposição didática de conceitos científicos e as características estruturais de um texto didático.

A natureza metodológica da pesquisa encontra-se no item V, no qual são descritas as etapas de elaboração do livro paradidático que constitui o objetivo deste trabalho.

O item VI apresenta os resultados obtidos. A discussão dos resultados, pela retomada das reflexões estabelecidas no item IV, e as considerações finais encontram-se no item VII.

I - Introdução

O debate acerca da qualidade do ensino de tópicos de Zoologia na educação básica esteve, até recentemente, desvinculado do meio científico, sendo considerado ocupação apenas da área da pesquisa em ensino de Ciências. Analisando a questão no contexto da educação científica brasileira, VASCONCELOS & SOUTO (2003) afirmam existir *“fraco envolvimento de profissionais das áreas de Zoologia pura e aplicada na produção, análise e discussão do material didático utilizado nos ensinios fundamental e médio”* (p. 102)².

Segundo documento da UNESCO (2004), o abismo entre o universo da produção científica e o do ensino de Ciências remete à organização das próprias universidades, nas quais geralmente a separação entre as áreas ocorre na organização do currículo universitário e até mesmo do espaço físico, com as faculdades de educação distantes dos centros de Ciências. Os alunos tendem a reproduzir tal separação em sua trajetória profissional, seja como cientistas, seja como professores. O documento citado propõe o estabelecimento de um diálogo fecundo e constante entre cientistas e educadores, a fim de reverter o quadro atual do ensino de Ciências, marcado por professores mal qualificados e/ou por alunos pouco interessados em ciência (UNESCO, 2004).

Na área de Zoologia, existem evidências de que tal diálogo está sendo estabelecido, como a abordagem da questão do ensino e da divulgação científica em editoriais recentes do periódico *Journal of Zoology* (LE COMBER, 2008; ZUPANC, 2008). No Brasil, a presença crescente de palestras, mesas-redondas e trabalhos sobre o tema em programas de Congressos organizados

² O ensino fundamental, no momento desta pesquisa (2006 – 2008), está organizado em duas etapas: os anos iniciais (alunos de 6 a 10 anos) e os anos finais (11 a 14 anos), segundo a Resolução nº. 3 do Conselho Nacional de Educação, de 3 de agosto de 2005 (BRASIL, 2005). O foco do presente trabalho são os anos finais do ensino fundamental, que compreendem da 5ª à 8ª série. A partir de 2005, com a progressiva implementação do ensino fundamental de 9 anos, essas séries passaram a corresponder aos 6º, 7º, 8º e 9º anos.

pela SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOLOGIA (2004; 2006; 2008) indica que as questões do ensino de Zoologia na escola têm mobilizado não apenas educadores e pesquisadores na área de ensino, mas também os próprios zoólogos.

E quais são as principais preocupações em relação à forma como a Zoologia é apresentada na escola?

Antes de responder à questão, torna-se pertinente comentar a respeito da Zoologia como área disciplinar. Segundo ZUPANC (2008), suas origens podem ser encontradas nos estudos de Aristóteles sobre os animais. O autor considera que, apesar da longa história e de uma recente fragmentação em sub-áreas, a Zoologia ainda funciona como uma disciplina por sua capacidade de abrigar e integrar os conhecimentos emergentes dessas sub-áreas e também de outras disciplinas – como biologia molecular e ecologia – na busca por princípios gerais que permitam interpretar a diversidade animal, em toda sua complexidade.

Aprender Zoologia deveria ser, portanto, sinônimo de construir relações entre diversos conhecimentos básicos da Biologia - biologia celular e molecular, ecologia, fisiologia, biofísica entre outros – para assim compreender as interações dos animais com o ambiente e as relações de parentesco evolutivo entre os grupos. Os conhecimentos advindos desse aprendizado permitiriam entender a questão da conservação de espécies ameaçadas, entre outros temas recorrentes na mídia.

No nível fundamental de ensino, os conhecimentos básicos de biologia são obviamente limitados, não sendo o objetivo formar “zoólogos-mirins”. A inserção de tópicos de Zoologia no ensino fundamental se justifica pelo objetivo de ampliar o conhecimento sobre a dinâmica da vida em diferentes ambientes e épocas (BRASIL, 1998), sendo tal objetivo coerente com a natureza integradora da própria disciplina Zoologia.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para 5ª a 8ª séries, os objetivos do ensino de Ciências Naturais no nível fundamental são concebidos *“para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam*

compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica.” (BRASIL, 1998, p. 32). Por esta perspectiva mais geral, os temas de Zoologia podem servir ao planejamento de atividades que permitam desenvolver habilidades como a elaboração de hipóteses, o estabelecimento de relações entre fatos ou idéias, a leitura de textos informativos, a busca de informações em fontes variadas, a organização de dados por meio de desenhos, tabelas e gráficos, entre outras.

VASCONCELOS & SOUTO (2003) consideram que o conteúdo zoológico fornece excelente oportunidade para relacionar conceitos biológicos a questões do cotidiano do aluno. Os autores lembram que os animais são considerados mais próximos pelos alunos do que outros seres vivos.

No entanto, na abordagem de temas zoológicos na escola não se verifica conexão entre conceitos da Biologia, tampouco a relação entre os conteúdos escolares e os fenômenos e saberes com os quais o aluno se depara em seu dia-a-dia. GUIMARÃES (2004), analisando a questão no contexto do ensino médio das escolas brasileiras, afirma que a Zoologia é uma área negligenciada e caracterizada pelo tratamento “enciclopédico” em sala de aula. Em relação ao ensino fundamental, a situação não é muito diferente: a apresentação de grupos animais geralmente é limitada ao aspecto descritivo, baseando-se na memorização de termos e na confecção de listas de características dos grupos animais, o que resulta em falta de motivação para estudar³. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ciências Naturais:

Em relação aos conteúdos conceituais, particularmente de quinta a oitava séries, persiste uma tendência que os aborda de modo estanque nas disciplinas científicas, tais como se consagraram há mais de um século, e de forma caricatural. Apresenta-se separadamente Geologia, dentro de água, ar e solo; Zoologia e Botânica, como sendo classificação dos seres vivos; Anatomia e Fisiologia humana, como sendo todo o corpo humano; Física, como fórmulas, e Química, como o modelo atômico-molecular e a tabela periódica. As interações entre os fenômenos, e destes com diferentes aspectos da cultura (...) estão ausentes. Por exemplo, as noções de ambiente ou de corpo humano como

³ O estudo dos animais geralmente consta do currículo de Ciências para a 6ª série (7º ano), inserido no tema central “seres vivos”, que costuma ser apresentado para este nível escolar nas coleções de livros didáticos (AMARAL, 2006).

sistemas, idéias importantes a trabalhar com alunos, são dificultadas por essa abordagem. (BRASIL, 1998, p. 27).

Os problemas verificados no ensino de temas zoológicos são observados na educação científica em geral. Segundo PIETROCOLA (2004), a sociedade considera o papel transformador da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo como justificativa suficiente para promover o ensino de Ciências na escola, não importando a falta de prazer e a monotonia que muitas vezes caracterizam esse ensino.

Para promover a motivação no ensino, acredita-se ser importante o desenvolvimento de um novo tipo de conhecimento que promova a articulação das Ciências que hoje se encontram separadas na forma de disciplinas. O diálogo fecundo entre as disciplinas constitui o cerne do conceito de interdisciplinaridade, apontada como caminho na busca por uma “reforma do pensamento” (MORIN, 2005), que promova a compreensão de aspectos globais e rompa os limites impostos pela fragmentação do conhecimento disciplinar. EDGAR MORIN (2005) também propõe a inclusão das “ciências do imaginário e das crenças” na educação, em uma visão mais ampla, transdisciplinar. Os debates acerca da *inter* e da *transdisciplinaridade* no meio acadêmico foram transpostos para a questão da educação escolar (MACHADO, 2006; HERNÁNDEZ, 1998) e os ecos de tais discussões estão presentes na comunidade escolar, principalmente por meio de propostas curriculares oficiais que muitas vezes não se concretizam na realidade da sala de aula.

Existem barreiras à articulação interdisciplinar na escola, como a programação curricular que impõe limites rígidos para o professor e para o aluno, criando um ambiente que inibe inovações. Muitas manifestações criativas que poderiam fazer parte das práticas escolares são marginalizadas por fugirem à racionalização do conhecimento, característica que se verifica nos livros didáticos.

Considerando essa situação, o livro paradidático pode ser um recurso interessante para promover a integração de diferentes saberes no ensino, pois

dá ao professor mais liberdade que o livro didático ao permitir a abordagem de temas de forma alternativa, evitando-se a fragmentação do conhecimento. Segundo RAMOS (1987), pesquisas sobre o livro paradidático são escassas e consideram, em sua maioria, os paradidáticos da área de Língua Portuguesa. Apesar disso, uma análise breve de títulos voltados para o ensino de Ciências e a comparação entre livros didáticos e paradidáticos pode auxiliar no entendimento do contexto em que os livros escolares são utilizados na área.

No desenvolvimento de um livro paradidático, a escolha dos tempos verbais, dos adjetivos, da organização dos parágrafos e dos títulos são algumas das variáveis envolvidas na eficiência da transposição didática de conceitos científicos e na elaboração de um texto didático que cumpra sua função instrucional (KLEIMAN, 1995; LÓPEZ, PORTOLÉS & GAMÉZ, 1993).

Uma possibilidade de integrar diferentes saberes no ensino de Zoologia na escola seria a união de dois tipos de conhecimentos, o popular baseado no folclore e o científico. No contexto das aulas de Ciências, os saberes populares podem ser usados como ferramenta de motivação para o ensino de conceitos científicos (DELLA MONICA, 1989). Para a construção de ‘pontes’ entre esses dois tipos distintos – e epistemologicamente distantes – de conhecimento, torna-se importante conhecer suas diferenças (CHALMERS, 1994; BACHELARD, 1972) e as possibilidades de aproximação sem que ocorra a descaracterização ou a relativização do conhecimento.

II - Objetivos do trabalho

O presente trabalho teve como objetivo a elaboração do texto de um livro paradidático provisoriamente intitulado “O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência”, em que os anfíbios foram apresentados a partir de uma proposta interdisciplinar que procurou construir pontes entre os saberes populares na

forma de folclore e os conhecimentos científicos⁴. Espera-se, com esta abordagem interdisciplinar, desenvolver uma ferramenta didática capaz de trazer motivação ao estudo de temas da Zoologia no ensino fundamental.

Não se pretendeu apresentar a ciência da Zoologia, mas sim o “mundo” dos anfíbios, abordando tanto características gerais quanto exemplos curiosos e procurando destacar a biodiversidade brasileira.

A abordagem do folclore neste trabalho limitou-se a uma seleção de lendas, mitos, “causos”, letras de cantigas, quadrinhas, crendices e usos da medicina popular envolvendo os anfíbios. A ligação com a Zoologia permitiu ampliar a abordagem do folclore para além de sua mera apresentação, uma vez que os conhecimentos do folclore serviram de “porta de entrada” para o estudo dos conhecimentos científicos sobre esses animais.

Um pressuposto fundamental para a elaboração do material foi que os diferentes tipos de conhecimento – o científico e o popular baseado no folclore – apresentam origens, características e finalidades distintas, que devem ser respeitadas na proposta interdisciplinar.

Sabe-se que o professor de Ciências deve “cumprir” uma programação curricular que vai muito além do estudo de um único grupo animal. Não se considera, no entanto, que todos os temas abordados no material aqui apresentado devam ser trabalhados em sala de aula, sugerindo-se que a responsabilidade em definir os trechos mais relevantes e a seqüência adequada seria do professor, no planejamento das atividades.

A proposta de integração entre Folclore e Zoologia em um livro paradidático pretende demonstrar a validade de um caminho interdisciplinar capaz de estimular os professores de Ciências na busca por novas práticas de ensino, podendo envolver também professores de outras áreas e outros agentes nos planejamentos e nas ações didáticas.

⁴ O enfoque deste trabalho foi a elaboração do **texto** de um livro paradidático sobre anfíbios, não sendo objetivo a elaboração de um projeto gráfico e a análise aprofundada de questões envolvendo diagramação e escolha de figuras.

III - Justificativas

Segundo AUGUSTO & CALDEIRA (2007), os professores de Ciências enfrentam dificuldades para planejar e executar propostas interdisciplinares em sala de aula e a falta de materiais de apoio que indiquem como a interdisciplinaridade pode ser estabelecida é uma dessas dificuldades. A questão não se resume, porém, na carência de materiais: os professores sentem-se inseguros em realizar ações interdisciplinares por desconhecer o próprio conceito de interdisciplinaridade e pela falta de comunicação e colaboração com professores das outras disciplinas (AUGUSTO & CALDEIRA, 2007; CAVALCANTE, 2004).

A opção por elaborar um livro paradidático foi norteadada, entre outros fatores, pela familiaridade dos professores na utilização deste instrumento, o que normalmente não ocorre com outros recursos. Por meio de uma ferramenta didática conhecida, pretendeu-se oferecer segurança na aplicação de uma proposta interdisciplinar que poderia, à primeira vista, causar estranheza ao professor.

O livro paradidático apresentado como resultado deste trabalho foi desenvolvido para alunos dos anos finais do ensino fundamental (5ª a 8ª séries), basicamente por alguns motivos. Em primeiro lugar, o estudo de temas de Zoologia pressupõe que o aluno já tenha sido apresentado a um conjunto mínimo de conceitos científicos, tais como: célula, características gerais dos seres vivos, reprodução, classificação biológica. Esses conceitos não representam necessariamente pré-requisitos para a leitura do livro aqui proposto – ele pode atuar como ponto de partida para a compreensão dos mesmos. No entanto, a compreensão desses conceitos exige um aluno/leitor

que esteja na fase de desenvolvimento do pensamento lógico e da capacidade de abstração. Nos anos finais do ensino fundamental, os alunos geralmente se encontram nesta fase do desenvolvimento cognitivo, segundo os estudos de Jean Piaget (MYANAKI, 2003). Considera-se também que a proposta de unir folclore e ciência apresente maior apelo aos alunos do ensino fundamental em comparação aos do ensino médio.

Os anfíbios foram escolhidos como tema do trabalho por serem animais muito presentes no folclore brasileiro e de outros países. A riqueza de histórias do folclore brasileiro contemplando sapos, rãs e pererecas tem relação com a diversidade de anuros no Brasil, que é o líder mundial em diversidade de anfíbios (SILVANO & SEGALLA, 2005). Uma observação emergente da prática como professora de Ciências é a de que os alunos de um grande centro urbano como São Paulo pouco conhecem a respeito dos animais silvestres. Tal fato parece ser verificado em outros locais e épocas, como indica o prefácio de um livro de EURICO SANTOS (1994): “(...) *os estudantes que saem dos ginásios conhecem os princípios biológicos, mas pouca coisa lhes disseram a respeito dos animais que povoam a terra brasileira.*” (p. 5).

A proposta do livro paradidático aqui desenvolvido não contempla, no entanto, apenas os alunos-leitores de grandes centros urbanos. A opção por relacionar a biologia dos anfíbios com o folclore justifica-se pela possibilidade de aproximar os conteúdos tradicionalmente abordados nas aulas de Ciências com o cotidiano dos alunos em geral, uma vez que o folclore abarca saberes populares disseminados em todos os setores da sociedade (FRADE, 1997). A aproximação do conteúdo escolar com o cotidiano dos alunos constitui importante caminho no processo de aprendizagem. O resgate de elementos do folclore na escola também é interessante por permitir a abordagem de valores presentes nas lendas, mitos, canções e quadrinhas populares, entre muitas outras manifestações. Tais valores podem indicar as origens de tradições presentes na comunidade em que os alunos se inserem, bem como as tradições de outros grupos.

IV - Referenciais teóricos

IV- 1 - Interdisciplinaridade & Transdisciplinaridade: tecendo relações entre conhecimentos

*A competência interdisciplinar vem depois da disciplinar:
se pretende tomar o seu lugar, o seu nome não será competência,
mas antes incompetência.*

Fernando Gil

(citado por CONFORTI, 2003, p. 20)

A fragmentação do conhecimento é um dos principais problemas do ensino de Ciências. Com a divisão do conhecimento científico em blocos de conteúdos, trabalhados de forma isolada dentro de cada disciplina, torna-se difícil atribuir significado à torrente de informações, o que gera desinteresse e falta de motivação para estudar.

A interdisciplinaridade representa a possibilidade de promover a ligação dos conhecimentos que se encontram fragmentados em disciplinas. Torna-se consenso nos meios acadêmico e escolar brasileiros a necessidade de implantar estratégias didáticas baseadas nos princípios da interdisciplinaridade, com o objetivo de gerar motivação nos alunos e obter níveis satisfatórios de aprendizagem nesta área.

Dentre as pesquisas que analisam propostas interdisciplinares em sala de aula, merecem destaque algumas pertinentes ao que se defende neste trabalho:

- MYANAKI (2003) descreve um conjunto de atividades desenvolvido para abordagem do conceito de paisagem em aulas de Geografia para a 6ª série (7º. ano) do ensino fundamental, utilizando reproduções de quadros

de artistas brasileiros. O trabalho propõe, a partir de embasamento teórico e do teste das atividades, a articulação entre Geografia e Arte. É interessante notar que este trabalho foi realizado no programa de pós-graduação em Geografia Física, sem vínculos com programas de pós-graduação envolvendo a Faculdade de Educação;

- KANTOR (2001) propõe um conjunto de atividades para abordagem de temas de Astronomia utilizando obras de literatura, poesias e filmes. O autor considera a Astronomia parte integrante da cultura e sugere que o tema seja abordado não apenas como conteúdo nas aulas de Física do ensino médio, mas como elemento de ligação com outras disciplinas;
- WEIGERT *et al.* (2002A) relatam uma experiência que mobilizou professores de Biologia, História, Geografia e Artes e alunos do ensino médio em uma escola pública de São Carlos, SP. A professora de Artes envolveu os alunos no planejamento e execução da maquete de uma praça da cidade; a partir dessa atividade realizou-se o estudo da localização e do relevo da praça, de sua vegetação e da história da cidade;
- VANNUCCHI (1996) descreve o desenvolvimento de um material didático de física para o ensino médio, introduzindo tópicos de Filosofia da Ciência na abordagem do tema Óptica, em um trabalho conjunto entre a professora de Física e a de Filosofia de uma escola estadual de São Paulo, SP.

Mas quais são os fundamentos de uma proposta interdisciplinar em sala de aula? A idéia de interdisciplinaridade é logo associada à busca pela inter-relação entre contexto cultural e conhecimento escolar e à tentativa de reduzir a aridez com que são tratados os temas científicos. É necessário, porém, apresentar uma definição de interdisciplinaridade, uma vez que o termo, cada vez mais comum nas propostas pedagógicas oficiais e das escolas, costuma ser confundido com outros conceitos, como o de *multi* (ou *pluri*)*disciplinaridade* e o de *transdisciplinaridade*. Além disso, corre o risco de se transformar em modismo, tendo seu sentido esvaziado (WEIGERT *et al.*, 2002B), de modo semelhante ao que aconteceu com ao termo “construtivismo”.

As dúvidas que cercam a questão da interdisciplinaridade também estão presentes nos debates acadêmicos, envolvendo filósofos, cientistas e outros que buscam aprofundar-se nessa conceituação. Segundo CONFORTI (2003), a interdisciplinaridade ainda não tem o *status* de uma teoria do conhecimento. Dentro do campo teórico de discussão a definição da interdisciplinaridade não se torna simples tampouco evidente, pois ocorrem variações na terminologia e nas fontes científicas a que os autores recorrem, bem como nas aplicações do conceito que consideram possíveis.

A seguir apresentaremos um panorama da discussão das idéias a respeito de interdisciplinaridade no meio científico e alguns conceitos baseados nos autores que servem de referência a este trabalho. A abordagem da interdisciplinaridade no meio escolar será cautelosa – como já indica a epígrafe que inicia este item.

- **A interdisciplinaridade no meio científico – intenções e ações**

HERNÁNDEZ (1998) menciona a existência de milhares de linhas de pesquisa dentro de cada área do conhecimento, divulgadas em um número ainda maior – e crescente – de revistas especializadas. Considera que a super-especialização gera uma necessidade crescente de encontrar pontes entre os campos, com tentativas de desenvolver enfoques de integração.

Assim, a proposta de um diálogo intenso e efetivo entre as diversas áreas do conhecimento não está presente apenas nos debates em torno da realidade escolar, mas também no meio científico. “*Semeando interdisciplinaridade*” foi o tema da 58ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), realizada em julho de 2006.

Algumas décadas antes do convite à interdisciplinaridade feito aos pesquisadores brasileiros, o tema já era abordado por cientistas como Erwin Schrödinger (1887 – 1956) e Gregory Bateson (1904 – 1980).

O físico Schrödinger, cujo trabalho é considerado um dos pilares da mecânica quântica, possuía interesses intelectuais amplos, fazendo incursões

na Filosofia e na Biologia e desenvolvendo uma trajetória profissional digna de ser citada como um exemplo de interdisciplinaridade. Em 1944 publicou o livro *O que é vida?*, no qual abordou os seres vivos a partir de leis da Física. Nesse livro ele propôs idéias a respeito do mecanismo da hereditariedade anos antes da descrição da molécula de DNA e de sua replicação por Watson, Crick e Wilkins, em 1953 – foi o livro de Schrödinger que motivou Francis Crick, também físico, a aventurar-se na busca pela molécula da hereditariedade.

No prefácio da obra mencionada, escrito em 1944, Schrödinger considera a necessidade da “*síntese dos fatos e teorias*”, sendo impressionante a validade atual do trecho destacado a seguir:

“Herdamos de nossos antepassados um profundo desejo por um conhecimento unificado e abrangente. (...) Mas o alargamento nos singulares últimos cem anos das múltiplas ramificações do conhecimento, tanto em extensão quanto em profundidade, confrontou-nos com um difícil dilema. Sentimos claramente que só agora começamos a adquirir material confiável para reunir tudo o que se sabe em uma só totalidade. Mas, por outro lado, tornou-se quase impossível para uma só mente dominar por completo mais que uma pequena porção especializada desse conhecimento.

Não vejo outra saída para esse dilema (...) além de alguns de nós nos aventurarmos a embarcar numa síntese de fatos e teorias, ainda que munidos de conhecimento incompleto e de segunda mão sobre alguns deles, e sob o risco de parecermos tolos.” (SCHRÖDINGER, 1997, p. 15).

O biólogo e antropólogo Gregory Bateson promoveu em seus estudos aproximações com áreas distintas – e distantes – do conhecimento. No livro *Mente e Natureza: a unidade necessária*, Bateson afirma reconhecer na natureza as raízes da beleza e da feiúra, que são temas tradicionalmente tratados como não-científicos, devendo ficar restritos ao mundo da arte. Ele questiona esse posicionamento, lembrando que nosso encanto e habilidade de

fazer objetos bonitos são tão naturais quanto os sentimentos mais obviamente instintivos (LEPRI, 2006) ⁵.

Na realidade são poucos os cientistas que seguem o exemplo de Schrödinger e Bateson e se propõem ao exercício da síntese e da abertura intelectual⁶. O meio acadêmico caracteriza-se pela especialização e isolamento dos centros de pesquisa e a falta de diálogo muitas vezes ocorre entre departamentos de um mesmo instituto. Não se trata, no entanto, de má-vontade ou desinteresse por parte dos cientistas. MOREIRA (2000) considera que algumas áreas são naturalmente mais adequadas a uma proposta interdisciplinar. Nesse contexto podem surgir novas áreas de conhecimento, como é o caso da biologia molecular. Além disso, é sempre complexo o planejamento de um projeto interdisciplinar de pesquisa porque deve obedecer a algumas condições, como a de ser exeqüível – e não utópico – e desenvolver uma linguagem e um conjunto de procedimentos próprios que sejam entendidos por todos os envolvidos. Como afirma Roland Barthes em *O Rumor da língua* (1987):

“Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um ‘assunto’ (um tema) e convocar em torno duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em criar um objeto novo que não pertença a ninguém.” (citado por MACHADO, 2006, p. 117).

⁵ É importante mencionar que Bateson não concordava com a apropriação de suas idéias sobre a aproximação de ciência e arte pela chamada “cultura da nova era”, mistura pseudocientífica de ecologia, física quântica, filosofia oriental e esoterismo (LEPRI, 2006). Segundo CONFORTI (2003), é preciso analisar os campos consistentes e fecundos para a abordagem interdisciplinar e questionar fortemente a superficialidade e as conclusões apressadas, evitando assim o surgimento de produtos pseudocientíficos que se abrigam sob o rótulo “interdisciplinar”.

⁶ Em 2002, estudiosos das áreas de ciências exatas, biológicas e humanas participaram de um congresso na Universidade de Stanford para discutir a interdisciplinaridade e sua viabilidade em projetos de pesquisa. O grupo definiu o conceito de “interdisciplinaridade de fim de semana”: “*Os físicos apreciarão, de maneira vagamente condescendente, aquilo que os estudiosos do italiano terão a dizer sobre as idéias de Dante a respeito do cosmo, mas nunca por tempo mais longo que um fim de semana.*” (citado por CONFORTI, 2003).

E o que fazer com o “objeto novo” fruto da interação entre diferentes áreas do conhecimento? Uma grande tentação é a de transformá-lo rapidamente em uma nova disciplina, sem necessariamente existir um arcabouço seguro de conceitos e procedimentos, como afirma MACHADO (2006):

“... também é muito freqüente o fato de que tão logo dois temas estabeleçam um mínimo de relações fecundas e promissoras, na própria ante-sala de um trabalho interdisciplinar, surge a pretensão de erigir uma nova disciplina, uma nova área do conhecimento, uma nova ‘ciência’.” (*id. ibid.*, p. 118).

Confirmando tal tendência, já se observa uma “oficialização” da interdisciplinaridade em universidades⁷, com a criação de cursos superiores como química ambiental, física médica, biotecnologia, educação ambiental. A implantação de tais cursos é vista com desconfiança por alguns estudiosos, que apontam pressões políticas e econômicas como principal argumento para sua criação e questionam a respeito do futuro dos cursos (CONFORTI, 2003).

As considerações realizadas até aqui, apesar de pouco profundas, indicam a existência, no campo teórico e científico, de dificuldades na conceituação e em definir se um produto concreto – um curso, um texto, uma obra – é fruto de um trabalho interdisciplinar ou não. Os conceitos derivam das perspectivas de seus investigadores, que podem utilizar como base para seus estudos epistemologias distintas, como da área de computação e informática, da física (teoria do caos), entre outras.

Considerando os objetivos desta pesquisa, não seria pertinente um aprofundamento nos aspectos epistemológicos da interdisciplinaridade, mas sim buscar esclarecer alguns conceitos – multi / inter / transdisciplinaridade, conhecimento em rede, complexidade e globalização – apontando as relações entre eles e tendo como contexto o trabalho escolar. Este último critério

⁷ Em algumas escolas a interpretação distorcida do conceito de interdisciplinaridade também levou à criação de pseudo-disciplinas, como Educação sexual e Resolução de problemas (MACHADO, 2006).

orientou a escolha dos autores consultados: Edgar Morin⁸, Nílson José Machado⁹ e Fernando Hernández¹⁰.

• O eixo multi/interdisciplinaridade e a perspectiva interdisciplinar na escola

O conceito de *multidisciplinaridade* (ou *pluridisciplinaridade*) refere-se ao nível mais simples de articulação entre diferentes áreas do conhecimento: um objeto de estudo é analisado por diversas disciplinas, sendo que cada uma mantém sua autonomia e suas características – linguagem, procedimentos, objetivos. Podemos citar como exemplo o estudo da célula em um curso de graduação em Ciências biológicas, que geralmente constitui objeto de diferentes disciplinas: Genética, Biologia celular, Bioquímica, Fisiologia animal e vegetal, Biologia molecular... Essas disciplinas se organizam em momentos distintos do curso e algumas apresentam articulação mais evidente entre si, como no caso em que uma se apresenta como pré-requisito para outra.

⁸ Edgar Morin desenvolveu o conceito de complexidade e transdisciplinaridade e dedica-se à proposição de políticas curriculares baseadas nessas concepções a respeito da natureza do conhecimento e do processo de conhecer. Suas idéias têm sido publicadas em obras acessíveis ao grande público, como *Os sete saberes necessários à educação do futuro* (11^a. ed. 2006, Cortez) e *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios* (3^a. ed. 2005, Cortez).

⁹ Nílson José Machado, matemático e professor da Faculdade de Educação da USP, apresenta e discute os conceitos de interdisciplinaridade, conhecimento em rede e contextualização abordando o desenvolvimento histórico, os princípios filosóficos e a transposição desses conceitos para o âmbito escolar. Essa apresentação é clara e envolvente na obra *Educação: Projetos e Valores* (6^a. ed. 2006, Escrituras), que constituiu a principal referência conceitual ao presente trabalho.

¹⁰ Fernando Hernández, formado em psicologia e professor da Universidade de Barcelona, Espanha, dedica-se desde o início da década de 1980 à pesquisa da visão transdisciplinar ou “globalizadora” (no sentido que ele atribui ao termo globalização) vinculada à instituição escolar. No meio educacional brasileiro, a produção de Hernández e de outros autores espanhóis, como César Coll, exerceu grande influência na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais e de reformas curriculares em nível estadual e municipal. O princípio da globalização orientou, por exemplo, a programação de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais nos planejamentos escolares. O livro *Transgressão e mudança na educação – os projetos de trabalho* (1998, Artes Médicas) serviu de referência às reflexões deste capítulo.

A organização do conhecimento em disciplinas é uma característica do trabalho escolar. As escolas constituem, portanto, centros multidisciplinares em que existe uma fraca ligação entre as diferentes “matérias” (MACHADO, 2006).

Pensando na situação diametralmente oposta à multidisciplinaridade encontraremos a interdisciplinaridade, caracterizada pela interação de áreas diversas do conhecimento.

A fragmentação do conhecimento, apontada como um dos grandes problemas do ensino, não é inerente ao âmbito multidisciplinar. Se considerarmos *multi-* e *interdisciplinaridade* como dois pólos de um eixo apresentando diferentes graus de relação entre conhecimentos, perceberemos que as duas abordagens podem coexistir. Tal constatação está representada no esquema a seguir.

Fig. 1: Esquema baseado nas considerações de MACHADO (2006), indicando nível crescente de interação entre diferentes disciplinas ao longo do eixo *multi* / *interdisciplinaridade*.

A perspectiva interdisciplinar admite a existência do núcleo disciplinar, cada um com seus conceitos e metodologias, mas busca estabelecer pontes a partir de habilidades e até mesmo de conteúdos em comum com outras disciplinas (WEIGERT *et al.*, 2002B). Segundo MACHADO (2006), para estabelecer uma proposta interdisciplinar na escola não é preciso acabar com as disciplinas, tampouco criar novas “matérias” de cunho interdisciplinar. Entretanto, o aprofundamento da cooperação entre as disciplinas deve ter como objetivo um

produto (ou resultado) que ultrapasse a delimitação dos quadros disciplinares. CONFORTI (2003) ressalta que o alcance de tal objetivo pressupõe amplo domínio do objeto disciplinar e a abertura para conhecer as formas de abordagem das demais disciplinas envolvidas no trabalho em questão¹¹.

A fragmentação do saber ocorre quando o eixo representado acima se quebra, ou seja, quando o enfoque multidisciplinar enrijece e não há espaço para a interdisciplinaridade na escola. A ligação entre as diferentes disciplinas é mínima e não existe a contrapartida do enfoque de integração. Nesse rompimento, as informações de cada área do conhecimento se tornam descontextualizadas e muitas vezes carecem de significado para a vida do aluno.

A consequência da fragmentação dos objetos do conhecimento é a dificuldade crescente em abordar temas de relevância social/global dentro dos limites de uma única disciplina. Nesse contexto a idéia de interdisciplinaridade *“tende a transformar-se em bandeira aglutinadora na busca de uma visão sintética, de uma reconstrução da unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas”* (MACHADO, 2006, p. 117).

- **O conhecimento como rede**

A idéia de interdisciplinaridade está relacionada à concepção de conhecimento como uma rede de significações, que se contrapõe ao encadeamento cartesiano ou linear, no qual o conhecimento se organiza em um único eixo. De acordo com MACHADO (2006), a organização linear dos conceitos é evidente na seqüência de temas definida pelos professores ao planejarem suas aulas:

¹¹ CONFORTI (2003) menciona dois fundamentos – amplo domínio do objeto disciplinar e conhecimento das abordagens das outras áreas – propostos em 1961 por George Gusdorf como necessários para a realização de um projeto interdisciplinar. Gusdorf referia-se, no entanto, a proposta de um trabalho científico que envolveria pesquisadores de diversas áreas na construção de uma “teoria do interdisciplinar”. Apropriei-me de tais fundamentos trazendo-os para o âmbito escolar, por considerá-los válidos também nesse contexto.

“A concepção de conhecimento costuma estar associada, implícita ou explicitamente, a uma imagem metafórica que, em grande parte, determina o papel das disciplinas e organiza as ações docentes, como o planejamento, a avaliação. (...)

De modo geral, a imagem dominante para a construção do conhecimento está associada às idéias cartesianas apresentadas em 1637 no livro *Discurso do Método*. Nesse trabalho, que viria a influenciar profundamente todo o pensamento ocidental, Descartes propõe que, diante de uma grande dificuldade, em termos cognitivos, deve-se decompô-la, subdividi-la em partes cada vez mais “simples”, até chegar-se a “idéias claras e distintas”. Depois da fragmentação, para reconstituir o objeto de estudo, o caminho é o encadeamento lógico, do simples ao complexo.” (*id. ibid.*, p. 127).

Importa ressaltar que Descartes propõe uma etapa conclusiva no estudo de um objeto a partir de uma análise mais ampla e abrangente – que se daria pelo encadeamento lógico – restaurando o que antes fora dissecado em partes menores. Na realidade de muitos cursos, a proposta de fragmentação do conhecimento e de sua organização hierárquica em níveis de dificuldade se faz presente, porém esta etapa final de integração não é orientada pelo professor e não ocorre em sala de aula, ficando para os alunos a responsabilidade de unir os “fragmentos” ou conteúdos estudados utilizando seus próprios recursos. É sabido que muitos não conseguem realizar essa abstração, apresentando dificuldades em aplicar os conteúdos escolares na resolução de problemas ou em relacioná-los ao seu cotidiano.

O caminho para uma prática interdisciplinar exige, portanto, mudanças profundas na forma de conceber e organizar o trabalho escolar. A realidade complexa dos fenômenos deve ser contemplada na escola, não necessariamente como etapa final, mas em qualquer ponto do processo de aprendizagem. Esse tratamento está diretamente relacionado à imagem de rede como representação do conhecimento.

A concepção de conhecimento como rede é em grande parte inspirada nas tecnologias informacionais. A metáfora da rede permite entender que os conhecimentos estão interligados, ampliando as possibilidades de integração

oferecidas pelo encadeamento linear. A rede seria uma *teia de significados* e um significado seria construído no estabelecimento de conexões entre diversos temas. Dentro desta metáfora, “*conhecer é tecer significações*” (MACHADO, 2006).

Segundo MACHADO (2006), algumas características da rede de computadores fornecem analogias para o entendimento da interdisciplinaridade; são elas: *acentrismo*, *heterogeneidade* e *metamorfose*.

O *acentrismo* refere-se às inúmeras possibilidades de circulação de informações nas redes, sem a necessidade de um ponto definido de partida e de um sentido pré-determinado de irradiação. Não existe um ponto central. No processo de ensino e aprendizagem, isso significa que os pontos da imensa rede de conhecimento constituem potenciais centros de interesse para o trabalho em sala de aula e esses centros são determinados a partir dos contextos dos alunos e da orientação do professor.

Cada ponto da rede envolve diferentes disciplinas escolares, como um “nó” ou “feixe” multidisciplinar, apresentando um caráter naturalmente complexo. Esse caráter está relacionado à *heterogeneidade* de uma rede.

A defesa da interdisciplinaridade surge em uma época marcada pelo intenso intercâmbio de informações, como parte do fenômeno econômico de globalização. De forma muito simplificada, podemos dizer que quando as informações são articuladas entre si e recebem significação, podem vir a fazer parte da rede de conhecimento. O permanente estado de atualização do conhecimento é a segunda característica da rede mencionada: a *metamorfose*¹².

Admitindo a organização do conhecimento como rede verifica-se que não existe um ponto de partida obrigatório ou óbvio. Assim, para se localizar na rede é preciso definir uma “carta de navegação”, estabelecendo um ponto de partida e uma rota (ou várias) a seguir. O elenco de disciplinas pode desempenhar

¹² Vale mencionar que a metamorfose da rede do conhecimento não se associa à idéia de efemeridade. É preciso atentar para a diferença entre informação e conhecimento. Na avalanche de dados e informações veiculada diariamente pelos meios de comunicação, a maior parte deles certamente é efêmera.

essa função de mapeamento, selecionando na rede aqueles conhecimentos tradicionalmente transmitidos na escola (MACHADO, 2006). Em menor escala, cada professor também define uma rota em seu planejamento inicial, fazendo os ajustes necessários ao longo do percurso. O destino dessa viagem seria a compreensão das relações e a descoberta de que cada “nó” representa na verdade uma outra teia, e assim por diante, à medida que se aprofunda no estudo de um tema e se desenvolvem as relações interdisciplinares. Dessa maneira *“as metas que se busca atingir não são alvos estáveis, mas sim horizontes, direções a serem seguidas”* (MOREIRA, 1999, p.25).

- **Obstáculos à prática interdisciplinar na escola: o descompasso entre propostas curriculares oficiais e a realidade da sala de aula**

A reforma no ensino baseada na interdisciplinaridade se tornou um verdadeiro *“ovo de Colombo da crise educacional”* (CONFORTI, 2003, p. 15), tal a veemência com que profissionais da educação a defendem.

MOREIRA (2000), em um artigo que aborda as reformas curriculares alternativas à proposta federal em alguns estados e municípios brasileiros nas décadas de 1980 e 1990, aponta como aspecto positivo do discurso adotado nessas reformas a valorização dos conteúdos disciplinares; em momentos anteriores, a ênfase do trabalho escolar estava nos métodos e técnicas de aprendizagem. Outro esforço evidente nas reformulações propostas em São Paulo e Rio de Janeiro foi o de contemplar os princípios da educação popular, com forte influência da obra de Paulo Freire. A interdisciplinaridade aparecia principalmente na idéia do trabalho organizado por temas geradores. O discurso das reformas defendia que os enfoques dentro de cada disciplina escolar deveriam favorecer os interesses e os conhecimentos prévios dos alunos das classes populares¹³.

¹³ Esse discurso foi traduzido, em certos casos, como uma prática de supervalorização de conhecimentos do senso comum em detrimento de conteúdos tradicionalmente sistematizados. De acordo com Ivani Fazenda, *“o senso comum, tomado em si mesmo, é conservador e pode engendrar prepotências ainda maiores que o conhecimento científico”* (citada por CONFORTI, 2003, p. 38-39).

Nos anos 1990, os textos das reformas curriculares passaram a abordar temas como a transversalidade, a concepção de conhecimento como rede e o multiculturalismo, ficando mais evidente o papel da interdisciplinaridade no quadro teórico que norteava tais propostas pedagógicas.

O discurso das reformas curriculares não foi, no entanto, concretizado na prática dos professores. Diversos fatores contribuíram para esse resultado, conforme MOREIRA (2000) aponta e discute em seu trabalho. Em relação à organização interna das disciplinas escolares, observou-se que:

“O flagrante descompasso entre os objetivos enunciados [*pelas reformas curriculares*] e o que é proposto para alcançá-los [*nos guias dirigidos aos professores*] talvez se deva ao fato de que a revisão dos conteúdos curriculares (...) dependa, em grande medida, nesse desenho de currículo, do nível de elaboração dessas questões no âmbito das respectivas áreas de conhecimento.” (Barreto, 1995, citado por MOREIRA, 2000, p. 117).

Dessa maneira, a posição dos especialistas (biólogos, geógrafos, historiadores etc.) afetava de forma intensa o enfoque dado aos conteúdos, geralmente privilegiando a quantidade de informações e não o caráter político de integração das camadas populares na escola. Tais especialistas estavam envolvidos na elaboração dos guias curriculares e atuavam em centros de formação de professores. As experiências de ensino por temas geradores ou propostas transversais passaram a ser isoladas e/ou passageiras:

“Em outras palavras, o que se sugere é que o discurso elaborado no Brasil, nos anos 90, por seu caráter complexo e abstrato e pela escassez de proposições que oferece para os profissionais da educação, não chegou ainda a nortear novas práticas e reformas” (MOREIRA, 2000, p. 118).

Apesar de Moreira referir-se às propostas curriculares dos municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre nos anos 1980 e 1990, acreditamos que a citação acima pode ser aplicada ao descompasso observado entre

discurso e prática após a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1998) – no final da década de 1990.

Os PCNs sugerem a introdução de práticas interdisciplinares na escola envolvendo professores de todas as áreas ao definir os temas transversais. Os PCNs de Ciências Naturais para o terceiro e o quarto ciclos do ensino fundamental (5ª a 8ª séries) defendem uma abordagem integrada das diversas ciências agrupadas sob uma única disciplina neste nível escolar:

“Em relação aos conteúdos conceituais, particularmente de quinta a oitava séries, persiste uma tendência que os aborda de modo estanque nas disciplinas científicas (...).

Buscando superar a abordagem fragmentada das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo interrelacionado [sic], buscando-se a interdisciplinaridade possível dentro da área de Ciências Naturais.” (BRASIL, 1998, p. 27).

Mesmo contemplando princípios teóricos avançados e distanciados das propostas curriculares dos anos da ditadura (1964 – 1984), AUGUSTO & CALDEIRA (2007) ponderam que os PCNs ainda são rejeitados nas escolas porque os professores não reconhecem, na realidade das escolas onde trabalham e nos seus cursos de formação, os princípios apregoados e a possibilidade de implantação de propostas interdisciplinares. O Ministério da Educação também rejeita tacitamente o incentivo à prática interdisciplinar dos PCN no âmbito das avaliações realizadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para a área de Ciências Naturais, como será discutido mais adiante.

AUGUSTO & CALDEIRA (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de identificar as dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares na área de Ciências dos ensinos fundamental e médio, a partir das respostas de professores da rede pública a um questionário. As questões foram organizadas

em três categorias: as dificuldades em relação aos alunos, aos conteúdos científicos e aos próprios professores.

As pesquisadoras citadas identificaram como dificuldade recorrente a falta de integração entre docentes de diferentes áreas de ensino, o que dificulta a realização de um trabalho em equipe. Desde a etapa de planejamento, o trabalho de cada professor é individual. Além disso, os professores responsáveis por uma determinada disciplina raramente conhecem os conteúdos trabalhados em outras áreas. Conforme enfatizado, esse conhecimento é necessário ao planejamento de um trabalho interdisciplinar. A ausência de uma cultura geral ampla, que viabilizaria o planejamento de um trabalho interdisciplinar, é conseqüência da formação muito específica do professor nos cursos de licenciatura, entre outros fatores.¹⁴

Segundo as pesquisadoras, a figura ausente do coordenador pedagógico, geralmente deslocado para funções administrativas, também entra na lista dos empecilhos ao estabelecimento de uma prática interdisciplinar em muitas escolas. Mesmo quando há coordenação pedagógica, pode ocorrer falta de preparo para a organização de ações interdisciplinares, então substituídas pela imposição de temas geradores a serem seguidos por todos os professores.

Dentre as dificuldades em relação aos alunos, os professores entrevistados na pesquisa citada afirmaram que os estudantes na maioria das vezes não conhecem conteúdos que seriam pré-requisitos à aprendizagem de temas mais complexos. A afirmação vem confirmar o que indica MACHADO (2006) a respeito da concepção de encadeamento linear do conhecimento, fortemente arraigada no ensino de Ciências Naturais. Os professores aparentemente resistem à noção de conhecimento como rede e do ensino

¹⁴ Em agosto de 2004, a revista Nova Escola publicou uma matéria com o tema da interdisciplinaridade na sala de aula (*"A força da equipe – Com a interdisciplinaridade, seus alunos aprendem mais e você não se sente tão só"* era a chamada na capa da revista), apresentando exemplos de projetos envolvendo professores de diferentes disciplinas e dicas sobre "como ensinar relacionando disciplinas". Entre os exemplos, está o de uma professora de Química que, sem poder contar com o apoio dos colegas, planejou e executou um conjunto de atividades envolvendo conteúdos de Artes, com o objetivo de estimular seus alunos (CAVALCANTE, 2004). A reportagem sinaliza a busca de muitos professores por orientação, materiais de apoio e condições propícias para o trabalho interdisciplinar.

guiado por centros de interesse, afirmando que alunos não costumam receber bem inovações pedagógicas (AUGUSTO & CALDEIRA, 2007).

Os professores que participaram da pesquisa citada afirmaram ainda não estar preparados para o trabalho interdisciplinar e ter “medo de sair do tradicional”, apontando como um dos motivos a impossibilidade de cumprir a programação dos conteúdos pré-estabelecidos. A resposta revela a concepção de que a prática interdisciplinar requer conteúdos além daqueles que tradicionalmente abordados na escola, o que sobrecarregaria as poucas aulas de ciências. Quando se avaliam as condições de formação e de trabalho dos professores e quando se considera um quadro teórico que privilegia a interdisciplinaridade, parece impossível implantar em um sistema escolar uma proposta que transcenda as limitações disciplinares. O que fazer?

Segundo MACHADO (2006), a concepção de conhecimento como rede não subestima o papel das disciplinas escolares, que são importantes na função de “mapeamento” da rede de significações.

MOREIRA (2000) afirma que na escola básica a organização em disciplinas¹⁵ pode ser considerada benéfica, por facilitar a sistematização de conceitos. Não se trata, portanto, de abolir as disciplinas escolares em nome da interdisciplinaridade.

É preciso considerar também que o terreno não é igualmente fértil para a interdisciplinaridade em todas as áreas. MOREIRA (2000) considera que algumas áreas são naturalmente mais adequadas a um sistema de ensino baseado na interdisciplinaridade, como Educação ou Arquitetura, que correspondem a aplicações de diferentes áreas do conhecimento; o mesmo pode não acontecer com as ciências “puras”, como a Física, com seus fundamentos *“mais facilmente ensinados e aprendidos em sala de aula em conformidade com os parâmetros tradicionais de organização”* (MOREIRA, 2000, p. 128). No âmbito do

¹⁵ Os extremos da vida escolar – a pré-escola e a pós-graduação – parecem prescindir da estrutura disciplinar. No caso da pós-graduação, o aluno geralmente detém conhecimentos especializados e é capaz de interagir com áreas diversas na busca de uma meta complexa (MOREIRA, 2000). Se o estudante não domina a linguagem e os procedimentos específicos das áreas que pretende integrar, um projeto interdisciplinar terá um desfecho inevitavelmente superficial e sem rigor conceitual (CONFORTI, 2003).

ensino de ciências na escola básica, acreditamos que essas considerações podem ser pertinentes em relação aos temas e conceitos tradicionalmente estudados: alguns temas são mais fecundos para um trabalho interdisciplinar do que outros.

Para superar o receio ou insegurança quanto à abordagem interdisciplinar os professores poderiam iniciar pela identificação dos temas mais propícios no momento do planejamento e serem lembrados de que a interdisciplinaridade é um objetivo a ser permanentemente buscado, nunca completamente alcançado. A cada nova experiência, as possibilidades e limitações do trabalho devem ser avaliadas (AUGUSTO & CALDEIRA, 2007; WEIGERT *et al.*, 2002B). Na realidade escolar, a interdisciplinaridade pode ser traduzida como uma permanente tensão entre as disciplinas, explorando-se ao máximo as possibilidades de trocas de experiências e vivências, mas sem a pretensão de fundir ou descaracterizar disciplinas (MOREIRA, 2000).

- **Além da interdisciplinaridade: transdisciplinaridade e globalização**

Para o físico e filósofo Ernst Mach (citado por VANNUCCHI, 1996), os principais objetivos da educação seriam: desenvolver a compreensão, fortalecer a razão e promover a imaginação. Tais propósitos encontram-se comprometidos nos currículos atuais, que privilegiam a transmissão de conteúdos “objetivos” sem a preocupação de mostrar como o conhecimento científico é construído, suas relações com um contexto histórico e cultural e suas relações com outros saberes (míticos, simbólicos, artísticos). Neste sentido, a *inter* e a *transdisciplinaridade* podem indicar caminhos na busca pelos objetivos propostos por Ernst Mach. O ensino para a compreensão abarca o desenvolvimento da razão e da imaginação de forma articulada e essa articulação é uma das bases da educação transdisciplinar.

A noção de interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com a de transdisciplinaridade. Conforme definido anteriormente, a interdisciplinaridade busca o enriquecimento das relações entre as disciplinas, compondo assim um objeto comum de análise. A transdisciplinaridade propõe a criação de um novo

objeto, pela ampliação nos objetos e objetivos de estudo, buscando compensar a fragmentação do saber em um nível mais profundo. O prefixo *trans* indica o que está *entre* e simultaneamente *através* e *além* das disciplinas estabelecidas.

A transdisciplinaridade constitui um dos pólos de um eixo que apresenta no outro extremo a intradisciplinaridade, ou seja, a fragmentação de uma disciplina em sub-áreas cada vez mais específicas. De acordo com MACHADO (2006), o eixo *intra* / *transdisciplinaridade* caracteriza-se pela verticalidade das relações, uma vez que a construção de objetos de estudo transdisciplinar ocorre em um movimento ascendente, de crescente generalização. Podemos assim complementar o esquema anteriormente apresentado:

Fig. 2 - Esquema elaborado pelo Dr. Nilson José Machado (Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo), em aula da disciplina “Tópicos de Epistemologia” ministrada em 2006, com base nas considerações de MACHADO (2006): no eixo *multi* / *interdisciplinaridade*, as unidades disciplinares são mantidas, no que se refere aos métodos e objetos; as relações entre as disciplinas se estabelecem em um plano horizontal. O eixo da *intra* /

transdisciplinaridade seria vertical, considerando o movimento ascendente que vai da especialização (*intra*) à generalização (*trans*).

O enfoque *trans* vai além do *interdisciplinar* na medida em que prioriza a construção de relações entre os campos do conhecimento por meio do questionamento, do estabelecimento de problemas reais e complexos como ponto de partida e da busca pelos aspectos culturais que estão por trás da forma como os conhecimentos são apresentados. Essas prerrogativas não estão necessariamente presentes na *interdisciplinaridade*.

A *transdisciplinaridade* não representa um método de pesquisa ou de ensino, mas sugere uma forma de agregar valores ao conhecimento, defendendo a abertura e o diálogo entre campos diversos com o objetivo de compreender os pontos mais profundos de convergência. Nesse sentido, é possível afirmar que os estudos de Gregory Bateson, mencionados anteriormente, apresentam caráter *transdisciplinar*.

No caminho proposto pela *transdisciplinaridade*, é fundamental enxergar, ouvir e conhecer as pessoas envolvidas; não há sentido em promover o estudo de um tema como um fim em si mesmo (MACHADO, 2006). As experiências pessoais, inseridas no seu contexto histórico e cultural, influenciam a forma como a realidade é interpretada e como os conhecimentos são construídos por cada indivíduo.

Uma visão *transdisciplinar* de ensino pressupõe que o foco do ensino seja deslocado dos conteúdos disciplinares para os projetos das pessoas – o que não deve ser entendido como uma busca pela mera satisfação de interesses pessoais¹⁶, numa “*superestimação do individualismo*” (MACHADO, 2006, p. 137). A idéia de projeto está, neste contexto, relacionada ao

¹⁶ O enfoque *transdisciplinar* considera a abordagem de problemas reais na escola, próximos às preocupações e idéias dos alunos, o que não quer dizer que se deve partir dos seus “interesses”, no sentido dado pelo discurso “construtivista” de abordar apenas aquilo que o aluno quer saber. Esse discurso e essa prática limitam o horizonte dos alunos, que ficam sem acesso a conhecimentos que poderiam lhes interessar. Os problemas abordados no trabalho escolar podem não apenas surgir no contexto da aula, mas também serem apresentados pelo professor, que possui autoridade para isso (HERNÁNDEZ, 1998).

planejamento de trajetórias individuais ou coletivas levando em conta sonhos, esperanças e valores de uma pessoa ou grupo. O vínculo entre sujeito e objeto se torna evidente, na motivação e no prazer de ensinar/aprender. Para os professores, um lembrete:

"Ensinar não é unicamente uma função, uma profissão como qualquer outra, onde se pode distribuir pedaços de saber: pedaços de Geografia, de História, de Química. Enfim, Platão disse muito bem: 'Para ensinar necessita-se de Eros', que significa amor, prazer, amor pelo conhecimento, amor pelas pessoas. Se não há isso no ensino, na investigação, no conhecimento, nenhum resultado é interessante." (MORIN, 2004, p. 59).

O conceito de transdisciplinaridade desenvolvido por Edgar Morin despontou na década de 1970. Naquela década aconteceram grandes colóquios internacionais que originaram reflexões e orientações para o período pós-guerra, em que se desejava dificultar ou impedir o aparecimento do totalitarismo de ordem política, intelectual ou religiosa.

MORIN (2006) descreve o paradoxo do século XX: avanços em todas as áreas do conhecimento científico e das tecnologias ocorreram ao mesmo tempo em que os problemas globais, envolvendo meio ambiente, economia e organização social, agravaram-se. À medida que os problemas se tornaram transversais e globais, o conhecimento de partes isoladas se tornou insuficiente para a compreensão e a possibilidade de intervenção nessas realidades complexas.

Na ausência do pensamento complexo, a percepção do global enfraquece. Esse enfraquecimento não apenas limita as possibilidades de construção de conhecimento: surge a sensação de que não temos *responsabilidade* pela realidade que nos cerca, assim como enfraquece a solidariedade, pois os vínculos de uma pessoa com seus concidadãos não são claramente percebidos (MORIN, 2006, p. 40).

Na obra *Os sete saberes necessários à educação do futuro* (2006), o pensador francês alerta: "*Para articular e organizar os conhecimentos e assim*

reconhecer e conhecer os problemas do mundo é necessária a reforma do pensamento” (MORIN, 2006., p. 35).

A “reforma do pensamento” propõe a substituição do encadeamento linear proposto por Descartes pela concepção de *complexidade*¹⁷. Assim como a noção de interdisciplinaridade está diretamente relacionada à concepção de conhecimento como rede, a transdisciplinaridade deriva da noção de complexidade.

De acordo com MORIN (2006), *complexus* significa aquilo que foi tecido junto e, portanto, apresenta partes interdependentes, que não podem ser entendidas de forma separada. Não se trata de abandonar o conhecimento das partes, mas “*é preciso recompor o todo para conhecer as partes*” (MORIN, 2006, p. 37).

Baseando-se em sistemas complexos como a sociedade, o corpo humano e a célula, MORIN definiu a analogia do holograma para explicar a complexidade. Em um holograma, cada ponto contém praticamente toda a informação da imagem; se o holograma de uma locomotiva for cortado ao meio, não vamos obter duas metades de locomotiva, mas duas locomotivas inteiras. De modo análogo, cada célula contém a totalidade da informação do organismo do qual ela faz parte. Não apenas a parte está contida no todo, mas o todo está no interior das partes.

Para abordar o tratamento da complexidade na tarefa de ensinar, o esquema a seguir propõe uma analogia com a composição de uma imagem, no caso uma fotografia e suas partes menores (*pixel*):

¹⁷ O conceito de complexidade tem uma origem interdisciplinar, com influência das áreas de informação e cibernética, filosofia e outras. Serão destacados apenas alguns pressupostos que julgo importantes para o momento, o que pode levar a uma idéia muito limitada e vaga do conceito. Recomenda-se a leitura das obras de Edgar Morin citadas como ponto de partida para o aprofundamento no tema.

Fig. 3 – Uma analogia para representar os caminhos da construção de conhecimentos: devemos partir sempre do ponto (*pixel*) para chegar à imagem total ou podemos partir da imagem para a análise dos pontos? Edgar Morin propõe que a compreensão surge quando se admite o caminho duplo e reversível que articula as partes e o todo. Essa é uma das bases do conceito de complexidade. (Crédito da fotografia de paisagem com flores: Endrigo. Disponível em <www.baixaki.ig.com.br>, acesso em 24/03/2008)

A complexidade dos sistemas naturais ou sociais tal como formulada por Morin é uma das bases do conceito de *globalização* proposto por Fernando Hernández. O conceito de globalização defendido por ele equivale à noção de transdisciplinaridade de Morin, mas merece destaque por seus objetivos estarem delimitados a um campo de aplicação específico, o da educação escolar.

O termo globalização deve ser entendido no contexto proposto por Hernández e não ser confundido com o fenômeno pós-moderno de homogeneização das opções políticas e econômicas em escala mundial e de intercâmbio de informações mediado por agências de comunicação com alcance planetário. HERNÁNDEZ (1998) denomina globalização como a forma de conhecimento do mundo que vai além das disciplinas escolares, visando a compreensão de problemas complexos (no sentido de complexidade definido por Morin) e explorando relações entre os objetos de estudo em diferentes campos de conhecimento.

A atitude globalizadora está vinculada à constatação de Morin de que existem conceitos similares entre as disciplinas e afirma a necessidade de unir as interpretações do mundo oferecidas pelas matérias escolares ou pelos temas que organizam o currículo¹⁸.

Hernández explica os motivos do uso da palavra “transgressão” no livro *Transgressão e mudança na educação* (1998), dentre os quais vale destacar a transgressão de uma visão do currículo escolar centrada nas disciplinas, entendidas como compartimentos fechados, na grade horária fragmentada e nos “arquipélagos de docentes” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 13).

A visão “transgressora” apóia-se em estudos da história dos currículos, que revelam como a escolha do que deve ou não ser ensinado na escola sempre esteve relacionada a circunstâncias históricas e culturais, e não ao caráter fundamental ou essencial dos conteúdos escolares (MOREIRA, 2000; HERNÁNDEZ, 1998).

Os conteúdos são tradicionalmente apresentados como conhecimentos objetivos, que não admitem questionamentos. Esse tratamento leva a uma visão unilateral que impõe um único ponto de vista como interpretação possível de um fenômeno. Nesse contexto surgem as vozes de Morin e Hernández, lembrando que na construção do conhecimento objetivo há, também, a projeção dos sujeitos, com suas estruturas mentais e seu contexto cultural. Ao excluir a dimensão subjetiva, ignora-se que as teorias científicas não constituem um espelho ou fotografia da realidade.

Face às dúvidas quanto à objetividade do conhecimento científico, HERNÁNDEZ (1998) propõe o “ensino para a compreensão”, por meio da indagação crítica. Nesse ensino podem ser contempladas diferentes interpretações da realidade, as origens dos fatos e fenômenos estudados na

¹⁸ HERNÁNDEZ (1998) defende que a necessidade das disciplinas para organização do currículo é questionável e não constitui a única possibilidade de trabalho escolar. Ele propõe a organização por temas ou “projetos de trabalho”, que partem de idéias-chave e apresentam os conceitos de diversos campos disciplinares de forma integrada. Sua principal intenção não é a de propor uma nova rotina, que logo perderia seu caráter alternativo e adquiriria os mesmos problemas dos currículos atuais em termos de paralisar ou inibir inovações no ensino; o debate sobre os currículos é “sobretudo para exorcizar o medo e a atitude defensiva de sair do senso comum” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 43).

escola e a compreensão de como essas visões influem na cultura e na vida das pessoas.

A proposta de construção de novos objetos de estudo, em uma visão transdisciplinar ou globalizadora, traz o desafio da inclusão das “ciências do imaginário e das crenças”, termo utilizado por MORIN (2005), que se inclui *“dentre aqueles que pensam que as realidades imaginárias são extremamente importantes para conhecer o ser humano”* (p. 35). O autor considera que em todas as sociedades a racionalidade está presente, mesmo nas atividades mais primitivas, como a elaboração de ferramentas, o conhecimento e uso das plantas e dos animais; em todas as sociedades a racionalidade convive com mitos, religião, superstições. É equivocado julgar uma cultura apenas por seu desempenho tecnológico e, por outro lado, as civilizações ocidentais, que se julgam estandartes da racionalidade, também estão impregnadas de manifestações míticas e religiosas. Segundo MORIN (2006), a própria crença na superioridade da razão pode ser classificada como uma espécie de religião.

O que fazer com um conjunto de pressupostos que parece tão distante do cotidiano de professores e alunos? HERNÁNDEZ (1998) apresenta como proposta pedagógica vinculada à transdisciplinaridade / globalização os “projetos de trabalho”, que trazem alguma semelhança com os temas geradores de Paulo Freire pela confluência de campos disciplinares em torno de um objeto de estudo. A proposta de Hernández vai além, no sentido de que a colaboração entre as disciplinas é considerada fundamental à estruturação de um “projeto de trabalho”.

Os princípios aqui apresentados podem ser utilizados para repensar estratégias e ferramentas de ensino, por incentivarem a abordagem do global, do complexo, pelo estabelecimento de relações entre conhecimentos de naturezas distintas. Essas relações podem ser estabelecidas nos mais diversos níveis, desde as mais óbvias até aquelas que exigem do sujeito a re-elaboração de seus conceitos, abordando inclusive a questão dos valores – é esse nível mais complexo de construir relações que a educação transdisciplinar ou globalizadora propõe.

A transdisciplinaridade traz em sua proposta o lugar da sensibilidade e do imaginário na construção do conhecimento, contribuindo para uma aproximação de fronteiras do saber, como o artístico, o popular e o científico.

IV - 2 - Conhecimento científico e conhecimento popular na forma de folclore – rupturas e aproximações

O conhecimento permanece como uma aventura para a qual a educação deve fornecer o apoio indispensável.

Edgar Morin

O *Relatório Mundial para a Educação do século XXI* produzido pela UNESCO em 1996 assinala as tensões que a escola deve superar: “*entre o global e o local, o espiritual e o material, o universal e o particular, a tradição e a modernidade, o longo e o curto prazo, o desenvolvimento dos conhecimentos e de sua capacidade de assimilação, a necessidade de compartilhar*” e outras (citado por HERNÁNDEZ, 1998, p. 48).

Os princípios da transdisciplinaridade, abordados no item anterior, podem contribuir para a superação das tensões mencionadas, ao resgatar o lugar da sensibilidade, do imaginário, da tradição e dos valores na escola.

O folclore pode se tornar um meio interessante de promover esse resgate na escola pela abordagem de valores, crenças e saberes na forma de lendas, mitos, canções e quadrinhas populares, entre muitas outras manifestações. O processo de incorporar o folclore à sala de aula pode motivar o estudo e despertar nos alunos sentimentos como o respeito pelas tradições de seu próprio grupo e de grupos diferentes. Além disso, os alunos podem integrar suas próprias vivências e histórias, em uma participação mais ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Algumas tentativas de incorporar o folclore à educação escolar têm sido feitas, principalmente por meio de atividades dirigidas aos primeiros anos do ensino fundamental (DELLA MONICA, 1989).

Uma abertura para o folclore poderia ocorrer nas aulas de Ciências, pela ligação com conhecimentos científicos abordados no estudo dos grupos animais, como indicam algumas obras que, destinadas ao público em geral,

procuram estabelecer a ponte entre Zoologia e saberes populares (VIZOTTO, 2003; LENKO & PAPAVERO, 1996; SANTOS, 1994; CARRERA, 1991). A abordagem do Folclore na sala de aula é um caminho possível na motivação para estudar, mas ainda acontece de maneira superficial e pouco explorada no currículo escolar, especialmente nas aulas de Ciências.

Serão abordados alguns tópicos que permitem compreender tal situação, bem como apontar caminhos para a abertura das aulas de Ciências para os saberes populares na forma de folclore, em uma estratégia didática capaz de favorecer a aprendizagem de conceitos científicos.

- **Cultura popular e Folclore**

Enfocando o par “tradição e modernidade”, apontado pela UNESCO como uma das tensões a serem enfrentadas pela escola, torna-se necessário definir o que entendemos por tradição.

A tradição pode ser considerada como o fio que permite transpor a lacuna entre o passado e o futuro. A definição foi extraída do contexto analisado por HANNAH ARENDT em *Entre o passado e o futuro* (2000), onde afirma:

“Antes dos romanos, desconhecia-se algo que fosse comparável à tradição; com eles [os *romanos*] ela veio, e após eles permaneceu o fio condutor através do passado e a cadeia à qual cada nova geração, intencionalmente ou não, ligava-se em sua compreensão do mundo e em sua própria experiência.” (ARENDT, 2000, p. 53).

A tradição abarca, assim, todos os aspectos de cultura transmitidos de geração para geração, de civilização para civilização; é nesse sentido que a palavra será aqui utilizada e não como sinônimo de algo ultrapassado ou imutável.

A cultura compreende conhecimentos, crenças, arte, moral, costumes e outras expressões do sentir, do agir e do pensar, considerando o ser humano

inserido em uma sociedade (LIMA, 2003). Todas as sociedades apresentam culturas, que dependem da comunicação desses saberes e do seu aprendizado para sua existência.

FRADE (1997) faz uma distinção entre cultura erudita, cultura de massa e cultura popular, com base na forma de produção e de transmissão.

A cultura erudita, que inclui as Ciências, é transmitida por sistemas especializados – ou “organizações intelectuais”, termo usado por LIMA (2003) – como escolas e igrejas, e sua permanência é garantida principalmente por meio do registro escrito ou gráfico.

A cultura de massa decorre, segundo FRADE (1997), do desenvolvimento industrial e sua transmissão se baseia nos meios de comunicação. Consiste em uma verdadeira “indústria do lazer”, apresentando a promoção do consumo e consequentemente o lucro como finalidade. Leitores, telespectadores, platéias e ouvintes experimentam a sensação de pertencer a uma comunidade que, no entanto, é ilusória. A participação em uma comunidade pressupõe a criação de um espaço de comunicação estabelecido mediante a troca de experiências; nos sistemas da cultura de massa existe um grupo que predetermina, cria e controla a função comunicativa.

A cultura popular é adquirida no convívio entre pessoas, pela experiência de vida e pela imitação. Suas formas de transmissão estão, portanto, à margem dos sistemas formais de ensino. Os elementos da cultura popular geralmente não exercem influências para além das fronteiras do grupo que os legitima; o domínio público dos elementos minimiza autorias (FRADE, 1997).

Nas sociedades letradas, verificam-se dois aspectos inexistentes nos povos que não apresentam linguagem escrita: o intercâmbio de influências entre os três níveis de cultura – popular, de massa e erudita – e a existência, dentro da cultura popular, do folclore. Segundo FRADE (1997) há um dito recorrente entre os folcloristas brasileiros: *“Tudo que é folclore, é popular; porém, nem tudo que é popular, é folclore”* (p. 17).

O termo folclore deriva do inglês *folk-lore* e foi criado pelo arqueólogo inglês William John Thoms (1803 – 1885), divulgado pela primeira vez em 1846 pela publicação londrina *The Atheneum* em carta escrita por Thoms sob o pseudônimo Ambrose Merton. Ele sugeriu a designação *folk-lore* ao que ele definiu como “o saber tradicional do povo”, em substituição aos termos pouco precisos usados até então, como “antiguidades populares”, “literatura popular” ou ainda “antiguidades literárias” (FRADE, 1997; DELLA MONICA, 1989). Os estudos e investigações do tema que Thoms chamou de folclore são, no entanto, anteriores ao aparecimento do termo (LIMA, 2003).

Desde então, o folclore passou a se configurar como uma área de pesquisa. Estudiosos de diversos países procuraram definir quais seriam os objetos e métodos de análise, principalmente devido às difusas fronteiras com outras áreas de pesquisa como Etnologia, Psicologia, Sociologia, História, Arte e Antropologia. Este não é um debate concluído (LIMA, 2003; FRADE, 1997). No Brasil, as pesquisas em folclore sofreram inicialmente forte influência da corrente psicanalítica, que buscava, além do registro de manifestações folclóricas, a interpretação das dimensões simbólicas à luz das proposições de Freud e Jung (FRADE, 1997).

Em 1951, foi redigida a *Carta Magna do Folclore Brasileiro*, por ocasião do primeiro congresso com este tema realizado no país. Em tal documento define-se folclore como o estudo dos “*atos da cultura material e espiritual, criados ou adaptados pelos meios populares dos países civilizados, que, podendo ou não apresentar as características anônimo e tradicional, são essencialmente de aceitação coletiva.*” (citado por LIMA, 2003, p. 13).

A expressão “*cultura material e espiritual*” refere-se a duas grandes categorias de manifestações folclóricas – objetos e artefatos, como instrumentos musicais e pratos típicos, são classificados como elementos da cultura material, enquanto usos e costumes, festas e danças, lendas e mitos, fazem parte da cultura espiritual ou não-material. De acordo com LIMA (2003), destaca-se na conceituação acima a definição de que o folclore está presente na cultura popular da sociedade letrada – “*dos países civilizados*”, como diz o documento –, criando-se assim uma distinção com a Etnografia, que se ocupa

do registro de manifestações culturais de povos que não possuem linguagem escrita, chamados de “povos primitivos”. Essa distinção não é, no entanto, consensual e segundo LIMA (2003) o termo etnografia é utilizado por alguns autores como sinônimo de pesquisa em folclore.

Outro conceito importante definido na *Carta do Folclore Brasileiro* foi o de fato folclórico: “*os fatos folclóricos são as maneiras de pensar, sentir e agir de um povo, preservadas pela tradição popular e pela imitação, sem influências de círculos eruditos*” (citado por DELLA MONICA, 1989, p. 22).

Para melhor entendimento de fato folclórico, destacam-se algumas de suas características: a espontaneidade, a atualidade, a forma de transmissão e a sua presença em todas as manifestações da vida do povo, que comentaremos brevemente com base nas considerações de LIMA (2003).

Os fatos folclóricos surgem como expressão da experiência de vida de um povo e se contrapõem à moda, à arte e à ciência, ainda que alguns fatos folclóricos tenham origem nesses campos. Eles apresentam surgimento espontâneo, o que não significa que sejam anônimos. Em muitos casos é possível identificar a pessoa ou grupo que criou um fato folclórico; os nomes de muitos, porém ficaram perdidos ou esquecidos na medida em que a comunidade absorve e transforma as produções. Segundo FRADE (1997) a investigação a respeito da origem de fatos folclóricos é uma das áreas de pesquisa mais instigantes no campo do folclore.

Os fatos folclóricos são sempre atuais, pois estão constantemente sofrendo interferências e transformações. Uma lenda narrada por pessoas diferentes, em ocasiões ou lugares diferentes pode adquirir novos contornos. O caráter dinâmico não reduz a autenticidade do fato folclórico se a aceitação permanecer espontânea e se forem mantidas suas funções para o povo. A concepção de folclore como vestígio cristalizado de um passado remoto e primitivo é, de acordo com os especialistas, fruto de uma visão equivocada e preconceituosa, que será tema de uma breve discussão mais adiante neste capítulo.

Uma das forças que garantem o caráter dinâmico dos fatos folclóricos é o fenômeno de aculturação ou transculturação. Esses dois termos referem-se ao resultado do contato entre indivíduos ou grupos de folclores diferentes, estabelecendo-se a troca e o surgimento de novos elementos em cada um deles. A transculturação é evidente nas marcas européias, indígenas e africanas no folclore brasileiro. “*Tradição que sempre se renova e novidade que sempre se preserva*” é uma boa caracterização do folclore fornecida por CARLOS BRANDÃO (citado por FRADE, 1997, p. 34).

O folclore é adquirido e divulgado no dia-a-dia, na prática da vida social. Torna-se possível afirmar que todas as pessoas estão inseridas em um ou mais grupos folclóricos, como os formados por sua própria família ou pelas pessoas da região onde mora. Segundo DELLA MONICA (1989):

“O fato folclórico existe em todos os níveis sociais; aculturado ou aculturando-se é a representação máxima da maneira de sentir, pensar e agir da gente. Vamos encontrá-lo na Praça da Sé, com os vendedores de bilhetes de loteria, nas portas de circos, com os pipoqueiros e fazedores de algodão-doce; com os periquiteiros que solicitam à sua avezinha a sorte melhor para aquela titia solteirona ou àquele que deseja bons negócios. (...) O fato folclórico está na boca do repentista, na fala da Bernúncia do Boi-de-Mamão de Santa Catarina, na poesia dos cantores e dançadores de catira, do carimbó ou São Gonçalo. Está na ciranda que a criançada ainda, e graças a Deus, cria a cada instante na calçada de seu bairro. No pregão do vendedor de laranja oferecendo o gomo suculento. Na nota de cem cruzeiros, dobradinha na sua carteira (...)” (p. 25).

A partir dessas considerações, pode-se afirmar que, no contexto da sala de aula, todo e qualquer aluno pode reconhecer e trazer uma contribuição em termos de folclore, sentindo-se mais valorizado no processo de ensino e aprendizagem. PAVONI (1989) confirma tal afirmação ao relatar uma experiência de ensino com alunos da 5ª. série de uma *escola de periferia* [sic] que apresentavam dificuldades de aprendizagem e afirmavam, ao início das atividades, nunca ter lido livro algum. Para surpresa da pesquisadora/professora, as crianças tampouco conheciam os contos de fadas

mais famosos. Quando ela lhes contou uma história do folclore brasileiro, a reação foi diferente: os alunos já tinham ouvido falar da sereia e do saci.

Abordaremos a seguir algumas propostas e experiências de utilização do folclore na escola, seja como estratégia didática ou como forma de valorização da cultura popular brasileira.

- **O aproveitamento do folclore na escola: possibilidades e resistências**

LIMA (2003) chama a utilização do folclore com objetivos escolares ou artísticos de *aproveitamento*. Segundo o autor, a escola pode e deve aproveitar o folclore em suas diferentes disciplinas, desde que alunos e professores saibam que se trata de aproveitamento e não das manifestações genuínas¹⁹. Ele considera que o trabalho mais interessante seria o de envolver os alunos na coleta e pesquisa de fatos folclóricos como provérbios, costumes, cantigas de roda e brincadeiras com os quais eles tenham contato em seu dia-a-dia na escola, na família ou na comunidade. Nos casos bem documentados, a pesquisa permite conhecer a evolução do fato folclórico, associá-lo a outras tradições, descobrir sua relação com fatos históricos. Muitos contos populares, por exemplo, possuem variantes anteriores à era cristã, registradas em antigos textos da Índia e da Grécia.

Sugestões nesse sentido estão agrupadas no livro *El Folklore en la Escuela*, de TURNER (1946). O autor sugere a confecção de um livro de contos que os alunos conheçam por terem ouvido de seus pais e avós, além de trabalhos com cantigas folclóricas.

¹⁹ O folclore está presente de forma espontânea e genuína na escola no repertório cultural dos alunos, conforme aponta GUIMARÃES (2002). O autor enfoca aspectos de folclore relacionados à linguagem (apelidos, piadas), às brincadeiras e aos costumes (como o de fazer cadernos de recordação ou “enquetes”), registrados recentemente em uma pesquisa de campo em escolas de São Paulo. O enfoque deste capítulo é diferente, pois pretende analisar o aproveitamento do folclore na abordagem dos conteúdos disciplinares, de forma intencional e integrada ao currículo, e é neste sentido que a expressão “folclore na escola” será utilizada.

DELLA MONICA (1989) destaca que, além da valorização do folclore pelos alunos, um objetivo educacional da utilização de temas folclóricos seria o de *“enfocar o conteúdo do programa escolar do ponto de vista sócio-cultural e artístico”* (p. 17). Em relação aos contos populares, lendas e mitos, a autora comenta ser interessante abordar as semelhanças entre lendas e histórias da mitologia de várias partes do mundo, que sugerem explicações diferentes para os mesmos fenômenos.

Para o filósofo Ernst Cassirer, o ser humano é, acima de tudo, um ser simbólico (FERREIRA, 2005). A erupção independente dos mesmos temas folclóricos em lugares geograficamente distantes e com desenvolvimento histórico distinto pode ser explicada por essa dimensão simbólica inerente ao ser humano (CARNEIRO, 1937). Conforme apontado anteriormente, a interpretação simbólica de fatos folclóricos é uma das possibilidades de investigação no campo do folclore. Não se tratando de aprofundar esta questão face aos propósitos deste trabalho, as considerações aqui apresentadas foram feitas por se considerar que o professor ou a escola que decide contemplar o folclore no currículo deve estar ciente da existência da dimensão simbólica, permitindo interpretações mais ricas de resultados obtidos em sala de aula. Assim, o folclore permite trabalhar outros aspectos além daqueles diretamente relacionados aos conceitos disciplinares ao despertar sentimentos e valores através dos símbolos, promovendo assim uma abertura ao transdisciplinar. Esse trabalho pode ser conduzido por professores de todas as áreas, em qualquer disciplina escolar.

PAVONI (1989) relata uma experiência educacional utilizando os contos tradicionais registrados pelos irmãos Grimm, as histórias das “Mil e uma noites”, da mitologia grega e do folclore brasileiro em estratégias didáticas para crianças que apresentavam dificuldades de aprendizagem, principalmente na área de comunicação e expressão (língua portuguesa). A pesquisadora observou que as histórias de fadas e os mitos atraíam a atenção das crianças, gerando interesse pela leitura e facilitando o processo de comunicar idéias por meio de desenhos e textos. No planejamento da estratégia didática, percebeu que os contos tradicionais apresentam muitos pontos em comum com os mitos gregos e resolveu aprofundar-se na dimensão simbólica de tais histórias, utilizando

como base os trabalhos de Jung sobre inconsciente coletivo e identificação de arquétipos nos mitos. Relacionando a abordagem junguiana dos mitos com os resultados obtidos na aprendizagem dos alunos, PAVONI concluiu que a utilização de contos tradicionais em sala de aula foi bem sucedida porque gerou o envolvimento profundo das crianças, que reconheceram nos personagens as mesmas qualidades, conflitos, inseguranças que elas experimentam em um nível inconsciente. A identificação é possível porque *“os contos e mitos descrevem simbolicamente a nossa história interna, o processo de individuação. A personagem principal somos nós e os demais são nossos arquétipos.”* (PAVONI, 1989, p. 17) ²⁰.

PAVONI (1989) apresenta em seu trabalho algumas orientações para professores que desejarem utilizar contos tradicionais e histórias da mitologia como estratégia de ensino: deve-se situar o texto, lido ou narrado, no contexto histórico-social do aluno, resolvendo possíveis problemas de entendimento e planejando um momento posterior em cada um possa expressar sua compreensão da história. Alguns alunos apresentam dificuldades nesta última etapa devido a um histórico pessoal em que faltaram incentivos à imaginação e motivação em aprender; por isso vale incentivar a expressão não apenas por meio de falas e textos, mas também de gestos, dramatizações e desenhos.

Apesar do incentivo e das orientações oferecidas por folcloristas e professores ao uso do folclore em estratégias didáticas, existem resistências no meio escolar em relação às manifestações da cultura espontânea. Na tentativa de promover a valorização do folclore brasileiro, decretos e leis foram publicados, todos com orientações para a divulgação do folclore nas escolas. Em 1965, foi instituído o “Dia do Folclore no Brasil”, a ser comemorado em 22 de agosto, data da publicação do texto de John Thoms que introduzia o termo *folk-lore*. No Estado de São Paulo, o mês de agosto foi instituído como o “Mês

²⁰ No caso das fábulas e das histórias de encantamento, a escolha dos animais não é inocente ou aleatória. Dependendo do contexto da história e do animal que aparece, o encantamento tem significado diferente (PAVONI, 1989). Dentro de uma abordagem junguiana, os animais são figuras simbólicas e essa dimensão inconsciente se manifesta nos enredos e na caracterização dos personagens, como será apresentado mais adiante em relação aos anfíbios.

do Folclore” em 1967 (DELLA MONICA, 1989) ²¹. Mais recentemente, o dia 31 de outubro foi instituído como o “Dia do Saci” no Estado de São Paulo por uma lei (Lei Estadual nº. 11.669, 2004) e em seguida a data foi incorporada ao calendário oficial de eventos da Prefeitura de São Paulo (Lei Municipal nº. 13.795, 2004) ²².

A instituição de datas comemorativas por meio de leis e decretos promoveu a aplicação de atividades isoladas no calendário escolar, geralmente voltadas para os primeiros anos do ensino fundamental. Em muitas escolas, trabalhar com elementos do folclore é sinônimo de dançar quadrilha na festa junina e colorir o desenho do saci na semana do dia 22 de agosto ou de 31 de outubro. Na maioria dos casos não há o aproveitamento de temas do folclore no currículo escolar²³, como parte da formação dos alunos e como plano de valorização do folclore brasileiro.

Essa constatação pode ser relacionada a dois fatores: a confusão entre folclore e elementos da cultura de massa e as raízes das dificuldades em relação à abordagem da cultura popular espontânea nas disciplinas escolares.

Em muitos casos, são apresentados como sendo manifestações do folclore elementos da cultura de massa – ou “*popularesca*”, termo preferido por Mário de Andrade (LIMA, 2003). Em um exemplo hipotético, uma canção classificada como ‘sertaneja’ pelas emissoras de rádio e televisão pode ser

²¹ Segundo DELLA MONICA (1989) o “Mês do Folclore” foi instituído em São Paulo pelo decreto nº. 48310/67. O Ato nº. 241/68 da Secretaria da Educação determinou a abordagem de temas folclóricos “por todas as disciplinas com as quais tiverem correspondência, sobretudo durante o mês de agosto, sendo as comemorações feitas sem prejuízo do andamento normal dos trabalhos escolares” (id. *ibid.*, p. 31). As disciplinas consideradas pelos guias curriculares da década de 1970 como sendo as mais apropriadas para essa abordagem eram Educação Artística e Estudos Sociais (História e Geografia).

²² Em relação ao “Dia do Saci”, instituído no Estado e no Município de São Paulo em 2004, uma das justificativas apresentadas foi a valorização da cultura nacional diante da difusão de datas comemorativas estrangeiras – no caso, o “dia das bruxas” ou *Halloween* (SÃO PAULO, 2004).

²³ Conforme comentado no capítulo anterior, incorporar temas do folclore ao currículo escolar não implica na criação de uma nova disciplina que contemple o tema. Propostas interdisciplinares constituem um caminho mais interessante, como será discutido mais adiante.

equivocadamente apresentada como música tradicional caipira nas festinhas juninas escolares.

A cultura de massa pode apropriar-se de elementos do folclore, mas não deve ser entendida como representação da cultura espontânea do povo. Deslocado de seu contexto original, o fato folclórico passa a ser utilizado com finalidades de consumo. É o caso, por exemplo, das festas folclóricas que se convertem em grandes eventos lucrativos, como o festival dos bois-bumbá de Parintins, no Amazonas (CAVALCANTI, 2007). Por atrair turistas, as festas passam a ter uma importância econômica maior do que suas funções originais para a comunidade. Transformações dessa natureza geram debates entre os folcloristas em relação aos limites do “dinamismo” e da metamorfose que caracteriza o folclore.

A forte penetração da cultura de massa, especialmente entre crianças e jovens do meio urbano, preocupa alguns professores, políticos e pensadores. Como parte do fenômeno econômico de globalização, valores e símbolos culturais também adquirem caráter transnacional, devido à “*mundialização dos meios de informação e de comunicação*”, conforme apontado por HERNÁNDEZ (1998, p. 44). No entanto, LIMA (2003) considera sem fundamento o temor de que a presença da cultura de massa elimine o folclore:

“Por mais que possa agir sobre as manifestações do sentir, pensar, agir e reagir espontâneos, a comunicação e a cultura de massas jamais afetarão o homem, no sentido de transformá-lo em um autômato. Sem dúvida, modificar-se-á, como sempre se modificou, mas continuará a manter o aspecto de sua personalidade, marcado pela criatividade e constituído espontaneamente nas relações ou comunicações que mantém com seus semelhantes, vivendo a vida social nas cidades e nos campos e, portanto, produzindo folclore.” (LIMA, 2003, p. 232)

Assim, reconhecer as influências globais nas culturas populares locais não significa propor um ingênuo ‘retorno ao passado’ ou uma ‘parada no tempo’, mas sim planejar e promover formas de evitar a homogeneização de

idéias, valores e modelos, o que não inclui necessariamente a imposição de datas comemorativas por meio de leis e decretos.

Quanto aos preconceitos em relação à abordagem de saberes populares na escola, quais seriam suas origens? No prefácio de seu livro, TORNER (1946) comenta que a maior parte das manifestações folclóricas encontra-se excluída da escola e, de acordo com o autor, tal fato deve estar relacionado com a visão de que o folclore não apresenta utilidade prática na educação escolar. De acordo com essa visão, o propósito da escola seria o de ensinar um conjunto de habilidades e técnicas, em uma concepção limitada e ultrapassada de educação. Mesmo com as mudanças na concepção de ensino, o comentário de Torner impressiona por não ter perdido totalmente sua validade, mesmo tendo se passado mais de 60 anos da publicação. Muitas escolas ainda se caracterizam pelo ensino preparatório ou com funções de treinamento e, neste caso, a proposta de abordar temas folclóricos na sala de aula pode não fazer sentido.

As dificuldades de integração de temas folclóricos nas disciplinas têm, no entanto, raízes mais profundas. Considerando que professores e alunos não abandonam sua bagagem cultural e social ao exercerem seus papéis no ambiente escolar, percebe-se que os preconceitos estão arraigados na sociedade:

“O fato folclórico está na sua ou na minha casa, nas escolas, nas ruas, nos escritórios, nas redações dos jornais, nos teatros, nas tevês. Ele está junto da gente, dentro da gente. Mas, às vezes, não o compreendemos bem ou nos envergonhamos dele; por isso passamos uma camadinha de verniz e saímos por aí contando vantagens.” (DELLA MONICA, 1989, p. 25)

Segundo FRADE (1997), a associação do termo folclore com elementos culturais primitivos e ultrapassados esteve presente entre os estudiosos desde as primeiras definições do campo do folclore no século XIX. Sob influência da filosofia positivista e sob impacto da teoria evolutiva de Charles Darwin – deslocada equivocadamente para o contexto das relações sociais humanas, compondo o “darwinismo social” – acreditava-se que o desenvolvimento

cultural, associado à idéia de ‘progresso’, se processaria de forma gradual, porém desigual, nos setores da sociedade. As camadas populares, por não terem acesso à cultura erudita, manifestariam elementos culturais primitivos, de estágios anteriores da história das civilizações. Segundo FRADE (1997), Florestan Fernandes foi um dos primeiros pensadores brasileiros a apontar a conotação baseada na idéia de estratificação social, afirmando existir um juízo de valor na definição de folclore como estudo da cultura tradicional dos “meios populares” dos “países civilizados”. Para Fernandes, o termo popular não poderia ser entendido pela via das classes sociais, mas sim como aquilo que pertence a todos os membros da sociedade. Os mesmos provérbios, as mesmas crendices e lendas são usados tanto por pessoas do “povo” quanto pelas classes “cultas”; a posição de um indivíduo na escala social permite explicar apenas a maior ou menor utilização que faz dos fatos folclóricos em seu dia-a-dia (FRADE, 1997).

Ainda segundo FRADE (1997), as classes não-privilegiadas não têm acesso à cultura erudita, nem como produtoras, nem como consumidoras. A cultura erudita é legitimada, perante a sociedade, pela ciência e pela filosofia, nas universidades e institutos de pesquisa. A exclusão dos círculos eruditos determina, assim, o que é considerado “popular”. Nas diferenças de acesso à cultura erudita podem estar as raízes do tom depreciativo que muitas vezes acompanha os termos “popular” e “folclore”.

A escola sempre foi o espaço privilegiado de transmissão da cultura erudita e não se defende aqui que essa função seja perdida ou distorcida. No entanto, os preconceitos em relação ao uso do folclore em estratégias didáticas são cultivados no espaço escolar quando este é excluído dos currículos ou apresentado de modo inadequado ou caricatural, sem o conhecimento de suas origens e funções sociais.

No caso das aulas de Ciências, a proposta de utilizar elementos do folclore como instrumento de motivação não se configura em uma tarefa simples quando se coloca a preocupação em evitar a comparação inapropriada entre conhecimentos populares e científicos. Compreender as dificuldades

envolvidas na aproximação aqui proposta exige um aprofundamento nas discussões a respeito da natureza desses dois tipos de conhecimento.

- **Conhecimento popular e conhecimento científico: rupturas**

Segundo LIMA (2003), o folclore abrange diferentes explicações relativas à formação da Terra, das rochas, das montanhas; à constituição de plantas, animais, rios e mares; aos movimentos aparentes dos astros no céu e outros fenômenos naturais. O desenvolvimento da medicina popular, das lendas, dos mitos e das crendices indica a observação de fenômenos da natureza e a busca por modos de entendê-los. Uma análise incauta de tal fato pode sugerir uma aproximação, nesse sentido, com as Ciências Naturais.

No entanto, GASTON BACHELARD (1972) considera que *“quando o conhecimento vulgar e o conhecimento científico registram o mesmo fato, este mesmo fato não tem certamente o mesmo valor epistemológico nos dois conhecimentos”* (p. 45).

STEPHEN J. GOULD (2003) afirma que a busca da Ciência por explicações para fenômenos do mundo físico é limitada por um pressuposto básico: o de que leis naturais são uniformes no espaço e no tempo. Esse pressuposto atua como a moldura de um quadro, restringindo os tipos de pergunta que a Ciência é capaz de responder e o alcance de suas respostas. Ao mesmo tempo em que uma moldura impõe limites, ela também destaca a pintura do quadro; dentro dessa analogia, a Ciência possui um *“infindável e fascinante mundo”* a investigar, dentro de seus limites (GOULD, 2003, p. 95). Utilizando a analogia proposta por Gould pode-se pensar na ciência e no folclore como dois quadros distintos; um crítico ou um bom observador pode estabelecer comparações e paralelos, mas cada um permanece dentro de sua moldura. As tintas não se misturam.

Muitos cientistas já se propuseram a difícil tarefa de definir o que é Ciência²⁴, quais seus objetivos e métodos e o que diferencia o conhecimento científico de outras formas de conhecimento. No histórico da filosofia da Ciência, destacam-se as propostas de Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650), Gaston Bachelard (1884-1962), Karl Popper (1902-1995) e Thomas Kuhn (1922-1997), pelos debates que promoveram – e ainda promovem – na Ciência contemporânea.

Bacon e Descartes acreditavam na possibilidade de definir um processo de investigação científica seguro e objetivo. O método científico fundamentado na indução, proposto por Francis Bacon, serviu de base ao positivismo ou empirismo lógico que, enfatizando a observação, a experimentação e a noção de progresso científico por acúmulo de dados empíricos, dominou o cenário científico até o final do século XIX, apesar da ocorrência de críticas e modificações.

No início dos anos 1960, a teoria da relatividade e o surgimento da física quântica motivaram o aparecimento de concepções de Ciência alternativas ao positivismo, como as de Bachelard, Popper e Kuhn. Apesar das diferenças, as obras desses cientistas na área da filosofia da Ciência contribuíram para quebrar a hegemonia positivista ao mostrarem que a prática real dos cientistas não corresponde à aplicação do método indutivo e que os progressos científicos podem ocorrer na forma de profundas rupturas com as bases teóricas anteriores.

No cenário de intenso debate interno acerca dos métodos da ciência, emergiram ataques, por parte de alguns sociólogos e filósofos, ao estatuto epistemológico e à objetividade atribuídos ao conhecimento científico (CHALMERS, 1994). Como resultado de tais ‘ataques’, os meios filosófico e pedagógico foram impregnados de concepções como a de que o conhecimento científico em nada se distingue das outras formas de conhecimento (CHALMERS,

²⁴ Vale esclarecer que o termo *ciência* está sendo usado como referência às Ciências Naturais ou Experimentais, que compreendem a Física, a Química, a Biologia, a Geologia e as áreas derivadas desses campos.

1994) ou a de uma *continuidade cultural* entre senso comum e ciência (BACHELARD, 1972).

Dentre aqueles que elaboraram respostas a tais concepções, refutando os principais argumentos em seu favor, dois autores foram escolhidos como referência neste trabalho: Gaston Bachelard, pela força de sua argumentação e de sua obra filosófica, e o físico Alan Chalmers, pela síntese abrangente e extremamente didática que apresenta no livro *A fabricação da ciência* (1994).

BACHELARD (1972) critica a tentativa de apresentar o conhecimento científico em *continuidade cultural* com o conhecimento derivado do senso comum, do qual o folclore faz parte. Nas origens das Ciências Naturais, o conhecimento científico distanciou-se lentamente do corpo de conhecimentos do senso comum. No entanto, o fato do distanciamento inicial ter sido lento não implica em um desenvolvimento gradual, de forma contínua, como se os conhecimentos do senso comum e os científicos permanecessem como tonalidades diferentes de uma mesma cor. Segundo Bachelard, a falsa noção de continuidade surge quando se analisa a história da Ciência como em um livro, em um relato contínuo dos acontecimentos que contribuíram mais diretamente para o avanço científico; nessa interpretação escondem-se as dialéticas que caracterizam os progressos científicos e rupturas epistemológicas com o senso comum.

A posição relativista de considerar o conhecimento científico tão válido quanto qualquer outra forma de conhecimento, atacando seu caráter objetivo, deriva de pelo menos três argumentações presentes nos trabalhos de “sociólogos da ciência” (CHALMERS, 1994, p. 114).

O primeiro argumento ataca a questão da objetividade da ciência e parte da constatação de que não é possível extrair dados “puros” da observação da natureza ou da experimentação; tal constatação estava presente nas críticas formuladas por cientistas como Karl Popper em relação ao empirismo de Francis Bacon. CHALMERS (1994) considera que tal argumento não é válido por se basear em noções cristalizadas e já ultrapassadas da ciência positivista e mostra o desconhecimento, por parte de seus defensores, a respeito dos

objetivos e procedimentos da prática científica. Para BACHELARD (1972), a ciência contemporânea “*transformou o fato natural em fato científico*” (p. 38), em uma ruptura com o conhecimento do senso comum que não pode ser facilmente compreendida pelo caráter complexo que a ciência adquiriu, com linguagens e procedimentos próprios²⁵.

A segunda base de argumentação também questiona o caráter objetivo dos conhecimentos científicos, mas por pretender identificar as interferências sociais e culturais na produção científica. Segundo CHALMERS (1994), nem mesmo os defensores mais ferrenhos do caráter racional e objetivo do conhecimento científico deixam de reconhecer as influências do contexto histórico-social na Ciência e a importância da abordagem sociológica na interpretação dessas influências. A análise sociológica permite entender, por exemplo, quando e por que uma determinada instituição científica foi criada, o desenvolvimento de certos aparatos tecnológicos em épocas de guerra, entre muitos outros exemplos. Reconhecer a Ciência como um empreendimento humano inserido em um contexto histórico e social não implica, entretanto, em considerar que não existe objetividade no conhecimento científico e não deve ser entendido como um convite ao relativismo.

A terceira classe de argumentos que propõem a relativização do conhecimento científico se baseia na concepção de que as teorias científicas funcionam de modo análogo a um sistema de crenças religiosas. O dogmatismo estaria escondido sob o manto da racionalidade.

MORIN (2006) faz uma distinção importante entre racionalidade e racionalização. Segundo ele, a racionalidade, ou atividade racional da mente, é o que permite a distinção entre vigília e sonho, real e imaginário, e tem como função proteger contra o erro e a ilusão. Essa racionalidade é aberta ao questionamento, permitindo verificar a compatibilidade entre idéias e o caráter

²⁵ BACHELARD (1972) afirma que uma “ciência fácil”, que deriva suavemente do bom senso, levaria à imobilidade do conhecimento. No entanto, ele afirma ser esta ciência elementar a que é apresentada nas escolas, onde “*repugna violentar o ‘senso comum’*” (p. 33). Nesse mesmo sentido, PIETROCOLA (2003) afirma que “*a complexidade nas formas de apreensão da realidade foi considerada pelos cursos científicos escolares como obstáculo epistemológico, e aos poucos abandonada*” (p. 8). O ensino científico foi assim adquirindo características válidas apenas na realidade da sala de aula.

lógico de uma teoria; ela se transforma em racionalização quando se fecha formando uma doutrina, que impede a contestação de argumentos e pode levar ao erro e à ilusão. A racionalização “*se crê racional porque constitui um sistema lógico perfeito, fundamentado na dedução ou na indução*” (MORIN, 2006, p. 23).

A racionalização tal como definida por Edgar Morin pode ser considerada um *obstáculo epistemológico* ao pensamento científico, conceito desenvolvido por Bachelard para se referir aos preconceitos e barreiras que se colocam contra o desenvolvimento científico. Nesse tipo de obstáculo epistemológico, o conhecimento científico é transformado em uma espécie de verdade definitiva, o que leva à estagnação. A ocorrência de racionalizações é verificada em alguns episódios da história da Ciência, mas não se pode confundir o racionalismo científico com a natureza desses episódios. BACHELARD (1972) esclarece que o racionalismo científico fundamenta-se no questionamento, na discussão, no exercício da autocrítica e do acolhimento de críticas alheias, o que vai contra a concepção de dogmatismo na Ciência. CHALMERS (1994), por sua vez, afirma ser praticamente impossível definir o nível de adesão de um cientista a uma teoria científica e que existem casos de avanços na ciência provocados pelas tentativas de derrubar uma determinada teoria. Outras formas de conhecimento não são construídas dessa maneira e não é possível a comparação de cientistas com seguidores de um dogma religioso.

Por outro lado, compreender o que define os limites da Ciência e como é produzido o conhecimento científico não resulta necessariamente na glorificação da ciência e/ou na desvalorização de outros saberes, posição compartilhada por CHALMERS (1994), que afirma:

“(...) estive preocupado em identificar e caracterizar a meta da ciência, distinguindo-a de outras atividades com diferentes objetivos. Disso não se deve concluir que eu considere a meta da ciência algum bem absoluto e sem restrições, necessariamente superior a outras metas.” (CHALMERS, 1994, p. 160).

O embasamento proporcionado pela compreensão dos aspectos aqui abordados permite enfocar a utilização do folclore no contexto do ensino de Ciências, que constitui a proposta deste trabalho.

- **Folclore no ensino de Ciências**

Tanto o conhecimento científico quanto o popular estão enraizados na cultura, na sociedade, no momento histórico. Tal constatação pode promover uma aproximação entre esses dois tipos de conhecimento – não uma aproximação epistemológica que leve ao relativismo, como a sugerida pelos “sociólogos da ciência” (CHALMERS, 1994), mas que amplie as possibilidades de construir relações entre conhecimentos, em sintonia com a concepção de conhecimento como rede.

A integração entre diferentes tipos de conhecimento no contexto das aulas de ciências exige alguns cuidados. Não se pretende desenvolver uma idéia simplista e relativista em relação à ciência. As abordagens relativistas foram fortemente influenciadas pelo avanço do “construtivismo” na educação, que nas suas interpretações mais radicais defendia uma subjetividade cada vez maior do conhecimento (PIETROCOLA, 2003). Tal relativismo também pode aparecer na demanda pela contextualização do conhecimento na escola, pela busca em aproximar os conceitos científicos ao cotidiano dos alunos (CONFORTI, 2003).

Um cuidado fundamental ao se estabelecer esse tipo de integração é conhecer bem as características dos tipos de conhecimento envolvidos – no caso, o popular baseado no folclore, e o científico – como são produzidos e os âmbitos dentro dos quais são coerentes. Não é possível deturpar o conhecimento científico com a falsa noção de que é tão válido quanto qualquer outra forma de conhecimento, em qualquer situação, assim como é preciso considerar o contexto em que surgem os saberes populares e sua importância na criação de laços e na permanência de símbolos e valores morais nas comunidades.

Convém reproduzir as considerações de Umberto Eco (citado por CONFORTI, 2003) a respeito da função que a arte pode exercer no processo de compreensão do mundo, pois o termo *arte* poderia ser substituído por *folclore* sem perder a validade:

"O conhecimento do mundo tem na ciência seu canal autorizado, e toda aspiração do artista à vidência, ainda que poeticamente produtiva, contém sempre algo de equívoco. A arte, mais do que conhecer o mundo, produz complementos do mundo, formas autônomas que se acrescentam às existentes, exibindo leis próprias e vida pessoal. Entretanto, toda forma artística pode perfeitamente ser encarada, se não como substituto do conhecimento científico, como metáfora epistemológica: isso significa que, em cada século, o modo pelo qual as formas da arte se estruturam reflete (...) o modo pelo qual a ciência ou, seja como for, a cultura da época vêem a realidade." (citado em CONFORTI, 2003, p. 62).

No mesmo sentido exposto por Umberto Eco em relação à função da arte a integração entre Ciência e elementos do folclore se faz possível no ensino, buscando a compreensão de um tema científico dentro de um contexto mais amplo, que reflete a história do povo e a formação da cultura.

Uma forma de tecer relações entre folclore e conhecimentos científicos pode partir da identificação das influências mútuas, no sentido apontado por Carlos Brandão (citado por FRADE, 1997): *"(...) a cultura erudita produz partes (idéias, crenças, saberes, artes, tecnologias, artefatos) que se tornam populares, que se folclorizam. O popular, que alguns séculos antes terá sido fração de uma restrita cultura de intelectuais, de novo torna-se erudito, restrito"* (p. 30). É possível citar dois exemplos de "folclorização" de conhecimentos eruditos: credences da medicina popular que trazem explicações atualmente incorretas, mas que já pertenceram ao rol de procedimentos médicos em séculos passados, e a presença de temas científicos na literatura de cordel (MOREIRA *et al.*, 2005). O retorno ao círculo erudito ocorre quando fatos folclóricos são estudados, interpretados, gerando novos conhecimentos dentro do círculo da erudição.

O que se apresentou até aqui revela a preocupação em romper resistências e promover a valorização do folclore em estratégias didáticas para aulas de Ciências, evitando, de um lado, os relativismos e, por outro lado, uma abordagem que utilize saberes populares apenas para demonstrar a soberania da ciência.

Com exceção do trabalho de DELLA MONICA (1989), costuma-se sugerir o aproveitamento de fatos folclóricos apenas nas disciplinas de Artes, Língua Portuguesa e História. Caso a idéia de unir folclore e Ciência como proposta didática cause estranheza, seria interessante a leitura do texto de MARIAN STAMP DAWKINS (2003), do qual o trecho a seguir faz parte:

“Você é uma daquelas pessoas que não gostam de ciência por causa daquilo que julgam que ela faz com o “mistério” do mundo? Acha que de alguma forma as pessoas se diminuem ao tentar “explicar” seus comportamentos ou que “a beleza do arco-íris se perde” se falarmos sobre raios de luz passando por gotículas de água? (...) Por que não dizer o oposto? A partir de matérias-primas tão pouco promissoras quanto gotas de água e leis da refração surgiu algo tão bonito que atravessa o céu e inspira poetas.

E quanto aos animais e plantas e todas as incríveis estruturas e comportamentos que eles têm, por que rejeitar uma explicação científica sobre seu surgimento alegando que isso os torna “apenas” os produtos de um processo evolutivo cego? Pelo contrário, você poderia encarar toda a grandeza daquilo que tal processo pressupõe.” (DAWKINS, 2003, p. 17-8).

Preservando as características e os atrativos do conhecimento científico, bem como dos elementos do folclore, temas folclóricos podem ser utilizados como recurso motivador nas aulas de Ciências, como sugere DELLA MONICA (1989). Algumas possibilidades na utilização de tal recurso serão analisadas a seguir.

- **Folclore e Zoologia: possibilidades de integração no ensino de Ciências**

Por considerar o folclore elemento necessário ao “ensino integrado”, DELLA MONICA (1989) apresenta sugestões de aproveitamento de temas folclóricos para todas as disciplinas escolares. A autora dedica várias páginas do seu *Manual do Folclore* a sugestões para a área de ciências naturais, com a seguinte introdução:

“O meio ambiente, desde os tempos mais remotos, constitui uma preocupação para o homem, que procurou desvendar-lhe os mistérios. A cosmogonia, os fenômenos meteorológicos, o mundo celestial, a água e o fogo, a terra e o ar, o dia e a noite, as plantas, os minerais, os animais estão presentes na cultura de todos os povos, através da mitologia, contos, lendas, provérbios, adivinhas, crendices e superstições, trovas e tabus.” (DELLA MONICA, 1989, p. 142)

Uma ligação entre os conteúdos de Ciências trabalhados na escola e o folclore seria possível no ensino de grupos animais, como indicam os trabalhos de VIZOTTO (2003), LENKO & PAPAVERO (1996), SANTOS (1994), SANTOS (1987) e CARRERA (1991), em obras que procuram estabelecer a ponte entre conhecimentos de Zoologia e saberes populares. VIZOTTO (2003) aborda em sua proposta lendas, mitos, superstições e crendices relacionadas às serpentes; os livros de CARRERA (1991) e de LENKO & PAPAVERO (1996) apresentam os insetos no folclore; Eurico Santos utiliza proposta semelhante para abordar os anfíbios e os répteis em um livro (SANTOS, 1994) e os animais da fauna brasileira em outra obra (SANTOS, 1987). As obras mencionadas, no entanto, não se destinam especificamente ao leitor em idade escolar, e sim ao público em geral.

Um grupo animal muito presente no folclore do Brasil e do mundo é o dos anfíbios, protagonistas de narrativas – contos e lendas – e relacionado a crendices e superstições. Esses animais estão presentes desde as fábulas mais antigas, sendo ora adorados, ora desprezados, usados como amuletos ou objetos de feitiçaria (DELLA MONICA, 1989; MERGULHÃO, 2002).

O *Dicionário de Símbolos* de CHEVALIER & GHEERBRANT (1989) esclarece as imagens simbólicas de rãs e sapos, com origem nas antigas tradições

indígenas do Ocidente e das antigas civilizações orientais. O simbolismo envolvendo esses animais ecoa nas lendas e crendices do folclore brasileiro e de outros países, que, apesar das variações nos enredos, remetem à base simbólica comum.

Na tradição oriental, a rã é o símbolo da água. Como a água é o elemento associado à lua e ao yin, a rã também aparece como símbolo nesses casos. Na poesia védica, as rãs são apresentadas como símbolo da terra fértil com a chegada da estação das chuvas. Em outras tradições, a rã é o símbolo da ressurreição ou renascimento em razão do processo biológico da metamorfose.

De acordo com CHEVALIER & GHEERBRANT (1989), o sapo também está associado à cadeia simbólica água-noite-lua-yin. Em diversas tradições do Oriente, o sapo é considerado um deus da chuva ou tem o papel de anunciar sua chegada, cabendo àqueles que maltratam ou matam sapos castigos diversos, até mesmo a morte. Tal simbolismo também está presente em lendas indígenas sul-americanas, como em uma história dos guaranis que explica porque o coaxar dos sapos atrai chuva (WERA MIRIM, 2002) e crendices brasileiras que prevêm chuva se um sapo for morto ou encontrado seco de barriga para cima (NOMURA, 1996).

Conforme se afirmou anteriormente, os fatos folclóricos têm sua origem na experiência de vida do povo (LIMA, 2003) e, no caso do folclore envolvendo a fauna, a origem está na observação e convivência com os animais. As variações regionais de tradições envolvendo anfíbios podem ser associadas à diversidade de anfíbios de cada região. Assim, lendas envolvendo pererecas são comuns na região da Amazônia; crendices relacionadas às salamandras são comuns no Hemisfério Norte, que é a região onde ocorre a maioria das espécies.

Verifica-se, portanto, que o simbolismo envolvendo os anfíbios tem relação evidente com aspectos de sua biologia: a estreita relação desses animais com a água, a metamorfose, o comportamento. Pela diversidade de fatos folclóricos envolvendo os anfíbios, muitos tópicos da biologia desses

animais podem ser abordados no enfoque interdisciplinar proposto neste trabalho.

Um exemplo interessante de tal relação está na lenda indígena registrada por SANTOS (1994) que explica a origem do *cunauaru*, uma perereca que vive na Amazônia. Segundo a lenda, um índio transformou-se em tal perereca por um feitiço, dado como castigo por ter se apaixonado pela cunhada. Envergonhado, o índio transformado em *cunauaru* passou a viver escondido em buracos localizados em troncos de árvores altas da floresta. A lenda provavelmente se refere à perereca *Trachycephalus resinifictrix*, que vive em ocos de árvores localizados a mais de dois metros de altura (LIMA *et al.*, 2005). Os machos constroem “ninhos” nesses buracos, que são impermeabilizados com resina – o “breu” – e dessa forma acumulam água da chuva, onde ocorre o acasalamento e onde são depositados os ovos²⁶. O “ninho de *cunauaru*” é usado para defumar casas e garantir certas benfeitorias (SANTOS, 1994). Além disso, o padrão manchado de tons pardos que se distingue em seu dorso deve ter originado a crença popular de que alguns *cunauarus* têm a capacidade de se transformar em onça ou “*jaguetê*” (NOMURA, 1996). EURICO SANTOS (1994) resumiu com perfeição a relação folclore e zoologia ao afirmar:

“A vida real do *cunauaru* tem feições de lenda. E assim, ao relatar-lhes a vida lendária fica-se sem saber onde os lindes da realidade terminam para se entrar no campo sem horizontes da fantasia.” (SANTOS, 1994, p. 100).

Apesar das possibilidades de relacionar folclore e Zoologia, uma breve análise de três livros paradigmáticos sobre anfíbios mostrou que os conhecimentos populares não são contemplados (CERQUEIRA *et al.*, 1991) ou são pouco mencionados, geralmente constando de apenas um breve comentário de motivação (PASQUALI *et al.*, 2003) ou de uma seção do livro que

²⁶ SANTOS (1994) acredita que a lenda do *cunauaru* foi inspirada na espécie *Hyla venulosa* – atualmente *Trachycephalus venulosus* (FROST, 2007) – que também ocorre na Amazônia. No entanto, de acordo com AMPHIBIA WEB (2008), *T. venulosus* não apresenta hábito exclusivamente arbóreo e se reproduz em lagoas ou poças formadas na estação chuvosa. A descrição da biologia reprodutiva de *T. resinifictrix*, com seus ninhos em ocos de árvores, permite associar esta espécie à lenda e às crendices amazônicas.

não se apresenta integrada às outras seções dedicadas às informações científicas (BERTOLUCI, 2002). Os três livros citados são voltados ao público infanto-juvenil, sendo apropriados para alunos do ensino fundamental por suas características de linguagem e editoração (imagens, diagramação).

No livro de PASQUALI, LIMA & BASTOS (2003), a primeira seção, intitulada “*Desvendando os segredos dos anfíbios*”, inicia-se com o comentário:

“Quem nunca viu um desenho animado ou filme de histórias envolvendo bruxarias em que um sapo, uma rã ou salamandra não fizesse parte de um feitiço maligno? No Brasil, os anfíbios são conhecidos como sapos, rãs, jias e pererecas, estando, geralmente, associados a bruxarias, pecados, encarnação do mal, sentimentos ruins (inveja, maldade, traição, medo).” (p. 2).

O texto prossegue citando alguns contos populares e mitos antigos que têm sapos como protagonistas e cita também algumas lendas de nações indígenas no Brasil nas quais os anfíbios não são associados a “*sentimentos ruins*”. As histórias não são narradas, apenas mencionadas, com referências bibliográficas indicadas ao longo do texto, como é usual em publicações científicas. Na página seguinte inicia-se uma nova seção: “*E aí, vamos conhecer mais sobre os anfíbios?*”, que apresenta características que definem a classe e as ordens de anfíbios. Na página 9 estão as letras de duas cantigas populares brasileiras: “*Sapo Cururu*” e “*O Sapo não lava o pé*”. Não existe, portanto, uma seção única dedicada ao folclore envolvendo os anfíbios; os textos relacionados ao conhecimento popular sobre os anfíbios não apresentam, porém, ligação com os textos que trazem os conteúdos científicos, o que torna pouco evidente a função do folclore na obra. Os ‘saltos’ entre uma seção e outra indicam que as cantigas e a menção às histórias do folclore sobre os anfíbios podem ter como objetivo motivar o leitor, deixando-o mais curioso, e/ou de ‘quebrar o tom científico’ das descrições e classificações.

Na obra de BERTOLUCI (2002) a presença dos sapos nas histórias de feitiçarias da Idade Média e em obras da literatura mundial é mencionada em um trecho da seção intitulada “*Relações com o homem*”, que informa também a respeito de pesquisas com anfíbios que resultaram no desenvolvimento de

medicamentos. Não há outras referências aos anfíbios na cultura popular no livro. Em um parágrafo da seção mencionada está escrito:

“As bruxas de Shakespeare, em Macbeth, tornam suas poções mais terríveis adicionando olhos de salamandra e dedos de sapo. As rãs, por outro lado, devido à sua pele lisa e ao grande número de ovos que depositam, eram associadas à fertilidade. Esses fatos ilustram bem a atitude irracional do homem frente ao desconhecido, pois as rãs ‘boazinhas’ também possuem toxinas na pele e os sapos ‘malignos’ também depositam milhares de ovos.” (BERTOLUCI, 2002, p. 29).

O texto apresenta um juízo de valor quando afirma que as narrativas folclóricas e mitológicas ilustram uma “*atitude irracional*” do ser humano frente ao desconhecido. Não há explicações adicionais ao longo do livro que permitam ao leitor entender melhor esse comentário.

Valorizar o folclore nas aulas de Ciências não significa, no entanto, que crendices e superstições não devam ser desmistificadas, com o esclarecimento de suas dimensões simbólica e cultural e com a apresentação das explicações científicas. No Brasil, um ritual conhecido de feitiçaria consiste em costurar os olhos ou a boca do sapo e, neste último caso, geralmente a costura é feita após introduzir um pedaço de papel com o nome do desafeto escrito (NOMURA, 1996). Tal prática não deve, obviamente, ser incentivada ou preservada sob qualquer argumento.

O site *AMPHIBIA WEB* (2008), mantido pela Universidade da Califórnia (EUA) e constantemente por especialistas em anfíbios, apresenta informações sobre biologia e conservação com o objetivo de avaliar o declínio global do grupo e suas causas. Nesse site indica-se como uma das principais causas de declínio populacional de algumas espécies a perseguição e morte dos animais que são vistos como perigosos ou ameaçadores com base em crendices. É o caso da espécie *Ceratophrys cranwelli*, que ocorre no Sul do Brasil: uma das causas apontadas para o declínio das populações deste anuro é o temor infundado das comunidades em relação ao animal, acreditando se tratar de uma espécie extremamente perigosa para os humanos por causa de seu veneno, o que não está correto.

FONTES & DUARTE (1992), em um trabalho que avaliou o grau de adesão a credices envolvendo temas de biologia entre alunos portugueses de diferentes níveis escolares, verificaram que algumas credices são consideradas fatos verdadeiros por um número significativo de alunos, inclusive entre aqueles que estão cursando licenciatura em Biologia. Na amostra considerada pelas pesquisadoras, o ensino escolar não foi capaz de modificar alguns conhecimentos populares arraigados nos alunos desde a infância, como a credice comum na região Norte de Portugal de que se mulheres grávidas cheiram flores, o bebê nasce com manchas na pele.

As autoras da pesquisa citada propõem, nas conclusões do trabalho, a abordagem de credices populares nas aulas de Ciências/Biologia. Considerando que o folclore está presente nas concepções alternativas dos alunos, elas afirmam ser fundamental ao professor de Ciências reconhecer a importância do conhecimento popular no processo de aprendizagem de conceitos científicos. Tal reconhecimento envolve o diagnóstico das credices relacionadas aos temas biológicos e a elaboração de estratégias para sua superação. Os cursos de formação de professores e os livros escolares também deveriam apresentar essa preocupação (FONTES & DUARTE, 1992).

Tendo-se demonstrado a validade do intercâmbio entre folclore e Zoologia no que se refere às estratégias didáticas para o ensino de Ciências, bem como os cuidados que devem ser tomados nesse intercâmbio, vislumbra-se o livro escolar como material didático que pode se adequar à proposta.

MOREIRA (1999) fornece indícios para tal afirmação em sua análise do livro infantil *O frio pode ser quente?*, de Jandira Masur²⁷. O livro convida o pequeno leitor a analisar situações corriqueiras através de diferentes pontos de vista, como no seguinte trecho: “*Quem já se queimou num pedaço de gelo e sentiu muito frio depois de um banho quente não pode se espantar do frio poder queimar e o quente também esfriar*” (MASUR, p. 14-15). MOREIRA (1999) elogia a proposta do livro, que segundo ele ressalta o caráter subjetivo do processo de

²⁷ O livro *O frio pode ser quente?*, de Jandira Mansur (17 ed., 2006, Ática) é adequado aos anos iniciais do ensino fundamental e não é considerado um paradidático de Ciências, embora possa ser utilizado nesta disciplina, conforme sugestão de MOREIRA (1999).

conhecer, colocando “*em xeque o caráter sagrado concedido à voz do especialista*” (*id. ibid.*, p. 26). O pesquisador afirma, portanto, ser possível reconsiderar alguns pontos do currículo de Ciências e pensar em reformulações a partir da proposta de um livro paradidático.

IV - 3 - O livro paradidático: histórico, características e uso escolar no Brasil

*Eu nunca tive nenhum problema que uma hora de leitura
não pudesse amenizar.*

Montesquieu

O material didático escolar mais conhecido, utilizado e estudado mundo afora é o livro, também chamado de manual didático. Como o adjetivo *didático* indica, trata-se de um livro desenvolvido para instruir e facilitar a aprendizagem (HOUAISS & VILLAR, 2001), constituindo material de apoio ao ensino de uma determinada área do conhecimento. Apresenta proposta de seqüência e abordagem dos temas que compõem o currículo de uma disciplina escolar, para um determinado ano do ensino. De forma simplificada, pode-se afirmar que o livro didático se caracteriza pelo texto informativo, com definições, relatos, descrições, e pela organização na forma de 'lições', em que o texto é acompanhado de atividades e exercícios (LAJOLO, 1996). Esse material constitui a principal fonte para consulta de informações na sala de aula, citando apenas uma de suas muitas funções, tal como a de orientar o planejamento do curso pelo professor e pela escola²⁸.

Os livros utilizados de forma complementar ao livro didático são coletivamente chamados *paradidáticos*. RAMOS (1987) considera o livro paradidático como leitura subsidiária na escola, "*enriquecedora da visão de mundo do estudante*" (pg. 32).

Segundo KLEIMAN (1995), o grande mérito da leitura de textos é o fato de permitir o acesso a outros mundos, além daqueles acessíveis pela experiência

²⁸ Mesmo com numerosas pesquisas abordando o livro didático, não é tarefa simples caracterizar o material, como afirma CHOPPIN (2004) em um trabalho que procurou sintetizar as pesquisas sobre livros didáticos no mundo nas últimas décadas. Segundo o autor, muitos pesquisadores omitem a descrição de seu objeto de estudo, crendo que o termo "didático" já esclarece a respeito das características do material, o que não se mostra verdadeiro. Se há dificuldades em definir o livro didático, pode-se compreender a dificuldade em relação ao livro paradidático, pouco contemplado como objeto de estudo (RAMOS, 1987).

direta, sendo interessante a exposição a todo tipo de texto para ampliar as possibilidades de acesso. A escola tem papel fundamental na incorporação do hábito de leitura entre crianças e jovens, pelo uso de paradidáticos e de outras fontes de texto, além dos livros didáticos (ABRAMOVICH, 1995). Com tal incentivo, os alunos podem desenvolver a necessidade de expandir suas visões de mundo, buscando sempre diferentes fontes de informação para compreender um tema de seu interesse.

A forma de apresentação de um tema no livro paradidático não é rígida e homogênea como se verifica nos livros didáticos, o que possibilita a este material facilitar a abordagem interdisciplinar de assuntos tratados no livro didático.

Contudo, identificar características que definam os livros paradidáticos não se revela uma tarefa simples. Considerando o prefixo *para-*, o termo *paradidático* pode ser entendido como ‘semelhante ao didático’; a definição do dicionário, como material que “*não sendo exatamente didático, é empregado com esse objetivo*” (HOUAISS & VILLAR, 2001), também não esclarece a respeito da estrutura e função do livro paradidático.

A busca por referenciais teóricos que caracterizassem esse tipo de material resultou na constatação de que estudos a respeito do livro paradidático são escassos e insuficientes (RAMOS, 1987). A pesquisa de MARIA CECÍLIA MATTOSO RAMOS (1987) é uma das poucas a apresentá-lo como tema de investigação, centrando sua análise na área de Língua Portuguesa. Em sua tese “*O paradidático, esse rendoso desconhecido*”, a pesquisadora tece um comentário ainda pertinente à situação mencionada, mesmo tendo se passado mais de vinte anos de sua pesquisa:

“A partir do final da década de 70, o livro didático tem sido objeto de inúmeros estudos, a nível nacional e internacional, dos quais derivam trabalhos acadêmicos, discussões e debates, universitários ou não, e mesmo artigos jornalísticos que discutem, com o grande público, seu conteúdo ideológico e formal.

Entretanto, esse mesmo tipo de interesse e preocupação não tem sido enfatizado em relação ao paradidático, tão difundido hoje nas escolas

brasileiras, o que, a meu ver, requer uma certa urgência, sobretudo neste momento em que limitações impostas ao livro didático certamente levarão a investidas mais sérias na área do paradidático.” (RAMOS, 1987, p. 72)²⁹.

Em seu trabalho, RAMOS (1987) pesquisou junto a editores envolvidos na produção de livros escolares, quais os critérios utilizados para distinguir entre materiais didáticos e paradidáticos. A maioria dos entrevistados – aproximadamente 75% – mencionou como único critério de diferenciação a obrigatoriedade ou não de adoção do livro³⁰. A pesquisadora obteve, por parte de um dos editores entrevistados, a afirmação de não compreender o significado do termo paradidático e de não existirem termos correspondentes em outros idiomas.

A partir das respostas coletadas dos editores, a pesquisadora lista algumas características do livro paradidático, entre elas:

²⁹ Ao mencionar as “limitações impostas ao livro didático”, RAMOS (1987) referia-se a um decreto presidencial de 1985 que abolia o livro descartável, consumível pelo aluno. O comentário, no entanto, permanece atual, pois o papel do governo federal como principal comprador de obras didáticas se mantém. Neste papel, o governo controla indiretamente a produção dos livros escolares, uma vez que às editoras interessa produzir títulos que sejam aprovados pelos programas oficiais.

Consideremos a Resolução nº. 3 do Ministério da Educação de 11 de janeiro de 2008 (BRASIL, 2008), que prevê avaliação e compra não apenas de livros didáticos, mas também de **paradidáticos** pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD:

Art. 1º Prover as escolas de ensino fundamental público, regular e especial, das redes federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal, bem como as escolas privadas de educação especial, nas categorias comunitária e filantrópica, (...), com o fornecimento de:

I - livros didáticos de qualidade, abrangendo os componentes curriculares de Alfabetização Lingüística e Alfabetização Matemática, Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História, Geografia, Língua Estrangeira e dicionário da Língua Portuguesa;

II - obras pedagógicas complementares aos livros didáticos e materiais didáticos adequados aos alunos do ensino fundamental, abrangendo as áreas do conhecimento de Ciências da Natureza e Matemática, Ciências Humanas e Linguagem e Códigos;

§ 2º As obras pedagógicas complementares farão parte do patrimônio da escola.

³⁰ RAMOS (1987) lembra que, apesar de sua adoção ser facultativa, quando um livro paradidático é escolhido para trabalho em classe, tal escolha é geralmente feita pelo professor, passando a ser obrigatória a todos os alunos.

“(…) quase sempre assume a forma de obras de literatura infanto-juvenil completas, mas pode também ser uma antologia, tanto de ficção quanto de poemas. Isto na área de Comunicação e Expressão. Em outras áreas [ou *disciplinas escolares, como Ciências*], pode ser uma **obra que aprofunde os conhecimentos sobre determinado assunto**, ou que responda a questões derivadas dos conteúdos desenvolvidos nos livros didáticos.” (RAMOS, 1987, p. 66 – grifos nossos).

No caso dos paradidáticos de Ciências destinados ao ensino fundamental, não é possível distinguir um padrão na estrutura ou na apresentação dos conteúdos entre obras publicadas. Algumas obras assemelham-se ao estilo dos livros didáticos na forma de apresentar um tema: texto subdividido em capítulos e seções, imagens legendadas ilustrando algumas partes do texto, como se observa nas coleções *Investigando*, da Editora Ática, e *Sobrevivendo*, da Editora Saraiva. Outras obras parecem dar maior destaque às imagens, como as da coleção *Atlas visuais*, da Editora Ática, ou reúnem protocolos de demonstrações ou atividades práticas, caso da coleção *Mão na Ciência*, das Edições SM.

Fig. 4 – Reprodução da capa e de duas páginas de um livro paradidático da área de Ciências: *Anfíbios*, de Jaime Bertoluci (Ática, 2002, 48 páginas, 20.5 x 27.5 cm), que pertence à coleção *Investigando*. Os livros da série apresentam autores diferentes, mas a apresentação do tema é semelhante em todos os títulos. Apresenta suplemento de atividades.

Fig. 5 – Reprodução das capas de dois livros paradidáticos da área de Ciências. À esquerda, *Dinossauros - Sobrevivendo à grande extinção*, de Íris Stern (3ª. ed., Saraiva, 2004, 96 páginas, 20,5 x 27,5 cm) – apresenta suplemento de atividades. À direita, *Atlas Visual – Animais* (8ª ed., Ática, 1999, 64 páginas, 25,5 x 30,5 cm).

Fig. 6 – Reprodução da capa e de duas páginas do miolo do livro paradidático *Os segredos da água – experimentos fáceis e divertidos*, produzido pela Associação Francesa *Petits Débrouillards* e traduzido por Eric Roland René Heneault (1ª ed., Edições SM, 2005, 80 páginas, 18 x 13,5 cm). O livro apresenta 17 atividades práticas, todas seguindo a organização em quatro itens: 1) material; 2) etapas; 3) explicação; 4) aplicação. Ao final, apresenta seção sobre história da Ciência e glossário. A estrutura é seguida em outros livros da série “Mão na Ciência”.

No Brasil a produção de paradidáticos de Ciências ainda é pequena e pouco diversificada em comparação com outros países onde a tradição no uso desse tipo de material é maior, como nos Estados Unidos. Alguns dos paradidáticos publicados no Brasil são na realidade traduções de obras estrangeiras, algumas com estrutura bem diferente à do livro didático, como um

livro que apresenta noções de Ecologia por meio de uma narrativa parecida com a dos contos de fadas e outros que recorrem ao uso de quadrinhos e de humor para ensinar tópicos de Biologia.

Fig. 7 – Capa e página do miolo do livro *Tem um cabelo na minha terra!*, de Gary Larson, com prefácio de Edward O. Wilson (Companhia das Letrinhas, 2000, 60 páginas). O livro pode ser classificado como literatura infanto-juvenil e também pode ser utilizado como paradidático por abordar conceitos de Ecologia, como predação, competição intra- e interespecífica, cadeia alimentar e nicho ecológico, entre outros.

Fig. 8 – Capa e páginas do miolo do livro *Introdução ilustrada à Genética (com muito humor!)*, de Larry Gonick e Mark Wheelis (Harbra, 1995, 215 páginas, 20.5 x 13.5 cm.). Pelos conceitos abordados, o livro é mais adequado ao ensino médio, mas pode, com adaptações, ser abordado nos dois anos finais do ensino fundamental.

Foram citados aqui apenas alguns exemplos de paradidáticos de Ciências publicados recentemente no Brasil, selecionados a partir de uma análise sem aprofundamento do tema, por fugir dos objetivos deste trabalho.

- **Breve histórico do livro paradidático no Brasil**

No Brasil, a escola sempre esteve profundamente relacionada com a formação de leitores, pois os livros infantis surgiram no país como didáticos ou paradidáticos (RAMOS, 1987). O histórico do paradidático no Brasil acompanha o do livro didático, uma vez que ambos se desenvolveram com a mesma finalidade: integrar-se ao ensino escolar. Uma expansão do mercado editorial voltado para a escola ocorreu após a criação, em 1971, do Instituto Nacional do Livro, órgão estatal que avaliava, co-editava, comprava e distribuía livros didáticos e obras de literatura infanto-juvenil.

Ainda nos anos 1970, os livros paradidáticos – embora nem todos recebessem oficialmente esse rótulo – passaram a ser acompanhados de uma ficha de atividades, com sugestões para sua utilização em sala de aula. Esses livros eram, em sua maioria, obras de literatura voltadas para os anos iniciais da escola, trabalhados como leitura extra-classe na área de Língua Portuguesa.

Nas outras áreas do conhecimento, a produção de material paradidático era pequena (RAMOS, 1987), situação que se verifica até os dias de hoje e torna difícil resgatar o histórico dos paradidáticos de Ciências. Os poucos dados encontrados na literatura a respeito dos livros paradidáticos, suas características e seu histórico de produção e utilização referem-se às obras de literatura infanto-juvenil.

Os estudos e discussões em torno dos livros didáticos são bem mais expressivos, apresentando nas últimas décadas um crescimento paulatino tanto em número de publicações quanto na diversidade de temas abordados. Como exemplos de linhas de investigação, encontram-se trabalhos que abordam a história dos livros didáticos, a confecção do material e avaliação de conteúdos,

com análise de conceitos em textos e imagens. Este último foco de investigação corresponde à maioria dos trabalhos sobre livros didáticos de Ciências (GARCIA, 2007). Baseando-se em alguns estudos deste prolífico campo de pesquisa, torna-se possível compreender indiretamente o contexto atual do ensino de Ciências, no qual os livros paradidáticos poderiam ser inseridos e ter uma participação mais efetiva.

- **Os livros escolares de Ciências – didáticos e paradidáticos – e sua utilização em sala de aula: panorama atual**

Apesar da existência de recursos alternativos ao livro didático, estes ainda são pouco conhecidos e/ou pouco utilizados pela maioria dos professores brasileiros e não recebem o mesmo destaque³¹ quanto aos investimentos em produção e divulgação (AMARAL, 2006).

De acordo com alguns pesquisadores, o livro didático se tornou a peça central, quando não a única, na atuação do professor (AMARAL, 2006; VASCONCELOS & SOUTO, 2003) e, nesta condição, passou a ser utilizado como um guia de aulas ou cartilha, e não como um dos materiais de apoio pedagógico disponíveis (MACHADO, 1996). Tal idéia é muito difundida no meio educacional e acadêmico, em todas as áreas do conhecimento, havendo quem equivocadamente compare o livro didático a uma *muleta* do professor e coloque sobre este material a responsabilidade maior sobre os problemas atuais do ensino escolar no Brasil, superestimando o seu papel como instrumento didático (MACHADO, 1996; MUNAKATA, 2001).

Ainda que faltem pesquisas sistemáticas sobre o uso do livro didático em sala de aula (MUNAKATA, 2001), é inegável que existe uma relação entre os livros didáticos e a organização curricular de uma determinada disciplina. Faltam dados que permitam confirmar ou desmistificar a idéia de que a

³¹ Segundo GATTI JUNIOR (citado por CHOPPIN, 2004), os livros didáticos corresponderam a 61% das vendas no mercado editorial brasileiro durante a década de 1990; este panorama vem sendo mantido, impulsionado pelos programas governamentais de compras de livros didáticos.

qualidade do livro influencia diretamente a qualidade do ensino, mas desde já é possível concordar com LAJOLO (1996): “*nenhum livro didático, por melhor que seja, pode ser utilizado sem adaptações*” (p. 6), cabendo ao professor a escolha e o uso crítico do livro.³²

Como a maioria dos estudos aborda a questão de como são apresentados os conteúdos nos livros didáticos (GARCIA, 2007), as discussões a seguir serão centralizadas neste aspecto.

Na área de Ciências, uma crítica comum em relação aos livros didáticos reside na ênfase dada às descrições e definições, o que pode sugerir um ensino baseado na memorização de termos (VASCONCELOS & SOUTO, 2003).

Entre os diversos fatores que interferem na forma como os conteúdos são apresentados em um livro didático, existem as limitações óbvias do material: um livro deve ter um número determinado de páginas, o que exige dos autores um processo nem sempre fácil de escolha de abordagem dos assuntos,

³² De acordo com CHOPPIN (2004) o estudo histórico dos livros didáticos permitiu distinguir suas funções essenciais, dentre as quais destacam-se:

- função *referencial*: o livro como suporte privilegiado dos conteúdos educativos e depositário dos conhecimentos que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações;
- função *instrumental*: o livro como proponente de exercícios ou atividades que visam facilitar a aquisição de competências disciplinares e a memorização dos conhecimentos (CHOPPIN, 2004, p. 553).

MEGID NETO & FRACALANZA (2003) afirmam que o livro didático “*não é utilizado por professores e alunos na forma intentada pelos autores e editoras, como guia ou manual relativamente rígido e padronizado das atividades de ensino-aprendizagem. Acaba por se configurar, na prática escolar, como um material de consulta e apoio pedagógico à semelhança dos livros paradidáticos e outros tantos materiais de ensino.*” (pg. 166) e creditam essa forma de utilização à baixa qualidade dos livros didáticos de Ciências, que, segundo eles, reforçam equívocos e concepções errôneas de ciência e ambiente.

Em uma análise sem aprofundamento de coleções de Ciências de 5ª à 8ª séries, não foi constatada qualquer orientação, por parte de autores ou editores, a utilizar o livro didático como se fosse um manual ou apostila, nem nos livros destinados aos alunos nem nos manuais do professor. Não há referências para a afirmação feita por MEGID NETO e FRACALANZA (2003). A utilização do livro didático como um material de apoio pedagógico não se deve necessariamente à sua suposta baixa qualidade; essa forma de utilização poderia representar um retorno às funções primordiais do livro didático, como as listadas por CHOPPIN (2004). MUNAKATA (2001) reforça a argumentação aqui apresentada quando afirma: “*não há no momento, com toda a certeza, nenhuma pesquisa em andamento que examine sistematicamente os usos efetivos dos livros didáticos pelos professores.*” (pg. 93). A respeito da relação entre qualidade dos livros didáticos e ensino, este mesmo autor questiona os argumentos comumente apontados: “*No limite, não é impossível que a partir de um livro considerado ruim o professor consiga desenvolver uma excelente aula*” (MUNAKATA, 2001, pg. 92).

determinando quais serão mais ou menos aprofundados. Além disso, um livro não é produto direto da mente de seus autores, mas fruto de um processo editorial que envolve múltiplos agentes³³.

Algumas pesquisas indicam, entretanto, outro fator que vem interferindo fortemente na estruturação dos livros de Ciências: as avaliações promovidas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do Ministério da Educação (MEC), executado a partir de 1996 (AMARAL, 2006; MEGID NETO & FRACALANZA, 2003; MUNAKATA, 2001). Os resultados de alguns estudos indicam tendências crescentes entre as obras aprovadas, como a elevada qualidade gráfica e correção conceitual, entre outros aspectos. No entanto, a maioria apresenta conteúdos de forma profundamente descritiva, o que pode gerar a impressão de que esse tipo de abordagem é valorizado pelas equipes de avaliação³⁴.

Muitas das coleções de Ciências aprovadas nos PNLD não estão de acordo com os Parâmetros Curriculares definidos pelo próprio MEC (BRASIL, 1998), que preconizam, entre outros princípios educacionais, a flexibilidade curricular, a abordagem interdisciplinar, o vínculo com o cotidiano do aluno, a observação da diversidade cultural de cada região e o estímulo à criatividade (MEGID NETO & FRACALANZA, 2003; AMARAL, 2006).

De acordo com VASCONCELOS & SOUTO (2003), a maioria das coleções didáticas de Ciências disponíveis no mercado “*revela uma disposição linear de informações e uma fragmentação do conhecimento que limitam a perspectiva interdisciplinar*” (p. 94). Considerando tal situação, o livro paradidático pode ser um recurso interessante para promover a integração de diferentes saberes no ensino de Ciências, em uma abordagem alternativa àquela tradicionalmente oferecida pelos livros didáticos. Como a estrutura do livro paradidático pode ser

³³ Tais influências geralmente não são consideradas nas investigações sobre o livro didático, segundo comprovou GARCIA (2007) por meio da revisão dos artigos publicados em recente congresso internacional: um número muito pequeno de trabalhos – cerca de 3,5% – tinha entre seus objetivos o de compreender a confecção do material, abordando de alguma maneira o papel dos autores e editores no resultado final, o livro didático.

³⁴ MUNAKATA (2001) comenta que o livro didático é geralmente concebido para dois usuários: o aluno e o professor. No entanto, “*pode-se suspeitar que, no Brasil, desde que o PNLD passou, a partir de 1995/1996, a avaliar os livros didáticos, os avaliadores tornaram-se os destinatários prioritários*” (pg. 91).

diferente da do livro didático, o professor pode se sentir motivado a utilizar uma abordagem diferente da tradicionalmente feita sobre um determinado tema em sala de aula. O livro paradidático pode atuar, dessa maneira, como instrumento facilitador da interdisciplinaridade.

No caso dos conteúdos de Zoologia, uma abordagem interdisciplinar pela união de elementos do folclore com conceitos biológicos permite aproximar estes conceitos da vida do aluno. A elaboração de um livro paradidático sobre anfíbios com tal abordagem pode contribuir/incentivar o professor que deseja planejar e possivelmente implementar uma proposta interdisciplinar nas aulas de Ciências.

A concretização da proposta aliando folclore e Ciência no estudo dos anfíbios por meio de um livro paradidático demanda um trabalho orientado de leitura e interpretação de texto, sugerindo uma abordagem interdisciplinar envolvendo as disciplinas Língua Portuguesa e Ciências. Neste contexto é preciso rever o trabalho com a leitura em sala de aula, uma vez que os textos são geralmente trabalhados da mesma forma que se faz com um livro didático, ou seja, apenas para buscar informações. Segundo ALMEIDA (1998) constatou em um trabalho sobre leitura em aulas de Física no ensino médio, a leitura passa a ter como finalidade responder questões previamente formuladas pelo professor, sendo que nas respostas aparecem cópias e semi-cópias do texto.

A função da leitura no ensino de Ciências e a possibilidade de trabalhar determinados conteúdos por meio de leituras complementares como a dos livros paradidáticos são temas discutidos a seguir.

IV - 4 – Textos didáticos de Ciências: a questão da transposição didática e da interação autor – leitor

*A diferença entre a palavra certa e a palavra quase certa
é a diferença entre um relâmpago e um vaga-lume.*

Mark Twain

A proposta de elaborar o texto de um livro paradidático requer fundamentação teórica também na área de estudos da linguagem que tratem da questão do texto e, mais especificamente, do texto didático de Ciências.

Pode-se considerar consensual o entendimento da leitura como um processo interativo, o que implica aceitar que o significado de um texto não se encontra pronto e definido em suas linhas, mas é construído progressivamente pelo leitor (KLEIMAN, 1995; LÓPEZ, PORTOLÉS & GAMÉZ, 1993). Nesta perspectiva, a leitura não é sinônimo da mera decodificação visual das palavras e dos sinais gráficos, mas sim de construção de significado a partir de um texto, no qual são essenciais os conhecimentos prévios do leitor sobre o tema tratado, bem como suas estratégias ou capacidades de leitura (BERNARDES, 2002; KLEIMAN, 1995).

É fundamental compreender, na formulação de um texto para o ensino de Ciências, o processo de transposição didática, que resulta na transformação do conhecimento – no caso, o científico – considerando as demandas do público leitor e as funções do texto a ser confeccionado.

Tais são as considerações a serem aqui aprofundadas.

- **Por que escrever um livro paradidático?**

Além dos livros, outros instrumentos de ensino-aprendizagem disponíveis no universo escolar com eles coexistem em relação de complementaridade: mapas, jogos, modelos tridimensionais e materiais não impressos, como *softwares*, *sites* da internet e outros recursos audiovisuais (CHOPPIN, 2004). Por que, então, optar pela elaboração de um livro paradidático e não por uma outra ferramenta didática mais “moderna”?

Mesmo vivendo em uma era em que os meios de comunicação mais “dinâmicos” são a televisão e a internet, os livros mantêm seu destaque como forma de compartilhar informações. Isso porque os livros armazenam informações de forma duradoura, além da flexibilidade de poderem ser transportados para qualquer lugar, independentemente da existência de fonte de energia elétrica, de uma antena ou do acesso à rede mundial de computadores (ARANTES, 2002). Além disso, constituem um registro histórico do saber e dos avanços científicos em um dado momento.

O prazer e o hábito da leitura é algo que se aprende principalmente na escola (ABRAMOVICH, 1995). Segundo GOUVÊA (2005), as condições para o aprendizado da leitura pressupõem a presença do objeto – o livro, a valorização desse objeto no meio social, o adulto leitor que faz uso desse objeto e a interação entre a criança/jovem, o adulto leitor e o livro. O adulto leitor pode ser uma pessoa do convívio familiar e, no caso da escola, esse papel cabe ao professor.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais “a *aprendizagem da leitura, escrita e fala da língua oficial no ensino fundamental não se restringe à área de Língua Portuguesa, uma vez que a língua é instrumental básico de conhecimento*” (BRASIL, 1998, p. 127). Assim, professores das diversas áreas do conhecimento podem e devem contribuir com esse aprendizado, pois “*todo professor é também um professor de leitura*” (KLEIMAN, 1995, p. 11).

Constata-se, entretanto, que historicamente existem fronteiras rígidas entre as disciplinas escolares. Na compartimentalização do currículo, surgem

falsas expectativas em professores e alunos, que não esperam encontrar lugar para a fantasia ou o prazer na leitura, fora das aulas de literatura (ALMEIDA, 1998; SILVA, 1998). De acordo com SILVA (1998), tal situação cria bodes expiatórios no sistema escolar, pois quando os alunos apresentam problemas generalizados em leitura e escrita, a responsabilidade recai nos professores de língua portuguesa e nos alfabetizadores.

O trabalho feito com livros em sala de aula exerce grande influência na formação do leitor – pode-se até formar pessoas com ojeriza pela leitura! Esse alerta é dado por diversos autores (ANDRADE & MARTINS, 2006; SILVA, 1998; SILVA & ALMEIDA, 1998; ABRAMOVICH, 1995; RAMOS, 1987). FANNY ABRAMOVICH (1995) afirma: “se [a leitura de um livro] *for mais uma lição de casa, a gente bem sabe no que é que dá...*” (p. 148).

A questão não está em responsabilizar professores pela falta de espaço para o prazer da leitura na escola, mas sim em oferecer variedade de títulos que possibilitem unir informação com motivação para a leitura. Além disso, devem ser elaboradas sugestões para o trabalho que contemplem os aspectos prazerosos proporcionados por um livro (ALMEIDA, 1998; ABRAMOVICH, 1995), bem como as especificidades de cada disciplina.

Vale retomar as discussões acerca da interdisciplinaridade anteriormente desenvolvidas. Considerando que as disciplinas escolares estão assentadas sobre a linguagem verbal escrita, e os textos, sejam escritos na lousa ou nas páginas de um livro, constituem o padrão principal de circulação do saber (ALMEIDA, 1998), a formação de leitores deve ser entendida como um projeto da escola, em um trabalho interdisciplinar (SILVA, 1998).

A proposta de um livro paradidático de Ciências unindo elementos do folclore e conceitos biológicos no estudo de um grupo animal insere-se no panorama aqui traçado por permitir tanto o planejamento de um trabalho interdisciplinar de leitura, que pode ser em conjunto com a área de Língua Portuguesa, como também por gerar interesses além da busca por informações científicas, pela abordagem do folclore. Assim, a proposta relaciona-se a três pressupostos aqui considerados: todo professor é um professor de leitura, o

espaço para prazer e fantasia não precisa ser exclusivo das aulas de literatura e, finalmente, a forma de trabalhar a leitura dos textos na sala de aula influencia diretamente a formação de leitores.

- **A leitura como interação entre leitor e autor**

Por sua dimensão interativa, a leitura pode ser considerada um ato social que se dá entre dois sujeitos, o leitor e o autor, que interagem entre si mesmo à distância.

Tal interação foi brilhantemente descrita por ÍTALO CALVINO em *Se um viajante numa noite de inverno*, de 1979:

“Admitindo que a escrita consegue superar as limitações do autor, ela apenas continuará a ter sentido quando for lida por uma pessoa singular e atravessar os seus circuitos mentais. Somente o fato de poder ser lido por um determinado indivíduo prova que aquilo que é escrito participa do poder da escrita, um poder baseado em algo que está para além do indivíduo. O universo exprimir-se-á a si mesmo até que alguém possa dizer: ‘Leio, logo ele escreve’.” (CALVINO, citado por BERNARDES, 2003, p. 85)

BAKHTIN (citado por BERNARDES, 2003) comenta a respeito dos “*tormentos da escrita*”, questões com as quais o autor se depara em seu trabalho: com que palavras o texto será produzido? Como serão escolhidas? Como colocá-las numa ordem tal que seja possível tornar o texto inteligível? Bakhtin considera que as questões envolvidas na criação literária se relacionam com a natureza inflexível do material com que o autor trabalha, ou seja, as palavras, inseridas em um mundo permeado por leis lingüísticas que determinam o ato de escrever.

Assim, antes de chegar às mãos do leitor, o texto já passou por uma série de transformações envolvidas no processo de criação, como a passagem da linguagem interior para uma enunciação externa (BERNARDES, 2003).

Na perspectiva da leitura como interação, o processo de construção de um texto envolve, em sua essência, a participação de um leitor virtual para quem o autor dirige seu discurso (KLEIMAN, 1995; BALAU, 1981). A atividade de leitura passa a ser, então, uma atividade de co-enunciação, no sentido de quem escreve, antecipa, na própria geração de seu texto, as respostas de um futuro leitor real (BERNARDES, 2003).

O leitor real, por sua vez, mobiliza suas habilidades de leitura, seus conhecimentos prévios e interesses, constituindo sentidos ao texto e não apenas reconstituindo aqueles sentidos determinados pelo autor. Sob este ponto de vista, é possível afirmar que nem o leitor, nem o escritor são capazes de prever todos os sentidos que a leitura pode produzir (BERNARDES, 2003) ³⁵.

A leitura compreende, portanto, dois movimentos opostos: um de expansão, em que proliferam os sentidos através das lacunas deixadas no texto, e um de filtragem, representado pelo uso, por parte do autor, de estratégias que procuram selecionar palavras e levar a uma interpretação pertinente (BERNARDES, 2003).

Considerando os objetivos deste trabalho, as considerações serão centradas no trabalho do autor e nas estratégias lingüísticas geralmente utilizadas para compor um texto didático. De acordo com CUEVAS (1990), as estratégias que garantem a clareza de um texto com funções didáticas podem ser organizadas em dois grupos: o grupo dos aspectos semânticos, ou seja, aqueles associados ao conteúdo, e o dos aspectos de ordem estrutural, envolvendo sintaxe e vocabulário.

A seguir serão analisados aspectos das duas categorias mencionadas, abordando questões pertinentes à aprendizagem de conceitos científicos. O termo “texto didático” será utilizado como referência ao tipo de estrutura textual verificado tanto em livros didáticos quanto em paradidáticos.

³⁵ Não se pode defender porém, uma concepção ingênua acerca da polissemia de um texto, considerando a leitura produtora de tantos sentidos quanto forem seus leitores. BERNARDES (2003) lembra que todo texto, no momento de sua produção, apresenta um destinatário pensado pelo autor. Na perspectiva bakhtiniana de considerar a leitura uma atividade dialógica, não se pode desconsiderar a voz do autor para enfocar apenas o processo de compreensão por parte do leitor.

- **A transposição didática**

Considerando o conteúdo dos textos de Ciências, faz-se necessário compreender o processo de transposição didática, uma vez que a Ciência ensinada na sala de aula não é – nem deve ser – a Ciência elaborada pelos cientistas.

Se uma publicação científica, um livro didático e as notas de aula de um professor fossem comparados, seria possível perceber diferenças fundamentais nos três tipos de registro quanto à estrutura do texto, à linguagem e ao encadeamento de idéias.

A constatação de que o conhecimento científico trabalhado na escola difere daquele originalmente produzido na esfera da Ciência implica aceitar que existem processos transformadores do conhecimento. Esses processos estão compreendidos no conceito de transposição didática, apresentado por Yves Chevallard e Marie-Alberte Joshua em um trabalho de 1982, cujo objetivo era analisar e discutir o conceito matemático de distância. Em sua obra posterior (*La Transposition Didactique*, 1985) Chevallard estruturou o conceito de transposição didática, definindo-o como um processo de transformação de saberes em um novo saber – o objeto de ensino ou *saber a ensinar*³⁶. Tal processo contempla um conjunto bastante amplo de variáveis, desde interesses políticos, pedagógicos e até interesses comerciais. De acordo com ALVES FILHO (2000), o objetivo maior do processo é, na perspectiva dos envolvidos na transposição didática, a melhoria do ensino.

Um processo transformador exige a determinação de um ponto de partida ou referência. O ponto de partida adotado na transposição didática é o saber produzido pelos cientistas, de acordo com as regras estabelecidas pelo

³⁶ O termo “saber” será utilizado em lugar de “conhecimento”, seguindo opção de Chevallard (ALVES FILHO, 2000). Os originais franceses utilizam o termo *savoir* (saber), pois parece traduzir adequadamente o objeto do processo transformador da transposição didática. O termo conhecimento (*connaissance*) aparenta ser mais amplo e vago.

estatuto da comunidade científica. É o saber apresentado nas palavras originais de seus autores, comunicado em revistas científicas e anais de congressos. Este saber de referência é denominado *saber sábio* (ou *savoir savant*, no original francês).

O *saber sábio* é transformado em conteúdos de ensino por uma comunidade heterogênea, da qual participam autores de livros didáticos (que podem ser também professores e/ou pesquisadores), professores especialistas em uma disciplina, opinião pública, meios de comunicação e poder público, por meio das orientações curriculares oficiais. Essas personagens determinam quais conceitos e aspectos do saber científico devem ser transformados no *saber a ensinar* e como serão essas transformações (ALVES FILHO, 2000).

Nesta transposição, os conteúdos do *saber sábio* passam a ser apresentados em uma seqüência atemporal e lógica, em ordem crescente de complexidade. O conhecimento científico é assim, desvinculado do contexto no qual se originou e, nesse processo, sofre uma espécie de “degradação”, termo utilizado por Chevallard (ALVES FILHO, 2000). O termo não pode ser entendido, no entanto, de forma pejorativa, referindo-se à mera simplificação de conceitos, mas sim como referência à geração de um novo saber a partir de manipulações necessárias no processo de socialização do conhecimento (MARANDINO, 2004).

Segundo ALVES FILHO (2000): “A *formatação dos livros-textos e manuais escolares atuais são o produto concreto e palpável, junto ao público, do processo transformador do saber sábio em saber a ensinar*” (p. 234) ³⁷.

O fato do *saber a ensinar* constar dos programas escolares e dos livros didáticos, não significa que ele seja apresentado aos alunos da maneira como foi produzido. Na sala de aula emerge o *saber ensinado*, produto da transformação do *saber a ensinar*. Nesta segunda etapa de transposição

³⁷ Alguns autores consideram que o produto da transposição didática na esfera do *saber a ensinar* são os livros didáticos destinados ao Ensino Superior, pois sua produção parte diretamente das publicações científicas, que pertencem à esfera do *saber sábio*. Os livros didáticos para a escola básica não seriam produtos de uma transposição didática “de fato”, e sim, resultado da simplificação daqueles destinados ao nível universitário, apresentando algumas adaptações na linguagem e nos recursos matemáticos (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001).

didática interagem professores, alunos e materiais didáticos, entre outros fatores.

Como são selecionados os conteúdos do *saber sábio* que serão transpostos para o patamar do *saber a ensinar* e, de modo análogo, aqueles que serão efetivamente trabalhados com os alunos? Autores como ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA (2001) e ALVES FILHO (2000) citam Jean-Louis Martinand, que procurou determinar as origens dos elementos que interferem e dão legitimidade ao saber escolar. Essas referências seriam fornecidas por diversas fontes, como atividades domésticas, culturais, de pesquisa tecnológica entre outras, constituindo o que Martinand denominou “práticas sociais de referência”.

As práticas sociais de referência “*funcionam essencialmente como um guia de análise de conteúdo, de crítica e de proposição*” no processo de transposição didática (Martinand, citado por ALVES FILHO, 2000, p. 223). Evita-se desta maneira que, na constituição dos objetos de ensino, prevaleçam conceitos sem significado para os alunos ou exemplos distantes de sua realidade. Tanto o autor de obras didáticas quanto o professor de Ciências devem observar a relação dos conteúdos curriculares com a cultura e o cotidiano dos alunos, abordando situações familiares e significativas sempre que possível.

Como instrumento de análise, a transposição didática possibilita a construção de um quadro explicativo do processo transformador de saberes. Diversos são os trabalhos que analisam as transformações sofridas por conceitos científicos até chegarem aos manuais didáticos, como o trabalho de ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA (2001), que aborda um tema da Física, e o de MURILLO & QUÍLEZ (2005), que examina o conceito de sucessão ecológica em livros didáticos de Biologia. Neste último, as pesquisadoras verificaram que a transposição do tema sucessão ecológica apresentou como principais dificuldades a complexidade dos conceitos envolvidos, e a falta de consenso nas interpretações dentro do meio acadêmico. Alguns elementos e pressupostos fundamentais da explicação de sucessão ecológica não são transpostos para os livros escolares, devido ao seu nível de complexidade.

A noção de transposição didática vem ganhando cada vez mais espaço nos debates na área de ensino de Ciências e, apesar de ter sido aqui apresentada de forma muito simplificada, é possível perceber alguns fatores envolvidos na árdua tarefa de compor um texto didático de Ciências. Recortes, adaptações de linguagem e outras transformações são responsabilidades do autor, comprometido não apenas em veicular os conceitos científicos da forma correta, mas também em dialogar com seu público-leitor. Este último aspecto envolve o uso de recursos lingüísticos que tornem o texto compreensível, e será abordado a seguir.

- **A busca por coesão durante a leitura**

LÓPEZ, PORTOLÉS & GAMÉZ (1993) distinguem dois níveis de compreensão da leitura que influem na eficácia de textos didáticos. No nível macroestrutural, o leitor explora o texto buscando integrar informações para compor um significado amplo e coerente. No nível microestrutural, o leitor reconhece, de forma automática, as unidades de significação do texto – palavras, frases, parágrafos. Existem recursos que permitem ao autor de um texto didático facilitar a compreensão e garantir a clareza, aplicados aos dois níveis mencionados.

Na dimensão macroestrutural, são importantes a motivação para a leitura, a mobilização dos conhecimentos prévios do leitor e o encadeamento lógico dos parágrafos ou outras unidades no texto.

A motivação em compreender tem origem na busca por coerência no texto, sendo esta busca um princípio presente também em outras atividades humanas. Segundo KLEIMAN (1995), existem evidências experimentais mostrando como a presença de um objetivo específico para a leitura favorece a memorização de um texto. O contexto escolar muitas vezes não favorece a atividade de leitura, ao eliminar a motivação em compreender. Isso acontece quando o trabalho com o texto é compulsório e confuso, constituindo apenas pretexto para cópias, resumos e outras tarefas mecânicas.

Estabelecer objetivos para a leitura também contribui para o desenvolvimento de outro aspecto cognitivo da leitura no seu nível macroestrutural: a “formulação de hipóteses”, termo utilizado por KLEIMAN (1995). O leitor imagina o que vem em seguida, elabora hipóteses, e as testa à medida que vai lendo o texto.

O próprio título permite elaborar suposições em relação ao conteúdo. Na escolha de um título apropriado, pode-se levar em conta as considerações de LÓPEZ *et al.* (1993): títulos que não são facilmente relacionados ao tema central são mais difíceis de ser compreendidos, principalmente por crianças com dificuldades de leitura. A compreensão é facilitada quando a temática central é apresentada logo no início do texto, no título e nas primeiras sentenças. A partir daí, a organização dedutiva dos argumentos ao longo do parágrafo auxilia no entendimento (KLEIMAN, 1995).

LÓPEZ *et al.* (1993) mencionam também a importância de explicitar a ligação entre parágrafos não consecutivos pelo uso de expressões do tipo “*Como já vimos...*” ou “*Retomando...*”, bem como as relações entre argumentos com conectores do tipo “*assim*” e “*portanto*”. Conceitos ou definições importantes para o entendimento do tema podem ser destacados no texto, o que pode ser feito pelo uso de negrito, retomados sempre que necessário. Segundo indicam os resultados da pesquisa citada, tais estratégias contribuem para a compreensão de textos didáticos de Ciências.

Na busca por coerência, conhecimentos prévios relevantes para o assunto do texto são ativados. Segundo KLEIMAN (1995), quando um texto contém obscuridades ou inconsistências, o leitor busca resolvê-las apelando para seus conhecimentos prévios. No caso de textos para o ensino de conceitos científicos, a presença de inconsistências pode ser perigosa quando gera uma falsa sensação de entendimento. O aluno pode encontrar, nas entrelinhas de um texto inconsistente, reforços para suas próprias concepções, não superando assim idéias inadequadas do ponto de vista científico.

Na elaboração de um texto com finalidades didáticas ou de divulgação científica, o autor deve, portanto, estar atento às possíveis ambigüidades do

texto, além de deixar evidente, de alguma forma, o nível de conhecimento do assunto que seu leitor deve possuir para não estranhar, ou fazer interpretações equivocadas, de seu texto. Esse cuidado também deve ser observado na apresentação de analogias, que devem possuir referências familiares ao leitor, segundo LÓPEZ *et al.* (1993).

A sensação de estranhamento diante de um texto pode ocorrer quando algumas palavras que são importantes para o entendimento estão ausentes. O autor que considera um determinado tema “óbvio” demais, por exemplo, pode não explicitar alguns termos que servem de “pistas” ao leitor no acesso à idéia principal do texto, o que resulta em dificuldades na compreensão (KLEIMAN, 1995).

Outra situação que compromete a compreensão de um texto é o uso de palavras desconhecidas pelo leitor. KLEIMAN (1995) cita como exemplo a leitura de um manual de jardinagem em que está escrito “não cobrir o colo da planta com a terra”; o leitor que não souber o significado da expressão “colo da planta” não conseguirá entender a instrução. Este exemplo não aborda, no entanto, um problema muito complexo, uma vez que o leitor necessita apenas relacionar a palavra “colo” a uma parte da planta, que é um objeto já conhecido. Supondo hipoteticamente que o leitor não soubesse o que é uma planta ou não tivesse noção alguma a respeito de suas partes, o entendimento do texto seria um problema bem mais complexo. Assim, o desconhecimento de palavras pode mascarar o desconhecimento de conceitos sobre determinado assunto.

Na aprendizagem de conceitos científicos, é preciso admitir que os jargões técnicos e a linguagem científica não constituem os únicos fatores envolvidos nessa construção; entram neste jogo outras linguagens, principalmente a utilizada no cotidiano. Muitas palavras usadas na Biologia para expressar conceitos são palavras presentes na linguagem do senso comum, possuindo outros significados, o que pode resultar em interpretações equivocadas (SILVA & ALMEIDA, 1998). Um exemplo é o termo “adaptação”, conceito-chave nos estudos de evolução biológica, que não corresponde ao sentido atribuído à palavra no senso comum. Para CUEVAS (1990), tanto o autor quanto o professor de Ciências devem estar cientes dos significados intuitivos

ou alternativos que os alunos podem atribuir a determinadas palavras ou expressões presentes na linguagem científica³⁸.

- **Formas do discurso no texto didático de Ciências**

Estudos na área de linguagem indicam que o texto didático constitui-se, na verdade, de um conjunto de gêneros de discurso³⁹ que podem se misturar ou se mimetizar, conforme afirmação de BRAGA & MORTIMER (2002). Dentre as formas de discurso identificadas nos textos didáticos de Ciências, estão a narrativa e a expositiva, sendo que ambas podem estar impregnadas de descrições.

KLEIMAN (1995) aponta como características das narrativas a marcação temporal cronológica, expressa nos tempos verbais, e a relação clara de causalidade, uma vez que os motivos de um acontecimento são importantes para o desenrolar de uma história. A introdução de personagens também é uma característica das narrativas.

Para MARTINS, OGBORN & KRESS (1999), a construção de explicações no ensino de ciências, geralmente caracteriza-se pela criação de “entidades” no discurso do professor e/ou do livro didático. As “entidades” correspondem a conceitos não intuitivos, que não fazem parte do conhecimento do dia-a-dia. O entendimento do que são essas “entidades” é antecedido por definições de

³⁸ Como um caso extremo e interessante de atribuição de significados a determinados léxicos, vale citar um estudo em etnozootologia (SANTOS-FITA *et al.*, 2008) realizado em um povoado do interior da Bahia. O estudo mostrou que os moradores associam a palavra *inseto* com aspectos considerados negativos, como repugnância e nocividade, dando como exemplos aranhas, escorpiões, sapos e cobras. Tais moradores diferenciam *insetos* de *animais*, que são aqueles considerados úteis. Na abordagem dos grupos animais, os significados populares das palavras inseto e animal teriam de ser levados em conta no processo de ensino.

³⁹ Diversas são as perspectivas de análise textual e os autores que as fundamentam. Uma abordagem possível é a de analisar a microestrutura do texto a partir de seus elementos formais – palavras, frases, parágrafos – que neste trabalho está baseada nas categorias descritas por KLEIMAN (1995). Outra abordagem, baseada na análise do discurso, leva em consideração as intenções do autor e a sua interação com o leitor, utilizando nessa análise não apenas o trabalho de KLEIMAN (1995), mas também elementos da “teoria da argumentação” ou “Retórica moderna” de Chaïm Perelman (BALAU, 1981).

termos e descrições de atributos, assemelhando-se ao processo de apresentação de personagens em uma história. As explicações científicas vão sendo dessa forma construídas como narrativas, nas quais as “entidades” são as protagonistas (MARTINS, 2001; MARTINS *et al.*, 1999).

Na estrutura expositiva, ao contrário da narrativa, a marcação temporal não é relevante ou é impossível de ser identificada. A ênfase está nas idéias a respeito do tema e não nas ações; torna-se irrelevante saber quando as ações foram executadas e quem as executou – daí a ausência de personagens. Em uma exposição é possível distinguir a ligação entre seus componentes, que pode ser uma relação de causa e efeito, problema e solução, comparação, analogia, entre outras relações lógicas.

Na perspectiva interativa da leitura, a exposição pode ser entendida como uma argumentação, que se traduz na intenção do autor de convencer o leitor, de ganhar sua adesão (BALAU, 1981) ⁴⁰. Do ponto de vista do autor, o êxito de uma argumentação depende do quanto se conhece o seu auditório e o tema a ser apresentado, sendo assim capaz de promover adequações de linguagem.

O esforço argumentativo é identificado por “*marcas formais da presença do autor*” (KLEIMAN, 1995, p. 65), que permitem ao leitor perceber as intenções do autor. Essas “pistas” são percebidas inconscientemente e estão presentes na forma de elementos de ligação entre frases ou parágrafos. Em um teste relatado por KLEIMAN (1995), alunos foram divididos em dois grupos, cada um recebendo uma versão de um pequeno texto sobre energia nuclear. Os textos eram praticamente idênticos, apresentando diferenças em uma sentença:

⁴⁰ A teoria da argumentação relaciona-se à Retórica, que surgiu na Antiguidade Clássica vinculada a objetivos práticos e concretos, como a resolução de conflitos, e tinha por objetivo o desenvolvimento de técnicas de persuasão. PERELMAN (1976, citado por BALAU, 1981) faz uma distinção entre argumentação e demonstração. A primeira varia de acordo com o auditório e o contexto, que determinam a escolha e a organização dos argumentos apresentados, e se modifica ao longo do tempo. Na demonstração não há mudanças, uma vez selecionadas as premissas e estabelecido o encadeamento lógico que leva a uma conclusão. Enquanto a demonstração pressupõe um leitor ou auditório interessado, na argumentação o autor deve ter sua atenção conquistada.

- (a) “... *Mas* a energia nuclear pode *também* ser usada para fins pacíficos? Algumas indicações nesse sentido já foram percebidas nos resultados das primeiras experiências com essa fonte de energia...”
- (b) “... A energia nuclear pode ser usada para fins pacíficos? Algumas indicações nesse sentido já foram percebidas nos resultados das primeiras experiências com essa fonte de energia...”

Os leitores que foram apresentados à primeira versão perceberam com mais facilidade o contraste temático proposto pelo autor: a energia nuclear pode ser letal, *mas* também pode ser usada para fins pacíficos. Os alunos que leram a versão (b) tiveram dificuldade em identificar a oposição, o que permitiu concluir que a presença de marcadores explícitos – no caso do texto (a), constituídos pelas expressões *mas* e *também* – favoreceu a compreensão, na medida em que materializou um sentido no texto.

KLEIMAN (1995) considera a *descrição* um terceiro tipo de estruturação textual, percebida geralmente pelo acúmulo de adjetivos e/ou pelos seus efeitos de listagem, de qualificação, ou de particularização do objeto. A autora destaca, no entanto, que a descrição raramente se apresenta como uma forma independente, sendo tipicamente encontrada no interior de uma narrativa, ou de uma exposição – talvez os manuais de instrução sejam exceções.

Na descrição, a ênfase está na carga informacional. A essência da descrição é a seletividade, lembra KLEIMAN (1995), uma vez que o autor não atingirá seus objetivos, seja em uma narrativa ou em uma exposição, descrevendo algo exaustivamente.

Nota-se que o texto didático utiliza-se de diferentes tipos de discurso e de diversas estratégias em nível microestrutural, que permitem ao autor argumentar junto ao leitor-aluno. A compreensão de tais discursos depende do desenvolvimento de habilidades de leitura:

“Quanto mais conhecimento textual o leitor tiver, quanto maior a sua exposição a todo tipo de texto, mais fácil será a sua compreensão, pois (...) o

conhecimento de estruturas textuais e de tipos de discurso determinará, em grande medida, suas expectativas em relação aos textos, expectativas estas que exercem um papel considerável na compreensão.” (KLEIMAN, 1995, p. 20).

- **A linguagem descritiva no texto didático de Ciências**

Um dos objetivos do ensino de Ciências na escola é possibilitar o contato das crianças com o discurso científico, tornando conhecidos alguns vocábulos, processos, formas de pensamento, isto é, inserindo-as na cultura científica. Este contato com o conhecimento científico permite ao aluno elaborar concepções acerca da Ciência e re-elaborar ou transformar suas próprias explicações acerca do mundo ao seu redor, construindo conceitos, de acordo com seu desenvolvimento intelectual e afetivo (GOUVÊA, 2005).

O reconhecimento, a compreensão e o domínio de alguns elementos do discurso científico estão contemplados como um dos objetivos do ensino de Ciências nos documentos oficiais brasileiros. Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais para o 3º e o 4º ciclos do ensino fundamental destacam:

“Em Ciências Naturais, oportunidades para ler, escrever e falar são momentos de estudo e elaboração de códigos de linguagem específicos do conhecimento científico. A aprendizagem desse código comporta tanto a leitura e escrita de textos informativos quanto à apropriação de terminologia específica (...).” (BRASIL, 1998, pg. 127).

De acordo com CUEVAS (1990), a linguagem tem sido considerada um fator fundamental no desenvolvimento e apreensão de novos conceitos científicos. Assim, a linguagem é um aspecto importante não apenas na divulgação de conhecimentos científicos, mas na própria produção deles.

A Ciência utiliza uma “linguagem nominalizada”, pois os conceitos logo recebem nomes, gerando o que SUTTON (1997) chama de “etiquetas”, que

permitem, numa situação ideal, rapidamente acessar o conjunto de idéias “etiquetado”.

No processo de produção de conhecimento científico, é possível distinguir o uso de um outro tipo de linguagem nas suas etapas iniciais e intermediárias e o uso das “etiquetas” nas fases conclusivas das pesquisas. Em um primeiro momento, pode-se recorrer ao uso de analogias e metáforas para auxiliar a construção de certas definições e explicações, compondo uma linguagem “interpretativa” (SUTTON, 1997). Neste contexto, metáforas e analogias não servem apenas como recursos de linguagem, mas constituem ferramentas da própria formulação de hipóteses e permitem aos outros membros da comunidade científica, compreender e construir mentalmente os modelos propostos por um pesquisador, constituindo assim uma ferramenta de persuasão (PIETROCOLA, 2005; SUTTON, 1997). Em um artigo em que apresenta professores de Ciências como “professores de linguagem”, SUTTON (2003) cita como exemplo o uso do termo *seleção* por Charles Darwin, fazendo uma analogia com o processo de seleção artificial para chegar à proposição do conceito de seleção natural; com o tempo, a “etiqueta” *seleção natural* passou a ser entendida e compartilhada dentro da comunidade científica para se referir a um processo evolutivo.

Em suas etapas finais, o discurso científico se caracteriza não apenas pelo uso de “etiquetas”, mas também por um estilo de comunicação impessoal e neutro. Existem registros históricos que permitem identificar as etapas de desenvolvimento de uma explicação científica pela análise do discurso utilizado (PIETROCOLA, 2005; SUTTON, 2003). Ao se analisar o avanço científico, nota-se que a evolução da linguagem interpretativa para a linguagem nominalizada é gradual e esperada.

Segundo KLEIMAN (1995), o discurso científico caracteriza-se pela indicação de que o conhecimento produzido pela Ciência não corresponde a um conjunto de ‘verdades acabadas’. No texto científico, há maior objetividade

devido à ausência de adjetivos tendenciosos, mas a autora considera que também neste tipo de texto o objetivo é ganhar a adesão do leitor⁴¹.

No discurso científico, a apresentação de argumentos contém apelos à razão e à objetividade, o que torna o texto auto-crítico e não dogmático, o que pode ser percebido pelo uso de expressões como “tal fato *tem sido atribuído a...*”, “*apresenta-se como evidência...*”, “*em uma tentativa de...*”, no lugar de expressões categóricas como: “tal fato *é devido a...*”, “*é uma evidência de...*” e assim por diante (KLEIMAN, 1995). Introduce-se dessa maneira um elemento de incerteza que é encontrado até na argumentação da mais exata das Ciências, abrindo espaço para exceções e refutações. O texto científico, veiculado por revistas especializadas e anais de congressos, reflete assim o próprio trabalho do cientista, que pressupõe a existência do espaço para a autocrítica e para a crítica de outrem (BACHELARD, 1972).

Algumas características do texto científico são reproduzidas nos textos didáticos de Ciências. Alguns pesquisadores afirmam, porém, que esses textos enfatizam as definições e a apresentação de nomes e não o processo que originou a nominalização (PIETROCOLA, 2005; MARTINS, 2001). Tal característica dos textos didáticos relaciona-se com a imagem do senso comum sobre a Ciência: a de que o trabalho da comunidade científica consiste em um processo de “etiquetagem”, ou seja, se resume em descrever fenômenos utilizando uma linguagem característica.

LÓPEZ *et al.* (1993) e CUEVAS (1990) afirmam que algumas características do discurso científico são observadas nos textos didáticos de Ciências: uso de orações estruturalmente complexas, verbos na voz passiva e utilização de muitas palavras desconhecidas do aluno. Considerando suas finalidades no ensino, a presença destas características nos textos didáticos é criticada pelos pesquisadores citados, que sugerem a redução da complexidade sintática pelo uso de orações mais curtas e diretas.

⁴¹ KLEIMAN (1995) diferencia a argumentação científica de outros tipos de argumentação, como a jurídica, em que geralmente há ganhadores e perdedores. No meio científico está subentendido que, em última instância, o debate não tem derrotados, uma vez que se uma teoria ou escola científica for considerada válida em detrimento de outras, isso redundará em benefício de toda a comunidade científica.

Sugestões semelhantes são colocadas por LE COMBER (2008), em editorial de *Journal of Zoology*: a lição mais importante para escrever artigos de divulgação científica ou textos didáticos é não fazê-lo como se estivesse redigindo um artigo científico. O autor considera que os cientistas têm coisas interessantíssimas para contar ao público geral, mas muitos encontram dificuldades em produzir textos fora do padrão de relatório científico. LE COMBER (2008) aconselha simplificar a redação, não utilizando termos científicos quando existir um equivalente na linguagem cotidiana e verificando se palavras podem ser cortadas ou substituídas por outras mais simples e curtas.

PIETROCOLA (2005) e MARTINS (2001) também criticam o uso excessivo de “etiquetas” e a comunicação de estilo impessoal baseada no discurso científico para fins didáticos, alegando que tais características podem levar à impressão de que as “etiquetas” se referem a um conjunto de verdades definitivas e inquestionáveis ou dogmas. Para PIETROCOLA (2005), essa impressão vem reforçar uma visão positivista de Ciência que até hoje influencia fortemente o ensino e pode ter a seguinte consequência:

“Essa forma de apresentação dos textos da ciência acaba por se converter numa de suas características mais enfatizadas na escola, aterrorizando gerações de estudantes que acabam limitando seu aprendizado à memorização de nomes da ciência.” (PIETROCOLA, 2005, p. 317).

“Toda a fase interpretativa da ciência desaparece na transposição didática, impedindo uma ligação necessária com a dúvida e com a certeza, entre processo e produto.” (*idem, ibidem*, p. 327).

A construção do texto didático de Ciências deve ser, portanto, estruturalmente diferente do discurso científico. Não se trata de uma mera adaptação desse discurso para uma forma didática, sob o risco de se criar um discurso “vazio”, baseado na memorização de nomes, fórmulas e definições (PIETROCOLA, 2005; MARTINS *et al.*, 1999).

- **Breve análise de estrutura do texto em dois livros paradidáticos sobre anfíbios**

BRAGA & MORTIMER (2002) realizaram a análise do discurso em livros didáticos de Ciências para 5ª a 8ª séries, identificando aspectos do texto associados à sua função didática e à transposição do discurso científico.

Baseando-se no trabalho dos pesquisadores citados, realizamos uma breve análise de dois livros paradidáticos que tratam do grupo dos anfíbios e que são adequados para os leitores dos anos finais do ensino fundamental (BERTOLUCI, 2002; PASQUALI, LIMA & BASTOS, 2003).

Nas duas obras aqui selecionadas, as listas de descrições, que costumeiramente caracterizam os textos de Zoologia, estão presentes não apenas no corpo do texto, mas também em seções com o objetivo de apresentar nomes e definições.

Em BERTOLUCI (2002), as duas primeiras páginas correspondem à seção “*Em dia com os anfíbios*”, trazendo algumas fotos de anfíbios e um glossário que apresenta cada termo em um quadrinho. Os quadrinhos estão organizados de acordo com a ordem alfabética dos termos: *Alcalóides, Anuros, Batrachia, Cecílias, Dimorfismo sexual, Feromônios, Herpetologia, Holoártica, Saco vocal, Salamandras, Sistema da linha lateral*. No contexto em que são apresentados, pode-se entender que esses termos sejam importantes para iniciar o estudo dos anfíbios, e que talvez precisem ser memorizados antes do aluno prosseguir na leitura.

Em PASQUALI, LIMA & BASTOS (2003), há uma seção intitulada “*Você sabia? Senão, vai saber!*” (p. 7) que apresenta 16 pequenos textos dispostos aleatoriamente na página, não possibilitando identificar blocos temáticos entre eles. Cada texto relata uma característica geral dos anfíbios ou um dado informativo mais específico, como reproduzido aqui em dois exemplos:

- “*Um amplexo (abraço nupcial) pode durar 40 minutos ou até 90 dias, conforme a espécie*”;

- “As pererecas possuem a capacidade de ‘grudar’ nas paredes devido a estruturas nas pontas dos dedos, denominadas discos adesivos, os quais funcionam como ventosas”.

(Pasquali et al. 2003, p. 7)

Nesta obra se observa uma característica dos textos científicos: a citação de referências bibliográficas ao final de sentenças ou parágrafos. O uso deste recurso pode ter sua validade questionada se for considerado que não há explicações em nenhum ponto do livro a respeito do que são os nomes e datas colocados no texto. Tal orientação pode ser necessária para a criança ou jovem leitor e se constituiria em um dos acordos entre autor e leitor que, segundo BALAU (1981), atuam como pontos de partida para a compreensão da leitura.

De acordo com BRAGA & MORTIMER (2002), um recurso muito utilizado no texto didático é o “quebrar” longas seqüências de configuração conceitual intercalando frases que procuram estabelecer um diálogo com o leitor. Essa estruturação está de acordo com o previsto por BALAU (1981) em relação ao uso de recursos que chamam ou prendem a atenção do leitor.

O recurso mencionado pode ser observado em nossa análise, no trecho a seguir:

Na cantiga dos sapos

Você sabia que podemos identificar e medir os sons que os anfíbios emitem?

*Os **anuros** possuem cantos (coaxos) característicos para cada **espécie**, podendo emitir diferentes tipos de cantos. Na grande maioria das espécies, somente os machos **vocalizam**. Estes tipos de cantos ou **vocalizações** são emitidos em diferentes situações, incluindo a atração de fêmeas, **territorialidade**, defesa, combates físicos.*

*Em uma poça, onde existem muitos machos e fêmeas de diferentes espécies, formam-se agregações mistas durante a **estação reprodutiva**, ocorrendo uma verdadeira “orquestra sapônica” que pode ser ouvida a muitos metros de distância.*

As fêmeas são atraídas somente pelos cantos (coaxos) de machos de sua espécie. Esse fato é possível porque cada espécie emite vocalizações típicas, com

*diferentes valores de parâmetros como **freqüência sonora (Hertz)**, duração, taxa de repetição, intensidade (**Decibéis**), dentre outros.*

(PASQUALI, LIMA & BASTOS, 2003, p. 8 – grifos nossos)

No trecho selecionado, a primeira frase estabelece diálogo com o leitor, procurando também aguçar a sua curiosidade. O texto prossegue apresentando diversos conceitos e termos científicos, como os que destacamos no texto. Observa-se que no início são utilizados termos populares como *canto* e *coaxo*, para depois utilizar o termo científico *vocalizar*. Em seguida, outros termos científicos aparecem. No caso de “*freqüência sonora (Hertz)*” e “*intensidade (Decibéis)*”, assume-se que o leitor já conhece os termos, ou que pelo menos sabe que se referem a duas propriedades do som; se o leitor não tiver esse conhecimento, pode entender, pela organização dos parênteses, que *Hertz* é sinônimo de freqüência sonora, e não uma unidade de medida. Já a frase “*ocorrendo uma verdadeira ‘orquestra sapônica’ que pode ser ouvida a muitos metros de distância*” exerce a função de mais uma aproximação com o leitor, desta vez por um trocadilho bem humorado.

As descrições podem estar camufladas em uma estrutura narrativa, quando os eventos são ordenados como uma seqüência temporal (BRAGA & MORTIMER, 2002). Em nossa análise foi possível observar que as etapas da metamorfose dos anfíbios anuros (sapos, rãs e pererecas) são apresentadas em uma seqüência:

“O período de desenvolvimento larval se encerra com a metamorfose. Nesse processo, o girino sofre várias modificações que visam torná-lo bem adaptado à vida em terra. Inicialmente, começam a surgir as patas. As pernas surgem como pequenos brotos, no ponto onde a cauda se junta ao corpo. Aos poucos vai ganhando forma, e surgem os dedos. Enquanto isso, os braços também estão se desenvolvendo, só que dentro da parede do corpo. Quando as pernas estão completamente formadas, os braços rasgam a pele e emergem.”

(BERTOLUCI, 2002, p. 19)

No trecho acima, assim como nos outros trechos citados, é possível observar a questão da transposição didática. O processo da metamorfose é muito simplificado em relação ao que se encontra nos livros sobre biologia dos anfíbios para o ensino superior, como o de DUELLMAN & TRUEB (1994); a distância é ainda maior em relação aos artigos científicos que abordam o tema da metamorfose sob múltiplos aspectos – ecológicos, evolutivos, hormonais, citogenéticos, entre outros.

Com o recurso da narrativa, a ordem temporal fica bem evidente pelo uso dos marcadores *inicialmente*, *aos poucos* e *enquanto isso*, mesmo o leitor não sabendo quanto tempo leva esse processo e qual a duração relativa de cada etapa descrita. A afirmação “*o girino sofre várias modificações que visam torná-lo bem adaptado à vida em terra*” procura aproximar o leitor do tema a ser descrito, reforçando a noção de uma seqüência lógica de eventos. Sem conhecimentos básicos a respeito dos processos evolutivos, no entanto, o leitor poderia interpretar uma intenção ou finalidade no processo de metamorfose, uma vez que o termo *adaptação* possui significados diferentes na linguagem do senso comum e na Biologia. O livro de BERTOLUCI (2002) apresenta um quadro em página anterior (pág. 7) intitulado “*A Teoria da Evolução*”, que apresenta ao leitor alguns conceitos fundamentais de evolução biológica por seleção natural, o que talvez tenha a função de evitar interpretações incorretas.

Na breve análise aqui realizada, verifica-se que o texto didático de Ciências pode combinar recursos distintos, como generalizações, descrições, diálogos, narrativas e até mesmo pensamentos e juízos de valor, não apresentando um discurso homogêneo. Tais considerações também foram feitas por BRAGA & MORTIMER (2002) em sua análise de livros didáticos de Ciências.

Importa ressaltar que, na tarefa de escrever, deve-se considerar o conjunto de variáveis lingüísticas relacionado com o processo de compreensão dos textos destinados ao ensino de Ciências para que a função instrucional se cumpra.

V - Metodologia

Na pesquisa bibliográfica realizada, foram encontrados relativamente poucos trabalhos da área de ensino de Ciências com o objetivo de produzir textos didáticos (ARANTES, 2002; VANNUCHI, 1996; LÓPEZ *et al.*, 1993) – nenhum deles na área de Biologia – o que permitiu observar que não existem metodologias consagradas para a criação de um material como o proposto nessa dissertação.

Há, no entanto, referenciais teóricos que foram utilizados para o desenvolvimento das características centrais do presente material e que foram apresentados no item IV desta dissertação. Essas características centrais são:

- interdisciplinaridade;
- natureza do conhecimento científico e do conhecimento popular na forma de folclore;
- características associadas aos livros paradidáticos de Ciências;
- transposição didática de conceitos científicos;
- aspectos do texto didático que asseguram sua função instrucional.

O aprofundamento teórico de tais temas permitiu identificar dois conjuntos temáticos que orientaram a produção dos textos: um relacionando diretrizes para a execução da proposta interdisciplinar e outro reunindo aspectos do texto didático de Ciências, considerando um texto capaz de atingir os objetivos de transmitir conceitos de forma correta, motivadora e adequada ao nível cognitivo do aluno-leitor.

Esses dois conjuntos temáticos e as etapas pelas quais o presente trabalho passou, estão resumidos no fluxograma a seguir:

V-1 - Aspectos relacionados à interdisciplinaridade

Considerando a proposta de unir folclore e biologia dos anfíbios numa abordagem interdisciplinar, sem descaracterizar as áreas convocadas para interação, passou-se à seleção de fatos folclóricos que permitissem estabelecer

(*) *Curso de Extensão de Folclore e de Cultura Popular*, promovido pelo Museu de Folclore Rossini Tavares de Lima (São Paulo, SP), de março a novembro de 2006, com carga horária de 136 horas. O curso foi ministrado pelo Prof. Hélio Moreira da Silva, então diretor do Museu, e organizado em 34 aulas temáticas tendo como objetivo abordar fundamentos, conceitos, teorias e diferentes manifestações do Folclore no Brasil, baseados na obra de Rossini Tavares de Lima.

conexão com aspectos da biologia dos anfíbios. A seleção de tais fatos folclóricos baseou-se na transmissão oral e principalmente em registros bibliográficos (CASCUDO, 2000; TAUNAY, 1999; NOMURA, 1996; MORGAN, 1995; SANTOS, 1994; BASTOS, 1990; LISPECTOR, 1987; SANTOS, 1987; LA FONTAINE, 1985). Foram selecionadas narrativas da literatura oral – contos, fábulas, lendas, “causos” – quadrinhas, ditados populares, letras de cantigas, crendices, superstições e usos na medicina popular relacionados aos anfíbios. A pesquisa não se restringiu aos elementos do folclore brasileiro.

Após a seleção, os fatos folclóricos foram adaptados ou reescritos para o presente material, o que é possível desde que fique evidente se tratar de aproveitamento, situação na qual o Folclore se projeta através de um portador e de um veículo diferentes daqueles presentes no contexto original (LIMA, 2003).

A seguir, passou-se a selecionar dados sobre a biologia dos anfíbios que pudessem ser relacionados com os fatos folclóricos levantados. Para isso, foram consultados livros didáticos destinados ao ensino superior (POUGH *et al.*, 1999; DUELLMAN & TRUEB, 1994; HEATWOLE, 1994), guias de identificação de anfíbios (AMPHIBIAWEB, 2008; LIMA *et al.*, 2005; KWET & DI-BERNARDO, 1999; FEIO *et al.*, 1998) e artigos de periódicos, além de notas de aulas e comunicações pessoais dos Professores Carlos Jared e Marta M. Antoniazzi, do Instituto Butantan.

A coleta de fatos folclóricos e de bibliografia científica sobre anfíbios fundamentou a etapa seguinte, que consistiu na elaboração de um roteiro idealizado de forma a destacar a ligação do elemento folclórico com algum tema ou conceito da biologia dos anfíbios, sintetizado no quadro a seguir⁴³.

⁴³ No roteiro, há indicação dos fatos folclóricos de outros países ou regiões; no caso do Folclore brasileiro, não há indicações.

Quadro 1. Relação entre temas da biologia dos anfíbios e fatos folclóricos

Biologia dos anfíbios	Fato folclórico
Evolução dos anfíbios	<ul style="list-style-type: none"> • Lenda registrada na Argentina sobre como surgiu o sapo (transmissão oral)
Produção de toxinas ("venenos") pelas glândulas granulosas da pele.	<ul style="list-style-type: none"> • Histórias de bruxaria da tradição europeia (MORGAN, 1995) • Superstições: uso de sapos em feitiços e mandingas (NOMURA, 1996; SANTOS, 1994) • Crendice: o contato com sapos e salamandras pode envenenar e matar pessoas (TAUNAY, 1999; SANTOS, 1994) • Crendice: o "suor" dos anfíbios é venenoso (transmissão oral) • Lenda indígena sobre a origem dos muiraquitãs, amuletos para proteção muitas vezes esculpidos com forma de anuros (CASCUDO, 2000). • Medicina popular brasileira: uso de extratos de pele de determinadas espécies para cura de doenças – desde inflamações na pele até tumores de garganta – ou alívio de dores (NOMURA, 1996). • Medicina popular chinesa: uso do <i>Ch'an Su</i> (ou <i>senso</i>), pó obtido de extrato de pele do sapo chinês (<i>Bufo bufo gargarizans</i>) e utilizado popularmente por seus efeitos analgésicos e diuréticos ou no tratamento de erupções cutâneas e problemas cardíacos (Ko <i>et al.</i>, 1996). • Tradição indígena dos Matsés (região amazônica): uso do <i>kambô</i> ou <i>kampu</i> (popularmente conhecido como "vacina de sapo"), feito com a secreção da pele de <i>Phyllomedusa bicolor</i>, em ritual para trazer sorte aos caçadores (NOMURA, 1996; ERSPAMER <i>et al.</i>, 1993). • Associação dos sapos com cogumelos venenosos, como os do gênero <i>Amanita</i>, conhecidos em diversos lugares do mundo como <i>toadstools</i> ("banquinhos-de-sapo") (MORGAN, 1995). • Crendice: o intanha ou sapo-de-chifre é extremamente venenoso, sendo um risco para as pessoas, crendice desmistificada por BRAZIL e VELLARD (1926) que mostraram ausência de secreções de efeito letal em mamíferos. • Expressões populares (BASTOS, 1990, p. 102-3): <ul style="list-style-type: none"> - "Engolir o sapo – ouvir pela frente coisas desagradáveis sem poder dar-lhes resposta" (p. 102);

<p>- “<i>Preferir ser sapo de pocinho do que sapinho que poção</i>” (p. 103).</p>	
<p>Pele úmida e fria dos anfíbios, evidente no aspecto brilhante da pele das jias ou rãs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Expressão popular: “<i>mão de jia</i> – mão muito fria” (BASTOS, 1990, p. 100).
<p>Protuberâncias (“verrugas”) na pele de anuros, como nos sapos (bufonídeos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice: o contato com a pele do sapo causa uma irritação na pele, o “cobreiro” (SANTOS, 1994), que na verdade pode corresponder à infestação pela larva dos vermes <i>Ancylostoma braziliensis</i> – conhecida como bicho-geográfico – ou à infecção pelo vírus <i>Herpes zoster</i>. • Medicina popular: o contato com a pele do sapo pode curar doenças de pele que se caracterizam por descamação ou formação de bolhas, pela “lei da semelhança”: como a pele do sapo apresenta protuberâncias, serviria para curar esse tipo de manifestação na pele humana (NOMURA, 1996). • Linguagem popular: o termo “sapinho” é utilizado para referência a inflamações na região dos lábios, principalmente a candidíase, infecção causada por fungo caracterizada por pequenas bolhas nos cantos da boca (BASTOS, 1990).
<p>Permeabilidade da pele; relação dos anuros com umidade do ambiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lenda indígena guarani: <i>A lenda do sapinho</i>, que explica porque chove quando os sapos cantam (WERA MIRIM, 2002). • Crendices (NOMURA, 1996): <ul style="list-style-type: none"> - matar sapo ou virar sapo morto de barriga para cima faz chover; - deve-se manter sapos dentro de poços para que não sequem; - fenômeno da “chuva de sapos” em determinadas épocas do ano. • Mito indígena chileno, da tribo Araucânia: <i>gnenco</i>, espírito protetor das águas representado por um sapo (SANTOS, 1994). • Representações mitológicas de rãs como símbolo da água, dos rios ou da chuva em civilizações primitivas (MORGAN, 1995; SANTOS, 1994; CHEVALIER & GHEERBRANT, 1989). • Expressão popular: “<i>Mais contente que sapo em dia de chuva!</i>” (BASTOS, 1990). • Cantiga popular: <i>O sapo não lava o pé</i> (transmissão oral)

Metabolismo dos anfíbios: ectotermia e balanço hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Conto popular: <i>Alvorço de festa no céu</i> (LISPECTOR, 1987) ou <i>O urubu e o sapo</i> (NOMURA, 1996).
Armazenamento de água na cloaca	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice: “urina” de sapo é venenosa ou sapos “urinam” mirando nos olhos das pessoas e a “urina” causa cegueira (NOMURA, 1996; transmissão oral).
Estratégias de defesa contra predadores (exceto secreções da pele, abordadas em item separado): camuflagem, coloração de advertência (aposematismo), tanatose, mimetismo <i>batesiano</i> , comportamento deimático.	<ul style="list-style-type: none"> • Conto popular de esperteza: <i>Sapo com medo d’água</i> (AZEVEDO, 2000) • Conto popular que une histórias “O urubu e o sapo” e “Sapo com medo d’água” – Versão intitulada <i>Viola no saco</i> por TATIANA BELINKY (2001) • Fábula: <i>A rã que quis ser boi</i> (LA FONTAINE, 1987) e <i>A rã e o boi</i> (LOBATO, s/ data) • Fábula: <i>A lebre e as rãs</i> (LOBATO, s/ data)
Predadores de anuros	<ul style="list-style-type: none"> • Fábula de Esopo: <i>As rãs que queriam um rei</i> (JACOBS, 1945).
Locomoção nos anuros	<ul style="list-style-type: none"> • Ditados populares (BASTOS, 1990): <ul style="list-style-type: none"> - <i>De pulo em pulo, o sapo acha o rumo!</i> - <i>Quem anda pulando de cá para lá, pererecando está!</i> • Conto de esperteza: <i>O sapo e o coelho</i> (CASCUDO, 2000) ou <i>El sapo y el ratón</i> (TORNER, 1946). • Nome popular: perereca – etimologia da palavra, de origem indígena: <i>pere’reg</i>, que significa “ir aos saltos” (GUEDES, 2002).

<p>Captura de alimento pelos anuros: estratégias em diferentes espécies</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice: quando o intanha (untanha ou sapo-de-chifre) morde um animal, não solta mais (NOMURA, 1996; BRAZIL & VELLARD, 1926). • Mito da tradição chinesa: sapo que mora na Lua; quando ele engole o astro, ocorrem os eclipses lunares (MORGAN, 1995). • Crendice: sapo gosta de fumar – o movimento de jogar pontas de cigarro atrai sapos, que pensam tratar-se de uma presa (transmissão oral). • Ditado popular: <i>Todo sapo tem seu dia de jacaré!</i> (BASTOS, 1990) • Expressão popular: “<i>Boca de sapo</i> – boca de quem gosta de qualquer coisa” (BASTOS, 1990, p. 102).
<p>Vocalização dos anuros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantiga: <i>Sapo cururu</i> (transmissão oral) • Populário: interpretação do canto dos machos da espécie <i>Physalaemus cuvieri</i> deu origem ao nome “rãzinha-foi-não-foi” (transmissão oral) • Populário: interpretação do canto de determinada espécie como se fosse um diálogo entre os sapos, registrada por SANTOS (1994). • Ciranda (transmissão oral): <i>Oh! Que coisa boa / A gente ver o sapo / Na beira da lagoa / Batendo com o papo (bis) Foi, foi, não foi / Foi, não foi / Foi, foi, não foi (bis)</i> • Ditados populares (BASTOS, 1990): - <i>Felicidade de sapo é cantar no brejo</i> - <i>Sapo de fora não chia!</i>
<p>Metamorfose</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice da região amazônica: perereca cunauaru (<i>Trachycephalus resinifictrix</i>) é capaz de se transformar em onça ou “jaguetê” (NOMURA, 1996; SANTOS, 1994). • Conto medieval de origem européia: <i>O rei sapo</i> (ENCARNAÇÃO, 2007) ou <i>A princesa e o sapo</i> (MORGAN, 1995).

<p>Reprodução dos anfíbios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice: a rã (ou jia) é a mulher do sapo (NOMURA, 1996) • Ditado popular: “<i>Mulher não casa com sapo porque não sabe qual é o macho</i>” (NOMURA, 1996). • Quadrinha: “<i>É bicho nojento o sapo / Ou de noite ou de manhã; / Mas eu queria ser um sapo / Se você fosse uma rã!</i>” (transmissão oral). • Quadrinha: <i>O sapo e a cariangá</i> (CARNEIRO, 1937). • Mito do Egito antigo: deusa <i>Heket</i>, representada com cabeça de rã, associada aos rios e à fertilidade das mulheres (EXPLORATORIUM, 1999). • Símbolo mítico oriental (tradição chinesa e japonesa): sapo com moeda na boca e amuleto <i>kaeru</i> – relação com fartura (MORGAN, 1995). • Linguagem popular: nome popular da perereca <i>Hypsiboas faber</i> no Nordeste brasileiro é “perereca-gameleira” – relação com ninho de barro em forma de gamela ou panela (C.JARED e M.M.ANTONIAZZI, comunicação pessoal). • Lenda indígena da Amazônia: a origem da perereca cunauaru – <i>Trachycephalus resinifictrix</i> (SANTOS, 1994). • Crendice da região amazônica: ninho resinoso de cunauaru (<i>Trachycephalus resinifictrix</i>) mantido em casa e/ou defumado traz boa sorte na caça e “desencaipora” quem lhe sente o perfume (NOMURA, 1996, p. 4).
<p>Adaptações à vida aquática na família dos pipídeos (representada pelo gênero <i>Pipa</i> na América do Sul)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nome popular: cururu-pé-de-pato – relação com morfologia das patas posteriores (SANTOS, 1994). • Medicina popular: dar três batidinhas com a pipa na barriga do doente, para curar doenças afetando o ventre (SANTOS, 1994). • Lenda indígena da Amazônia: o aru (pipa) e a Mãe da Mandioca – o aru leva a deusa em sua canoa para abençoar as roças bem cuidadas (NOMURA, 1996). • Ditado popular na Amazônia: “<i>Onde aru não aparece, a roça não medra!</i>” (SANTOS, 1994).

Salamandras (Caudata)	<ul style="list-style-type: none"> • Crendice da tradição européia: a salamandra não se queima quando em contato com fogo e ainda é capaz de apagá-lo (TAUNAY, 1999; MORGAN, 1995). • Crendice da tradição européia: salamandras são assexuadas (não existem machos e fêmeas) e elas não se reproduzem, ou seja, seu surgimento é espontâneo (SANTOS, 1994).
Cecílias (Gymnophiona)	<ul style="list-style-type: none"> • Nomes populares: <i>cobra-cega</i> e <i>minhocão</i>, baseados em características das cecílias – os olhos reduzidos e o corpo alongado e com dobras na pele formando anéis (SANTOS, 1994). • Crendice da região Centro-Oeste do Brasil: ao encarar uma cecília de perto, pode-se ficar cego (SANTOS, 1994).

Considerando o grande número de dados obtidos, foram escolhidos aqueles mais representativos dos processos que se pretendia discutir, garantindo a clareza do texto, sem repetições.

V-2 - Aspectos do texto didático de Ciências

Considerando a opção pela elaboração de um livro paradidático, foram identificadas variáveis que interferem na leitura e compreensão do texto, baseando-se principalmente nos trabalhos de KLEIMAN (1995) e LÓPEZ, PORTOLÉS & GAMÉZ (1993). Com base nisso, foram formulados parâmetros relacionados à estrutura do texto, que podem ser organizados em três categorias:

A) Parâmetros relacionados à transposição didática de conceitos científicos

- Considerando que o leitor possui concepções alternativas e conhecimentos prévios a respeito do tema, mobilizar tais conhecimentos utilizando recursos lingüísticos como o de “conversar” diretamente com o leitor e inserir perguntas.

- Na definição de um tema ou conceito, evitar o uso de palavras ou expressões empregadas tanto na linguagem científica quanto na linguagem de senso comum, para não confundir o leitor que ainda não possui familiaridade com o assunto.

- Utilizar analogias na explicação de conceitos científicos, considerando que tal recurso pode auxiliar no entendimento desde que as referências para a analogia sejam familiares ao leitor.

- Evitar o uso de “tom dogmático” nas definições e generalizações, para não transmitir a noção de que a Ciência é constituída por um conjunto de verdades acabadas. Com tal objetivo podem ser utilizadas expressões do tipo “Na maioria das espécies,...” ou “Em muitos casos,...”. Afirmações do tipo “tal fato *tem sido atribuído a...*” são preferíveis à afirmações categóricas como “tal fato *é devido a...*”.

- Observar cuidadosamente o uso de adjetivos que transmitem juízos de valor, especialmente no caso de descrições científicas. Exemplo: uso da expressão “sapo feioso” na narração de um conto de fadas ou em uma fábula constitui um recurso para compor a personagem e o cenário da história. Já em um texto que descreve características morfológicas dos sapos, o uso do adjetivo “feioso” pode se confundir com outros adjetivos usados na descrição – “marrom”, “verrugoso”, “grande” – transmitindo de forma indireta um juízo de valor, não compartilhado pela comunidade científica.

- Observar cuidadosamente o uso de termos e nomes científicos. Termos que podem ser desconhecidos do leitor devem ser acompanhados de explicação ou de sua definição.

B) Parâmetros relacionados à microestrutura do texto

- Reduzir complexidade sintática, evitando o uso excessivo de sentenças na voz passiva e frases muito longas.

- Reduzir complexidade lexical, evitando uso desnecessário de termos científicos. A apresentação excessiva de termos estranhos ao leitor desencoraja a leitura e dificulta a compreensão.

C) Parâmetros relacionados à macroestrutura do texto (coesão)

- Observar cuidadosamente a escolha dos títulos de seções, uma vez que a compreensão é facilitada quando os títulos são facilmente relacionados à temática central.
- Manter coesão do texto em uma seção e no capítulo como um todo, tornando explícita a ligação entre parágrafos não-consecutivos, pelo uso de expressões do tipo “*Como já vimos,...*” ou “*Retomando...*”; relacionar argumentos com conectores: “*assim*” e “*portanto*”.
- Buscar organização crescente de complexidade em argumentos, iniciando com conceitos mais simples e/ou próximos do cotidiano do leitor.
- Ao mostrar exemplos, escolher os mais significativos e diretamente relacionados à idéia central que se deseja ilustrar. O uso excessivo de exemplos pode confundir e desinteressar o leitor.
- Destacar idéias ou conceitos principais – o negrito pode ser uma forma de destacar um termo importante em uma sentença.
- Destacar títulos e subtítulos, deixando evidente para o leitor a organização dos capítulos.
- Repetir conceitos-chave ou idéias importantes mais de uma vez no texto – por exemplo, retomando o conceito visto em uma seção no início da seção seguinte.

Outros aspectos a serem considerados na compreensão de textos didáticos envolvem a legibilidade visual e a escolha de figuras. Tais aspectos estão associados a conhecimentos em elaboração de projeto gráfico e escapam do objetivo deste trabalho. Mesmo sem aprofundamento na questão do projeto gráfico, alguns aspectos foram considerados no preparo do material, baseando-se no trabalho de BOCCHINI (2007) sobre legibilidade visual em livros didáticos para o ensino fundamental:

- utilizar letras com “serifa”, como as fontes Times New Roman ou Garamond do editor de texto Word, do Sistema Windows. Esse tipo de fonte reduz a confusão entre alguns caracteres, como entre as letras L(l) e I(i), sendo tal preocupação relevante no caso de alunos com dificuldades de leitura;
- utilizar letras pretas sobre fundo claro, com tamanho aproximado de 2 mm de altura (corpo 12), estimado como ideal para leitores entre 11 e 12 anos;
- imprimir em papel opaco, para que a impressão em um lado da folha não interfira na leitura na página oposta;
- nas figuras com função de informar ou complementar a informação transmitida pelo texto escrito, promover ligação evidente entre texto e figura.

V-3 - As fases para a elaboração final do material

A) Primeira versão do livro

Os textos foram inicialmente organizados em 11 capítulos, cada um abordando um tema da biologia dos anfíbios. Os temas abordados foram:

1. Introdução: características gerais dos anfíbios
2. A permeabilidade da pele dos anfíbios: relação com a umidade do ambiente
3. Secreção de venenos na pele
4. Outras estratégias de defesa dos anuros
5. Metamorfose
6. Vocalização: os cantos dos anuros
7. Estratégias reprodutivas nos anuros
8. Salamandras: particularidades do grupo dos urodelos
9. Cecílias: particularidades do grupo dos gimnofionas
10. Evolução dos anfíbios: parentesco evolutivo com outros vertebrados
11. Questões ambientais: biodiversidade, principais fatores envolvidos no declínio global de espécies, programas de conservação.

B) O teste na escola

No passo seguinte, alguns trechos do material foram submetidos à leitura de 20 alunos da 6ª série (7º ano) do ensino fundamental de uma escola particular de São Paulo, SP.

O acompanhamento e registro das atividades ocorreram nos dias 08, 09 e 13 de junho de 2006. As identidades da escola e dos alunos foram preservadas conforme acordado entre todas as partes durante o período de observação.

Considerando-se os objetivos propostos, adotou-se para essa etapa abordagem qualitativa de investigação, metodologia que enfatiza a descrição e a análise das informações sem a preocupação de quantificação (BOGDAN & BIGLEN, 1991).

Em momento anterior ao desenvolvimento das atividades, a primeira versão do livro sobre anfíbios foi apresentada à Professora de Ciências, com o pedido de que fossem selecionados os temas mais interessantes aos alunos e ao planejamento curricular. Após uma semana, a Professora devolveu o material com sugestões, comentários positivos a respeito do texto e a indicação dos temas para as atividades em sala de aula.

As atividades foram divididas em duas etapas: (1) leitura em classe, feita em voz alta pela professora e (2) elaboração de trabalhos a partir da leitura de textos pelos alunos, organizados em grupos.

B.1. A atividade de leitura em classe

Para o desenvolvimento da atividade de leitura em classe foi escolhido o texto sobre a secreção de “venenos” na pele dos anfíbios, intitulado “*Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?*” (ver **Anexo 1**). O texto pertence à primeira versão do livro produzida pela pesquisadora.

Na data programada para aplicação da atividade, os alunos já haviam estudado o grupo dos anfíbios, suas características gerais e as três ordens:

Anura, Urodela e Gymnophiona. A escola seguia cronograma fornecido por um sistema de ensino e adotava como principal material didático apostilas em que os temas estavam organizados por aulas. Os anfíbios eram estudados em uma “aula” da apostila de Ciências para a 6ª. série, por meio de texto com figuras e exercícios. A aplicação da atividade de leitura ocorreu no dia seguinte à resolução dos exercícios sobre anfíbios propostos na apostila.

A partir de sugestões da pesquisadora, a atividade foi planejada e conduzida pela Professora de Ciências, com duração aproximada de 25 minutos. As carteiras foram organizadas formando um círculo, no qual também se sentaram a Professora e a pesquisadora/observadora. Cada aluno recebeu uma cópia do texto para acompanhar a leitura. A Professora explicou que realizaria a leitura em voz alta e que todos deveriam se sentir à vontade para interromper com dúvidas e perguntas.

A Professora iniciou a leitura adotando a postura de uma contadora de histórias, enfatizando determinadas sentenças e usando entonações diferenciadas de acordo com o trecho⁴⁴. Durante a leitura, foram observadas e anotadas as reações dos alunos – gestos, expressões faciais, comentários e dúvidas – diante das informações do texto.

B.2. Atividade de produção de texto a partir da leitura

Na aula seguinte à atividade descrita, os alunos foram organizados em quatro grupos de cinco alunos e cada grupo recebeu um texto pequeno, de apenas duas páginas. Dois grupos receberam o texto “*A Princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações*”, sobre a metamorfose (**Anexo 2**); um grupo recebeu “*Salamandra e seus salamaleques*”, sobre as características dos urodelos (**Anexo 3**); o outro grupo leu o texto “*Cecília: anfíbios muito tímidos*”, sobre as características das gimnofionas (**Anexo 4**).

⁴⁴ Em momento posterior à aplicação da atividade, a Professora relatou possuir experiência como contadora de histórias e afirmou utilizar tal recurso com frequência em suas aulas, sendo um “estilo” já familiar aos seus alunos.

A atividade foi sugerida pela pesquisadora e conduzida pela Professora de Ciências, que explicou aos alunos a proposta: elaborar uma história que abordasse os conceitos científicos sobre anfíbios contidos no texto, nos moldes de uma história em quadrinhos ou de um conto de fadas. Os alunos tiveram duas aulas (50 minutos cada) para a preparação do trabalho a partir da leitura do texto fornecido, do levantamento de idéias e da organização das tarefas entre os membros do grupo. A finalização do trabalho deveria ser feita fora da aula em um prazo de dez dias, valendo pontos na nota.

As duas aulas utilizadas na preparação dos trabalhos foram observadas pela pesquisadora, sem interferências, buscando detectar indícios da motivação e do interesse pela leitura dos textos entregues a cada grupo.

O objetivo foi verificar se os alunos se interessavam em ler sozinhos o texto, o que foi medido pela observação dos momentos de trabalho em sala em aula e pelo teor dos trabalhos entregues. Coube à Professora avaliar os aspectos de correção conceitual, a apresentação do material por cada grupo e a participação de cada aluno na execução dos trabalhos.

Com base no que se pôde constatar a partir desse teste simples e informal, foram feitas algumas modificações nas primeiras versões do material. A elaboração da versão final do texto do livro paradidático aqui apresentada, passou, no entanto, por outras versões e incluiu a leitura crítica de especialistas na área de anfíbios – Professores Carlos Jared e Marta M. Antoniazzi, do Instituto Butantan – de modo a garantir a qualidade conceitual das informações fornecidas.

A partir de tais considerações, procedeu-se à elaboração da versão final do texto do livro paradidático sobre anfíbios e à seleção de amostras de figuras para o material, que recebeu provisoriamente o título “*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*”.

VI - Resultados

Três tipos de resultados foram obtidos, a saber:

- 1º.) Os referentes à observação dos alunos durante a leitura realizada pela professora de Ciências, da primeira versão do texto *“Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?”*;
- 2º.) Os referentes à observação dos trabalhos produzidos pelos alunos após a leitura de um segundo texto;
- 3º.) O texto final do livro paradidático *“O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência”*, que constitui a concretização do objetivo central do presente trabalho.

VI-1 - Observação da atividade de leitura

Os alunos, em sua totalidade, mostraram-se interessados tanto pelos fatos folclóricos como pelas informações científicas sobre os “venenos” da pele dos anfíbios, permanecendo atentos durante a leitura. Foram registrados comentários feitos durante a leitura que indicam o despertar da curiosidade em torno do tema apresentado pelo texto:

- *“Eu sempre quis saber essa história do sapo que mija veneno”*
- *“Se o sapo é venenoso, por que o Harry Potter pega o sapo com a mão no filme?”*
- *“A cor do sapo influencia no veneno?”*

O fato folclórico mencionado no início do texto – a “lenda urbana” sobre as crianças que tomaram café envenenado e morreram, após uma perereca

cair no coador – causou reações como risos e interjeições do tipo *Ah!..., Oh!..., Nossa!*.

O mesmo tipo de reação foi observado durante a leitura das informações científicas sobre os efeitos de venenos no organismo, a explicação do “jato” de água liberado pela cloaca dos sapos e a produção de uma substância adesiva na pele de uma perereca. Já as informações a respeito da composição química dos venenos não geraram perguntas ou comentários. A utilização de termos científicos para se referir à natureza e efeito dos venenos quebrou um pouco o ritmo da leitura pela Professora.

O trecho mencionando os efeitos dos venenos dos dendrobatídeos, ilustrado com uma fotografia do *Phylllobates terribilis*, gerou perguntas em relação à associação entre cor da pele e secreção de venenos. A questão da coloração de advertência não foi abordada no texto, sendo esclarecida pela Professora de Ciências.

VI- 2 - Observação dos trabalhos produzidos pelos alunos

O acompanhamento da preparação dos trabalhos (atividade B.2 descrita na Metodologia), por parte da pesquisadora, registrou interesse espontâneo dos alunos pela leitura, sem necessidade de intervenção da Professora de Ciências.

O interesse foi detectado na criatividade das idéias iniciais levantadas pelos grupos, sendo observado em todos eles o envolvimento com a proposta e a atenção à tarefa até os minutos finais de cada aula. Apenas dois alunos demonstraram dificuldades em se concentrar no trabalho. Em um dos grupos – o que recebeu o texto sobre as cecílias – parecia existir pouco entrosamento entre os participantes, pois três dos cinco alunos passaram a maior parte do tempo calados. Na metade final da aula, porém, o entrosamento parecia ser maior, pois todos os alunos daquele grupo estavam discutindo idéias para seu trabalho. Durante toda a atividade, a Professora circulou entre os grupos, levantando questões e oferecendo sugestões para a organização das tarefas entre os alunos.

Segundo depoimento da Professora, aquela turma de 6^a. série apresentava, de maneira geral, muito interesse pelas aulas de Ciências e dedicação às atividades diferenciadas, como confecção de cartazes e aulas práticas no laboratório. Apesar do envolvimento com a disciplina, declarou-se satisfeita com o acolhimento e participação nas atividades de leitura dos textos sobre anfíbios, observando em particular a dedicação de três alunos que costumavam apresentar comportamento mais agitado e dificuldades em se concentrar muito tempo em uma tarefa.

Os trabalhos foram entregues pelos quatro grupos na data estabelecida pela Professora, com um prazo de 10 dias para finalização. “*O Senhor Grubf*” e “*O Príncipe e o Sapo*” foram os trabalhos dos grupos que leram o texto sobre metamorfose; os outros dois trabalhos eram intitulados “*O Sábio e a Salamandra*” e “*O ataque das cobras-cega*”, apresentados mais adiante.

O cumprimento do prazo estipulado para a entrega dos trabalhos e os produtos apresentados foram indícios do envolvimento dos alunos com a atividade proposta.

Todos os trabalhos revelaram criatividade em sua elaboração, o que pode ter sido estimulado pela abordagem diferenciada dos temas referentes aos anfíbios nos textos oferecidos pela pesquisadora. Apresenta-se a seguir a reprodução dos trabalhos.

GRUPO A: O Senhor Grubt

- 6 alunas
- Texto lido: “A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações”
- Tema do texto: metamorfose dos anuros
- Forma de apresentação do trabalho: livro infantil, com 8 páginas

Capa:

GRUPO A: O Senhor Grubt – continuação

Este é o sapo.
 Ele tem uma pele lisa e gosmenta.
 Quantos tipos de respiração você acha que ele possui?
 Resposta: Possui a respiração cutânea, pulmonar e branquial.
 Cutânea - respiração através da pele.
 Pulmonar-respiração através dos pulmões
 Branquial-respiração através de brânquias

Resposta X - tipos de respiração.

Onde você acha que ele vive? Dentro ou fora d'água?
 Resposta: quando girino na água e quando sapo fora d'água.

GRUPO A: O Senhor Grubt – continuação

Muitas vezes, as pererecas e os sapos possuem uma bolsa que contém veneno.
Quando ela é apertada, o veneno atinge o inimigo, fazendo-o ficar zozinho.
E adivinha o que o sapo faz?
Outra forma de defesa é a camuflagem.
Resposta: O sapo foge pulando rapidamente.

O sapo se alimenta de insetos como moscas, mariposas, besouros, etc.
Ele consegue pagá-las com a sua enorme língua.

GRUPO A: *O Senhor Grubt* – continuação

Sapos com cores fluorescentes e
destacantes são os mais venenosos, não
importando o tamanho.

Nem todos os anfíbios possuem a tal bolsa de
veneno, pois eles podem soltar o veneno pela
pele.

GRUPO A: O Senhor Grubt – última página

GRUPO B: O príncipe e o sapo

- 5 alunos
- Texto lido: "A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações"
- Tema do texto: metamorfose dos anuros
- Forma de apresentação: história em quadrinhos, 3 páginas

1ª. Página:

GRUPO B: O Príncipe e o sapo – continuação – 2ª. página

GRUPO B: O Príncipe e o sapo – continuação – 3ª página

GRUPO C: O sábio e a salamandra

- 5 alunos
- Texto lido: “Salamandras e seus salamaleques”
- Tema do texto: características gerais das salamandras, axolotes e conservação.
- Forma de apresentação: livro infantil, 5 páginas

Capa:

GRUPO C: O Sábio e a salamandra – continuação:

GRUPO C: O Sábio e a salamandra – continuação:

-Sou um anfíbio, mais especificamente da ordem urodela, isso quer dizer que possuo uma pele muito fina e permeável facilitando a entrada da poluição provocada por cidades e desmatamentos, podendo me causar a morte por ressecamento, já que respiro pela pele.

- ACALME-SE. Sei que seus motivos são justos mas você deve manter o controle.

- O que quero dizer é que sou totalmente nocivo ao fogo assim, todos os incêndios que ocorrem nas florestas, são cobrados meus esforços e como eles não vêm, os humanos ficam com um pé atrás com relação a minha pessoa, assim quero fazer algo de útil antes de morrer que é desfazer esse mal entendido para não prejudicar a minha espécie.

3

- Entendo o seu motivo, mas só quero deixar bem claro que escolhi você como elemental do fogo porque há a constatação de que quando se acende uma fogueira, é comum se ver uma salamandra saindo rapidamente das chamas do fogo e correndo em direção à floresta, com o propósito de protegê-la.

- Quanto a isso, grande sábio, você está enganado. Acontece, que costumo buscar abrigos em troncos ambientes onde a umidade do ar seja grande, facilitando minha respiração cutânea. E, como sempre, há a interferência humana, que dessa vez, usa esses troncos para fazer fogo. Com a presença desse elemento, trato de fugir o mais rápido possível para a floresta onde é mais úmido e há a ausência dessa criatura indesejável, assim você pode constatar que corro não com o propósito de ajudar a floresta como dito, mas sim de salvar minha própria vida.

4

GRUPO C: O Sábio e a salamandra – última página:

GRUPO D: O ataque das cobras-cega

- 3 alunos e 1 aluna
- Texto lido: “Cecílias: anfíbios muito tímidos”
- Tema: características gerais das cecílias, diferenciação entre cecílias e minhocas, estratégias reprodutivas.
- Forma de apresentação: história ilustrada com “tirinhas”, 2 páginas

GRUPO D: O ataque das cobras-cega – última página

Enquanto uns procuravam as minhocas, alguns saiam para se alimentar de minhocas perdidas. Quando a chefe do grupo das cobras-cega havia achado onde as minhocas descansavam, foi chamar o resto.

Depois de um bom tempo, a cobra-cega achou as outras e chamaram elas para fazer um grande ataque e come-las. Quando chegaram ali, as minhocas já estavam prontas para se proteger.

Na hora do ataque, as cobras-cega invadiu o lugar e o devastou, comendo-as. Depois as cobras-cega foram embora para suas galerias e comer mais minhocas pelo dia.

VI-3 - Texto final do livro paradidático “*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*”

A revisão das primeiras versões do texto à luz dos resultados e dos parâmetros identificados na metodologia deste trabalho, somada às correções e sugestões advindas da leitura crítica de especialistas em anfíbios, gerou como produto final o texto do livro, apresentado no **Anexo 5**.

VII - Discussão e considerações finais

VII-1 - A atividade de leitura

As anotações feitas durante a atividade de leitura do texto “*Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?*” indicaram que o objetivo de motivação para o tema foi atingido em função da atenção dos alunos e das reações positivas diante das informações.

Essas anotações permitiram também identificar pontos a serem melhorados ou corrigidos nas versões posteriores, que estão listados aqui:

Reprodução de trechos do texto “ <i>Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?</i> ” (Anexo 1)	Aspectos a serem revistos nos trechos selecionados
“Nos sapos, a produção e liberação de veneno ficam concentradas na região atrás dos olhos, nas chamadas glândulas parotóides” (p. 1).	Reduzir o uso da palavra “sapo” como referência aos anuros em geral, pois para o aluno que sabe a diferença entre sapos, rãs e pererecas afirmações como a que está selecionada podem gerar dúvidas.
- Sapos do gênero <i>Bufo</i> (p. 1) - Sapos da espécie <i>Bufo arenarum</i> (p. 3)	Evitar nomes de gêneros e espécies, a não ser quando a informação for fundamental. Para o nível de escolaridade considerado, há sentido falar em “sapo-da-praia”, termo utilizado por SANTOS (1994), do que em <i>Bufo arenarum</i> . Além disso, as revisões taxonômicas causam alterações na classificação de espécies. Em 2006, foi proposta uma revisão de <i>Bufo arenarum</i> para o gênero <i>Chaunus</i> ; e, em 2007, a reclassificação como <i>Rhinella arenarum</i> (FROST, 2007).

Reprodução de trechos do texto “Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?” (Anexo 1)	Aspectos a serem revistos nos trechos selecionados
<ul style="list-style-type: none"> - Secreção: composto químico semelhante à adrenalina; - opióides (compostos químicos semelhantes ao ópio) - alcalóides (compostos químicos semelhantes à cocaína) [pg. 2] 	<p>Retirar termos científicos relacionados à composição química e efeitos dos venenos dos anfíbios: adrenalina, opióides, alcalóides, alucinógeno e ação analgésica.</p>
<p>“Os índios nunca seguram o sapo diretamente com as mãos, mas sim usando folhas de bananeira como se fossem luvas.” (p. 2)</p>	<p>Esclarecer que o ‘veneno’ não penetra a pele humana íntegra, sem ferimentos e que não há risco de envenenamento se um sapo for manipulado com delicadeza, tendo cuidado para não comprimir as glândulas parotóides, no caso do sapo. Por outro lado, não dar a impressão no texto de uma sugestão para o leitor a captura e manipulação de sapos.</p>
<p>“Nos sapos-veneno-de-flecha, o veneno não é produzido por eles, mas sim por formigas e outros insetos que eles comem!” (p. 3)</p>	<p>Detalhar o caso do veneno dos dendrobates e sua relação com as formigas que eles comem. O trecho reduzido, com informações simplificadas, gerou perguntas dos alunos, pedindo mais detalhes: qual a espécie da formiga, o veneno provém ou não das formigas.</p>
<p>“Com exceção dos venenos alcalóides, os outros tipos de veneno não são letais ao ser humano e são rapidamente destruídos pelo nosso fígado, caso sejam ingeridos.” (p. 3).</p>	<p>Reescrever sentença, pois pode dar a entender que a ingestão de secreções da pele dos anfíbios não provoca reações desagradáveis ou risco para a saúde, o que não é verdadeiro.</p>

O conjunto dessas observações orientou a revisão dos demais textos do livro, sobretudo no que se refere à redução do uso de termos científicos.

VII-2 - Os trabalhos produzidos pelos alunos

De modo geral, em seus trabalhos os alunos destacaram poucos dos conceitos apresentados nos textos lidos. Não houve cópia ou transcrição de partes do texto, revelando que os grupos extraíram da leitura a idéia central ou os aspectos que mais lhes chamaram a atenção, utilizando apenas esses pontos no desenvolvimento de cada trabalho, o que se evidenciou na presença de conceitos não abordados no texto lido.

Os textos fornecidos aos alunos para esta atividade eram padronizados quanto à apresentação em duas páginas, o que levou à simplificação de muitos conceitos e redução ou insuficiência de informações sobre alguns tópicos mencionados nesses textos. Os trechos reduzidos não apareceram em nenhum dos trabalhos apresentados pelos alunos, sugerindo que tais informações ou deveriam ter sido eliminadas ou, ao contrário, detalhadas e ilustradas de forma a despertar a atenção.

Nos quadros a seguir estão destacados alguns pontos que foram considerados para revisão da primeira versão do livro sobre anfíbios.

GRUPO A - “O Senhor Grubt”

- Aspectos da biologia dos anfíbios abordados no trabalho:
 - metamorfose, destacando ciclo de vida de espécie com girino aquático e adulto terrestre;
 - estratégias de defesa contra predadores;
 - alimentação dos sapos;
 - aposematismo (cores chamativas na pele como advertência aos predadores);
 - secreção de venenos na pele;
 - consumo de carne de rã.

- Aspectos do folclore envolvendo os anfíbios:
 - consumo de carne de rã (fato folclórico não mencionado no texto fornecido)
- Pontos a serem melhorados ou revistos no texto “*A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações*”:
 - Deve ficar esclarecido para o leitor que o ciclo de vida com uma larva aquática livre-natante não é a regra para os ciclos dos anuros, pois se observa uma diversidade de estratégias reprodutivas: há espécies nas quais os girinos se desenvolvem em ninhos de espuma, outras em que a metamorfose ocorre no corpo da fêmea (caso dos pipídeos). Além disso, existem muitas espécies em que os adultos possuem hábito totalmente terrestre, outras de hábito totalmente aquático, não sendo uma regra a vida na beira de lagoas.
- Observações adicionais:

No trabalho das alunas, foram mencionados aspectos discutidos durante a leitura do texto “*Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?*”, em atividade anterior: coloração de advertência e glândulas parotóides.

GRUPO B - “O Príncipe e o Sapo”

- Aspectos da biologia dos anfíbios abordados no trabalho:
 - etapas de uma investigação / pesquisa: observação, questionamento, pesquisa bibliográfica, coleta de espécime, análise morfológica;
 - diferenças morfológicas entre sapos, rãs e pererecas – apresentando confusão entre a “pata da perereca” e a “pata da rã”;
 - metamorfose, destacando o girino aquático livre-natante.
- Pontos a serem melhorados ou revistos no texto “*A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações*”:

São válidas as mesmas considerações feitas na análise do trabalho “*O Senhor Grubf*”, pois o ciclo de vida apresentado na história exibía um adulto que vive na lagoa e girino aquático livre-natante.

GRUPO C - “O Sábio e a Salamandra”

- Aspectos da biologia dos anfíbios abordados no trabalho:
 - localização geográfica da salamandra (a personagem vive nas “montanhas da Ásia”);
 - classificação das salamandras na ordem Urodela;
 - respiração cutânea;
 - coloração de advertência – aspecto presente na ilustração representando a salamandra;
 - ameaças à preservação: poluição, desmatamento.
- Aspectos do folclore envolvendo os anfíbios:

Imagem mitológica da tradição europeia de salamandras como símbolo do fogo e crendice, derivada da mesma tradição, de que as salamandras apagam o fogo – fatos folclóricos mencionados no texto “*Salamandras e seus salamaleques*”.
- Pontos a serem melhorados ou revistos no texto “*Salamandras e seus salamaleques*”:
 - o fato de existirem salamandras no Brasil pareceu não chamar a atenção do grupo. Tal informação deve vir acompanhada de fotografia ou ilustração, com mais dados.
 - problemas no trecho: “*Existem salamandras que não possuem pulmões, ao contrário dos outros grupos de anfíbios e dos outros vertebrados terrestres. Quando jovens, as salamandras são aquáticas e respiram por brânquias externas. As salamandras adultas, de hábito terrestre, respiram através de sua pele fina e úmida.*”. Ao mencionar a respiração branquial das larvas, o leitor fica sem saber se esta informação é válida para todas as salamandras ou apenas para aquelas que não possuem pulmões. O mesmo ocorre com a afirmação referente à respiração cutânea.
 - as informações sobre o axolote estão vagas e talvez por isso não tenham chamado a atenção dos leitores.

GRUPO D - “O ataque das cobras-cega”

- Aspectos da biologia dos anfíbios abordados no trabalho:
 - cecílias como predadoras de minhocas;
 - hábito escavador e formação de galerias no solo;
 - diferenciação entre minhocas e cecílias – evidente pela ilustração das cecílias

apresentando boca e olhos e minhocas sem essas estruturas e com clitelo evidente.

- Pontos a serem melhorados ou revistos no texto “*Cecílias: anfíbios muito tímidos*”:
 - O termo “*annuli*” pode ser retirado, pois não é necessário à compreensão da informação.
 - Como os aspectos da reprodução das cecílias, apresentados no texto, não foram inseridos pelos alunos na história, sugere-se que a seção dedicada ao tema seja um pouco mais detalhada e ilustrada com fotografias e figuras, atraindo a atenção do leitor para o tema.

VII-3 - O livro paradidático “*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*”

- **Aspectos relacionados à interdisciplinaridade**

Considera-se a interdisciplinaridade como o diálogo entre diversas áreas do conhecimento, na produção de um objeto comum de estudo. Entre as possibilidades de concretizar tal diálogo no meio escolar, destaca-se a sugestão de MACHADO (2006) de planejar uma “carta de navegação” na rede de conhecimentos, agregando várias áreas no objetivo de compreender um tema de forma ampla, abordando sua complexidade. Tal mapeamento envolveria, em uma situação ideal, toda a escola, com professores de diversas disciplinas. É possível, no entanto, promover ações interdisciplinares no âmbito de uma disciplina, alternativa que se mostra viável na realidade de muitas escolas brasileiras (CAVALCANTE, 2004).

O livro “*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*” pode contribuir com o desenvolvimento de ações interdisciplinares no âmbito da disciplina Ciências, pela proposta de integrar o estudo da biologia dos anfíbios com outro tipo de conhecimento, o popular baseado no folclore. O folclore não constitui uma disciplina escolar e, na opinião de DELLA MONICA (1989), os saberes populares poderiam ser abordados no currículo de diversas disciplinas, inclusive em Ciências Naturais.

O livro produzido neste trabalho pode constituir um instrumento auxiliar do professor ao sugerir um mapeamento na rede de conhecimentos, diferente daquele tradicionalmente adotado no ensino dos grupos animais. Esse “mapa” se inicia com os conhecimentos populares e os fatos folclóricos sobre os anfíbios, tendo como objetivo compreender, pelo estudo de um grupo animal, a biodiversidade e a dinâmica da vida, na complexidade das relações entre os seres vivos e o ambiente.

A concretização da proposta em um texto didático sugere também um outro tipo de trabalho interdisciplinar, envolvendo a área de Língua Portuguesa, por meio de atividades de leitura.

Na tentativa de incorporar o ‘modismo pedagógico’ da interdisciplinaridade, presente no discurso de parâmetros curriculares, várias coleções de livros didáticos de Ciências têm utilizado a literatura – principalmente trechos de textos literários consagrados – como complemento ao texto principal. Segundo CONFORTI (2003), esse “diálogo” é na realidade um monólogo, uma vez que a associação entre conceitos científicos e literatura é fraca e apenas a voz da Ciência se faz ouvir.

Assim, a presença do folclore no texto, por si só, não garantiria um efeito significativo dentro da proposta deste trabalho, de produzir um texto motivador para o ensino dos anfíbios. No propósito de integrar folclore e Zoologia, evitando-se uma “pseudo-interdisciplinaridade”, foi necessário selecionar material que permitisse viabilizar a ampliação e o aprofundamento dos conteúdos científicos, e não apenas para ilustrar ou ‘enfeitar’ o texto principal com fatos do folclore.

A partir de tal constatação, surge a pergunta: considerando os referenciais teóricos sobre interdisciplinaridade adotados neste trabalho, é possível afirmar que o objetivo de produzir um texto com enfoque verdadeiramente interdisciplinar foi atingido?

A resposta demandaria estabelecer uma comparação entre obras diversas que realizem, em graus variados, a interdisciplinaridade no contexto do ensino de Ciências. Esta comparação não poderia ser feita no âmbito deste

trabalho, pelo risco de ‘contaminação’ subjetiva da autora do livro “*O mundo dos anfíbios*” na análise dos materiais. Algumas considerações, porém, podem ser feitas com base em uma análise realizada por CONFORTI (2003), que comparou três textos com enfoque interdisciplinar, um deles destinado ao ensino / divulgação da Física⁴⁵.

Na obra de Física analisada por CONFORTI (2003), a Ciência constitui o objeto de estudo. A pesquisadora afirma que, na proposta interdisciplinar daquele livro, o conhecimento “*transcende o terreno da racionalidade e também se revela em textos cujo rigor metodológico esteja fora de questão*”, referindo-se à abordagem de obras da literatura no material (CONFORTI, 2003, p. 84). Segundo a pesquisadora, a presença da literatura naquela obra constitui mais do que um recurso recreativo, capaz de tornar a Física bem humorada e compreensível: o recurso alavanca as demonstrações científicas e, quando o leitor se dá conta, está envolvido no universo dos conceitos físicos.

De modo semelhante ao que CONFORTI (2003) detectou em sua análise de uma obra de Física, procurou-se estabelecer um grau elevado de associação entre folclore e Zoologia na elaboração do livro paradidático “*O mundo dos anfíbios*”. Pretendíamos que as narrativas e personagens do folclore permeassem todo o desenvolvimento dos capítulos, alinhavando conceitos e explicações. Vamos exemplificar com alguns trechos do livro em que este esforço se torna evidente.

No terceiro capítulo, intitulado “*Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?*”, o tema principal são as secreções da pele dos anfíbios (com enfoque nos anuros), especialmente aquelas que produzem reações adversas no organismo de outros animais, podendo ser o gosto desagradável ao paladar do predador até a morte por envenenamento. O capítulo se inicia com o resgate de uma imagem muito popular no mundo todo, originária de histórias da tradição europeia: a das bruxas que usavam sapos nas suas poções e feitiços. Em seguida comenta-se a respeito da imagem de sapos associada ao mal ou ao azar, citadas por SANTOS (1994), e do uso desses animais em mandingas no

⁴⁵ *Física recreativa*, volume II, de Yakov Perelman – tradução de Antonio Molina Garcia (Editorial Mir, 1975).

Brasil (NOMURA, 1996), com o cuidado de não descrever os rituais para não incentivar sua execução:

Sapos, rãs e pererecas: criaturas do mal?

Em muitas histórias de bruxaria da Europa medieval sapos e rãs eram muito citados: esses anfíbios eram conselheiros das bruxas ou eram ingredientes de poções venenosas usadas para fazer o mal. Acreditava-se também que o toque, o bafo ou o simples olhar de um sapo ou rã seria capaz de afetar a saúde da pessoa que tivesse o contato infeliz! Sapos também envenenariam as folhas em que encostavam e, se uma pessoa tocasse na planta envenenada, morreria com certeza.

Não é só na tradição européia que sapos e rãs eram vistos como seres diabólicos. No Brasil esses animais também eram usados em feitiçarias e mandingas. Gilberto Freyre, famoso historiador brasileiro, registrou no seu livro “Casa Grande e Senzala”, escrito em 1950, que era muito conhecida a “feitiçaria do sapo para apressar casamentos demorados”, entre outras mandingas com finalidades menos nobres.

A ligação entre a imagem ‘maligna’ atribuída aos sapos e o tema das secreções da pele dos anfíbios tem início com a sentença:

Histórias de terror à parte, os anfíbios estão envolvidos em crendices como essas provavelmente por sua capacidade de produzir e liberar veneno na pele.

O capítulo prossegue apresentando a noção de glândula e os efeitos da secreção de duas espécies de anuros no organismo de mamíferos. As explicações científicas são associadas, sempre que possível, a elementos culturais, como o fato dos dendrobatídeos serem chamados de ‘sapo-veneno-de-flecha’ devido ao uso da secreção cutânea para envenenar pontas de flechas e zarabatanas em algumas nações indígenas da Amazônia.

A retomada dos fatos folclóricos apresentados no início do capítulo é feita neste trecho da última seção do capítulo:

Anuros: Criaturas do bem!

Talvez os venenos da pele dos anfíbios tenham inspirado as histórias sobre bruxas e feitiços envolvendo os anfíbios, ajudando a construir uma imagem “maligna” desses animais.

No entanto, esse temor em relação aos anfíbios se manifestava de forma diferente em algumas culturas, que viam esses animais como símbolos de sabedoria e proteção. Comentamos o exemplo dos índios Matsés, do Peru, que utilizam veneno de perereca em um ritual para dar sorte aos caçadores.

Para outras tribos, os anuros são símbolos de sorte e por isso são representados em amuletos de pedra verde, os muiiraquitãs.

Apresenta-se dessa forma uma outra dimensão associada aos ‘venenos’ da pele dos anfíbios. No folclore brasileiro essa dimensão se manifesta através das lendas e dos rituais indígenas em que os anuros são símbolos de sorte, poder ou bem-aventurança. Na Ciência, as substâncias presentes na pele dos anfíbios também tem ‘poder’, desta vez no tratamento ou cura de doenças.

Nos capítulos seguintes, procurou-se adotar o mesmo recurso: promover a associação entre os fatos folclóricos e os conceitos científicos em mais de um momento no texto, sem separá-los em seções distintas e sem deixar a abordagem do folclore restrita à epígrafes, boxes ou ilustrações, como adendos do texto principal.

O sétimo capítulo do livro, “*Karaokê no brejo*”, utiliza a letra da cantiga popular “*Sapo cururu*” logo no início, na apresentação do tema das vocalizações dos anuros, destacando os cantos que os machos emitem na estação reprodutiva para atrair as fêmeas de sua espécie. A cantiga é novamente mencionada na seção seguinte, conforme destacado no trecho:

Por que os sapos cantam?

Será que cantam por causa do frio ou porque estão em festa, como sugeriu o poeta?

Aqui na região tropical podemos ouvir sapos cantando durante o ano todo, mas a cantoria ocorre principalmente no verão, a época mais quente e chuvosa. Não deve ser de frio, portanto, que os cururus estão reclamando quando cantam.

A referência ao poeta também tem a função de retomar uma apresentação anterior, a do poema “*Festa no brejo*”, de Carlos Drummond de Andrade, que não é um elemento do folclore, mas foi utilizado no texto com a mesma função.

Depois de apresentar ao leitor alguns fatos da biologia e comportamento dos anfíbios envolvendo a vocalização e ilustrar com exemplos curiosos, o capítulo é concluído com um comentário que mais uma vez promove a ligação dos conceitos com o poema e com a canção popular, apresentados no início:

Se o macho canta e tem uma fêmea pronta para a reprodução por perto, começa uma verdadeira festa, como sugeriu o poeta Carlos Drummond de Andrade – uma festa com direito a namoros, brigas com os machos rivais, cantorias e “danças”. Quando o sapo cururu canta, meu bem, é porque quer casar...

Alguns dos fatos folclóricos selecionados neste trabalho permitiram uma associação mais tênue com conceitos científicos, sendo utilizados apenas como desencadeadores do conteúdo. Um exemplo se encontra no segundo capítulo, que se inicia com uma lenda registrada na Argentina, explicando o surgimento do sapo:

Durante a criação do mundo Deus fez um montinho de barro, juntou a ele o arco-íris e lançou um suave sopro sobre a massa colorida. Dali surgiu um delicado beija-flor.

O diabo, invejoso como ele só, resolveu imitar o Criador: fez um montinho de barro, colocou ali o arco-íris e soprou. O que surgiu foi... um sapo!

A associação do sapo com o diabo está presente nas tradições européias de magia; o sapo entronizado no ombro esquerdo de uma bruxa seria uma das formas do demônio, segundo CHEVALIER & GHEERBRANT (1989). Assim, a narrativa permitiria a associação com a imagem ‘maligna’ de sapos, relacionada aos ‘venenos’ de sua pele. No entanto, o tema da criação, presente na lenda, permite a ligação com as hipóteses evolutivas sobre o surgimento dos anfíbios, ligação que foi concretizada no trecho:

Existe uma outra história sobre o aparecimento dos sapos e seus colegas anfíbios. Ela é contada por cientistas que estudam os anfíbios e a evolução dos seres vivos na Terra.

Como surgiram os anfíbios? Os anfíbios primitivos eram muito diferentes daqueles que conhecemos?

Na busca por motivar o leitor, o livro aqui apresentado utilizou um repertório diversificado de elementos do folclore nas associações com a Zoologia, apresentando em alguns casos outros elementos da cultura popular: o refrão da canção “*Saco no sapo*”, da dupla Jararaca & Ratinho (famosa na década de 1930), e do poema “*Festa no brejo*”, de Carlos Drummond de Andrade.

Verifica-se que a obra “*O mundo dos anfíbios*” não preenche a definição de interdisciplinaridade proposta por Roland Barthes (*in* MACHADO, 2006, p. 117), citada no item IV-1 desta dissertação, pois não se constitui um “objeto novo” que não pertença a nenhuma das disciplinas envolvidas: folclore e Zoologia. No entanto, por vincular a dimensão lúdica do folclore aos conhecimentos científicos ao longo do texto, o livro apresenta um enfoque interdisciplinar, tomando como base para tal afirmação a pesquisa de CONFORTI (2003) e os referenciais de MACHADO (2006) e HERNÁNDEZ (1998). O sujeito do texto se distribui entre duas abordagens diferentes – a da Zoologia e a do folclore – sustentado pelo seu repertório pessoal, por suas pesquisas individuais, de forma que a qualidade de cada abordagem é dada pela própria autora, e não pela emergência de um “objeto novo” interdisciplinar.

Da mesma forma que CONFORTI (2003) conclui em seu trabalho de análise de textos interdisciplinares, entende-se que, na execução da proposta interdisciplinar nos moldes aqui apresentados, é necessário haver uma disciplina matriz, de domínio do autor, que sustente a fundamentação científica e permita estabelecer de forma adequada a interferência do outro elemento, no caso o folclore. Sem a competência disciplinar base, dificilmente seria possível promover a interação da Ciência com outras linguagens, sem superficialidade e/ou artificialidade.

Por outro lado, CONFORTI (2003) afirma que a solidez da disciplina matriz não é suficiente para promover diálogo com o mundo das artes, da literatura ou de outros elementos da cultura, no propósito de divulgar a Ciência, o que se confirma no comentário de LE COMBER (2008) a respeito de cientistas que apresentam dificuldades em comunicar suas idéias para além dos muros da comunidade científica. Considerando os propósitos do presente trabalho, foi indispensável buscar fundamentação na área do folclore, para compor o repertório de conhecimentos do sujeito do texto, mesmo que em um nível secundário em relação à formação da autora.

De que forma um leitor “disciplinar”, apresentado ao material no contexto das aulas de Ciências e que não possui amplo domínio das duas áreas (biologia e folclore), pode ser convencido a respeito da validade da proposta interdisciplinar do texto? Duas observações podem ser consideradas na tentativa⁴⁶ de responder à questão.

Em primeiro lugar, vamos considerar as observações da aplicação de trechos do material (ainda em suas versões iniciais) com alunos do ensino fundamental, relatadas no item VI-1 desta dissertação. Os resultados da atividade envolvendo a leitura dos textos indicaram que o caminho interdisciplinar proposto permite atingir o objetivo de motivar o estudo de temas zoológicos, tradicionalmente abordados de forma descritiva.

⁴⁶ O uso da palavra “tentativa” justifica-se pela ausência de uma análise aprofundada das relações entre o texto do livro “O mundo dos anfíbios” e o leitor. Tal análise não faz parte dos objetivos deste trabalho e não seria conveniente sua realização pela própria autora do texto.

Em segundo lugar, a proposta interdisciplinar de um texto é verificada na coerência da abordagem escolhida, segundo o conceito de coerência defendido por CONFORTI (2003): as duas linguagens escolhidas no enfoque interdisciplinar devem estar encadeadas coerentemente na própria construção do texto, no plano do conteúdo e/ou da forma. Esta característica pode ser verificada no livro “*O mundo dos anfíbios*” pela interconexão entre folclore e Zoologia, estabelecida de forma que a presença de narrativas do folclore no texto não se mostra prescindível, ou seja, sem essa presença o texto pareceria não ter sentido algum, a não ser o de listar características dos anfíbios. Na obra, o folclore constitui mais que um pretexto para estudar os anfíbios, pois são constantes suas intervenções no decorrer da apresentação de conceitos da biologia ao leitor.

- **Aspectos relacionados à intradisciplinaridade**

A finalidade do livro “*O mundo dos anfíbios*” é ensinar aspectos da biologia dos anfíbios. Os anfíbios constituem um grupo tão diversificado em termos de espécies e de estratégias comportamentais que torna difícil a tarefa de resumir ou fazer generalizações a respeito dos tópicos de sua biologia. Além disso, o estudo de um grupo animal reflete a própria natureza da grande área disciplinar da Biologia, com as diversas disciplinas que interagem na construção do conhecimento.

Assim, conhecimentos advindos de diversas áreas da Biologia estão presentes na obra aqui produzida, apresentando neste sentido uma dimensão intradisciplinar. A abrangência dos temas está implícita no título do livro: “*O mundo dos anfíbios*”. Vamos citar apenas alguns dos aspectos desse ‘mundo’, abordados no livro:

- conceitos de classificação biológica, relacionados à área de sistemática: noção de espécie, menção ao “grupo dos anfíbios”;
- conceitos de evolução e biogeografia;

- aspectos celulares e fisiológicos de indivíduos adultos: secreções da pele, balanço hídrico, ectotermia, gasto energético na reprodução, estivação, resistência ao frio em *Rana sylvatica*;
- interações ecológicas: posição na cadeia alimentar, estratégias de captura de presas, estratégias de defesa contra predadores;
- biologia reprodutiva: comportamento, células reprodutivas (gametas), cuidado parental;
- aspectos fisiológicos da metamorfose;
- morfologia das larvas (girinos);
- aspectos de conservação.

A abrangência dos temas abordados no livro sugere a possibilidade de um outro tipo de organização, alternativa ao livro paradidático em um volume único aqui apresentado. Esse material poderia se converter em uma pequena coleção de livretos, cada um reunindo três ou quatro capítulos, compondo uma coleção sobre o “mundo dos anfíbios” através da interconexão entre folclore e Zoologia.

Justifica-se a abrangência dos temas reunidos neste trabalho pela intenção de indicar caminhos na concretização da proposta de unir folclore e Zoologia no ensino de Ciências, mostrando possibilidades dessa ligação em múltiplos temas do estudo de um grupo animal. O tipo de apresentação do material é uma questão editorial, a ser avaliada por profissionais desse meio. Os editores são capazes de avaliar a apresentação mais adequada, na forma de um livro único e abrangente, como um almanaque, ou como volumes de uma coleção, a partir da definição do público-alvo, que pode ser o professor de Ciências ou as crianças e jovens leitores.

No caso do livro único, tal como se apresenta neste trabalho, o leitor ou o professor que utilizaria o livro nas aulas de Ciências poderia optar pelo estudo dos temas de maior interesse, na ordem ou seqüência que julgar mais conveniente e adequada. Essa liberdade de escolha está sugerida na falta de numeração dos capítulos e nas poucas passagens em que se remete a um

conceito apresentado anteriormente, reduzindo-se assim a obrigatoriedade de seguir a seqüência estabelecida pela autora.

Em relação à utilização do material aqui proposto em sala de aula, não se imagina que o professor vá abordar todos os temas contidos no livro, o que provavelmente seria impossível. Dessa maneira, uma análise prévia do texto é fundamental no planejamento de uma estratégia didática em que o livro seja uma ferramenta auxiliar. Cabe ao professor definir, após a análise do livro e do estabelecimento dos objetivos da atividade, quais os temas ou trechos serão utilizados em sala de aula.

Um dos fatores que pode interferir na escolha dos temas a serem estudados pelo leitor é a presença, em determinados trechos do livro, de conceitos científicos que podem ser mais distantes do seu universo. Vamos analisar um exemplo.

O segundo capítulo, que trata das secreções da pele dos anfíbios, não utiliza o termo *secreção*, por se considerar distante do vocabulário do aluno. No entanto, aparecem outros termos ‘difíceis’, como *glândula*, *muco*, *parotóides*, que foram fundamentais para o nível de aprofundamento que se pretendia naquela explicação. Neste caso, buscou-se assegurar o entendimento do texto com a presença de fotografias de glândulas parotóides de bufonídeos e de uma fotomicrografia mostrando glândulas mucosas e granulosas na pele de uma perereca – os termos “glândulas de muco” e “glândulas de veneno” nessa referência. A simplificação dos nomes, pela associação do tipo da glândula com a secreção produzida (muco ou venenos), permite ao leitor entender que uma glândula tem a função de produzir e liberar um tipo de substância, em um conceito bastante simplificado de glândula. A noção do conceito de glândula é complementada pelas imagens, permitindo ao leitor perceber que se trata de algo microscópico.

Termos como *substâncias*, *moléculas*, *glândulas* e *células*, constituem “entidades” de uma narrativa com finalidades didáticas, assim como outros termos considerados menos distantes do aluno. As “entidades” atuam como protagonistas de uma explicação científica (MARTINS *et al.*, 1999) e o

entendimento dos conceitos associados se dá pela identificação das funções atribuídas às “entidades” ao longo do texto. Assim, este recurso textual é utilizado, intencionalmente ou não, nos casos em que palavras ‘difíceis’ são inevitáveis e tem de ser apresentadas ao leitor.

Durante a elaboração de um texto, o autor imagina um leitor e para ele dirige as suas palavras (KLEIMAN, 1995; BALAU, 1981). Não é possível saber que conceitos científicos o leitor real possui e qual o grau de correção e clareza de tais conceitos, sendo feita uma estimativa da bagagem de conhecimentos do leitor virtual, com base na experiência que o autor tem de seu auditório (BALAU, 1981). No livro aqui produzido, o processo de construção do leitor virtual baseou-se no nível de escolaridade e em experiências vividas como professora de Ciências.

Pensando na utilização do livro “*O mundo dos anfíbios*” em sala de aula, caberá ao professor de Ciências julgar a série mais adequada para a realização do trabalho, considerando as habilidades de leitura de seus alunos, entre outros fatores. Não é necessário, no entanto, considerar que os alunos devam conhecer, pelo menos em um nível introdutório, todos os conceitos que o sujeito do texto apresenta como se fossem familiares: *célula, microscópio, coluna vertebral, DNA, molécula, glândula, fecundação*, entre outros.

Tal recomendação se baseia na concepção de conhecimento como rede, apresentada no item IV-1 desta dissertação. A concepção de rede rompe com a necessidade de estabelecer pré-requisitos para o estudo de um tema (MACHADO, 2006). Segundo AUGUSTO & CALDEIRA (2007), uma das justificativas apresentadas por um grupo de professores de Ciências para a ausência de práticas interdisciplinares na escola foi a falta de conhecimentos prévios dos alunos, conhecimentos que seriam necessários para compreender um assunto de forma global. A concepção do encadeamento lógico, que estrutura a organização do pensamento na forma de pré-requisitos e que está arraigada na prática escolar, pode ser quebrada sem prejuízos ao aprendizado dos alunos.

- **Aspectos relacionados à transdisciplinaridade**

No livro *Fábulas*, da coleção do Sítio do Pica-pau Amarelo, a apresentação da fábula “A formiga má” por Dona Benta é seguida pelo estranhamento de Narizinho a respeito da informação de que existem formigas más. Então: “*Dona Benta explicou que as fábulas não eram lições de História Natural, mas de Moral*”. (LOBATO, s/data, p. 412).

A apresentação de fábulas e de outras narrativas do folclore no livro “*O mundo dos anfíbios*” pretende funcionar como um ‘fio condutor’ do estudo de temas da biologia dos anfíbios. Ao longo deste caminho, no entanto, conhecimentos de outra natureza podem ser abordados, devido às “lições de Moral” e aos valores embutidos nos contos tradicionais, nas lendas e nos mitos, que estão presentes no livro.

Além deste aspecto, os fatos folclóricos se relacionam à dimensão simbólica atribuída aos animais. O sapo, a rã e a salamandra constituem verbetes do *Dicionário de Símbolos* de CHEVALIER & GHEERBRANT (1989); as acepções simbólicas destes animais estão presentes nas narrativas tradicionais, seja no tema das histórias ou no caráter das personagens. Um exemplo é o uso de rãs e sapos como símbolos de ressurreição, em razão da metamorfose. Vida e morte são temas fundamentais para o ser humano e as lendas e mitos tocam nesses assuntos de uma forma especial, compreendida por pessoas de todas as idades e lugares.

Como surgiram as histórias do folclore e os simbolismos envolvendo os anfíbios? Na resposta a esta questão, encontramos duas características humanas universais no tempo e no espaço: a curiosidade, que leva à observação cuidadosa da natureza, e a busca primitiva e incessante por entender o mundo em que vivemos.

EDGAR MORIN (2006) considera essencial a abordagem das “realidades imaginárias” no processo de construção de um novo tipo de conhecimento, que

seja capaz de abarcar o global, o complexo. O folclore, por se relacionar à tradições de um povo e, sobretudo, ao espírito humano em sua busca por compreender o mundo, pode representar uma abertura para o imaginário.

Nesta perspectiva, o material aqui produzido permite, pela utilização do folclore, ampliar a abordagem de temas da Zoologia dos anfíbios para além dos conceitos científicos, apresentando dessa forma um caráter transdisciplinar, na concepção de MORIN (2005).

- **Aspectos relacionados à natureza do conhecimento popular e do conhecimento científico**

Na página anterior, citamos um comentário de Dona Benta para sua neta Narizinho, sobre a finalidade das fábulas: ensinar lições de moral, não de história natural (LOBATO, s/data, p. 412). Concordamos com Dona Benta, mas devemos complementar que as fábulas e outros fatos folclóricos podem ser utilizados na apresentação de temas da biologia, como instrumento de motivação. A ‘ponte’ entre os conhecimentos científicos e o folclore foi possível no estudo dos anfíbios, porque os fatos folclóricos selecionados possuem alguma relação, direta ou indireta, com as características da história natural desses animais.

Tal constatação é evidenciada ao leitor de “*O mundo dos anfíbios*” em alguns trechos, como no início do quarto capítulo, após a apresentação do conto popular “*Sapo com medo d’água*”:

Os animais são personagens comuns nos contos populares. Mas a escolha dos animais não é aleatória: por que um sapo teria sido o escolhido como protagonista desse conto sobre esperteza?

Além da produção de venenos, existem outras estratégias que os anfíbios usam para tentar escapar do perigo! Será que uma dessas estratégias é enganar e fazer fingimentos como o sapo deste conto, que fingiu ter medo de água?

Podemos aprender um pouco sobre a vida desses animais lendo com atenção algumas histórias que têm sapos como personagens.

Em outro trecho, no capítulo “*Cecílias: anfíbios muito tímidos*”, a escassez de fatos folclóricos sobre as cecílias, em comparação com aqueles sobre os anuros, é associada à diversidade relativamente menor do grupo das gimnofionas e ao hábito fossorial desses animais:

Conhecemos um monte de lendas, crendices e contos do folclore envolvendo sapos, rãs, pererecas e até salamandras. É raro, no entanto, ouvirmos histórias sobre as cecílias, que são os anfíbios de corpo alongado e sem patas.

(...)

Talvez as cecílias não sejam muito populares devido ao seu modo de vida: elas vivem escondidas entre a camada de folhas sobre a terra ou escavando túneis no solo, iguais aos das minhocas.

Na construção da ‘ponte’ entre conhecimentos científicos e folclore, pretendia-se neste trabalho seguir alguns cuidados para não desenvolver a noção relativista de que o conhecimento científico é uma mera continuação dos conhecimentos do senso comum. Por outro lado, optou-se por não utilizar o folclore como meio de ‘glorificar’ a produção científica, respeitando as características e as funções sociais de cada tipo de conhecimento. Estas intenções foram delineadas no item IV-2 desta dissertação.

De que forma tais intenções estão concretizadas no texto do livro “*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*”?

A seguir serão destacados alguns trechos do livro que evidenciam o modo de estabelecer a ligação entre um fato folclórico e um conceito científico.

A primeira evidência se encontra logo na apresentação do livro, em uma carta da autora dirigida aos potenciais leitores:

(...) Talvez você já conheça algumas histórias do folclore sobre anfíbios que foram selecionadas para este livro. Se você conhecer uma versão um pouco diferente, não estranhe, é assim mesmo com o folclore: quem conta um conto, aumenta um ponto. Com a ciência não é assim, pois existem certos procedimentos já estabelecidos para se descrever e interpretar a natureza. Mas isso não torna a ciência menos fascinante que o folclore.

No primeiro capítulo, ao se abordar a classificação dos anfíbios, procura-se diferenciar o uso da linguagem popular, que distingue sapos, rãs e pererecas, da classificação científica dos anuros em famílias, numa organização que utiliza critérios muito diferentes daqueles utilizados no âmbito do senso comum. Essa diferenciação se faz presente nos trechos:

Os cientistas organizam os anfíbios em três grandes grupos. O nome de cada grupo pode parecer “pomposo”, mas faz sentido quando conhecemos seu significado.

Os nomes populares podem trazer confusão quando se pretende estudar um animal. Na pesquisa científica, os biólogos utilizam outros nomes e critérios para classificá-los.

No nosso dia-a-dia podemos usar a palavra “sapo” para falar de qualquer anfíbio anuro e vamos tomar essa liberdade em alguns trechos deste livro também. Mas há momentos em que é importante fazer uma distinção entre os tipos de anfíbios e nesses casos vamos utilizar o termo científico “anuro”, que a partir de agora seria importante que passasse a fazer parte do seu vocabulário.

Nos trechos destacados, o uso dos sujeitos “cientistas” e “biólogos” faz com que o leitor recorra à imagem que ele tem dos profissionais da Ciência. A imagem pode ser impregnada de estereótipos – como o de que cientistas sempre trabalham em laboratório, usam óculos etc. – mas no contexto apresentado não se julgou que o risco do leitor acessar uma imagem estereotipada do cientista prejudicasse o entendimento do assunto, que é a classificação dos anfíbios. No entanto, o risco poderia ser minimizado com a apresentação de uma pequena figura complementar aos textos, que mostrasse a caricatura de um homem cientista – sem óculos – observando um anfíbio no

laboratório e de uma mulher cientista observando um anfíbio no trabalho de campo. Como a produção de desenhos não constituía um objetivo do presente trabalho, estes desenhos dos cientistas não foram incluídos no material.

Verifica-se também que a presença dos sujeitos “cientistas” e “biólogos” tem a função, no texto, de separar o âmbito da Ciência dos saberes populares. Procurando não desvalorizar a linguagem popular, o texto delimita a situação em que o uso dos nomes populares dos animais não é adequado: no estudo de um grupo animal, na pesquisa científica.

Na mesma intenção de não valorizar um tipo de conhecimento em detrimento de outro, em alguns trechos a conexão entre um fato folclórico e um tópico da biologia dos anfíbios caracterizou-se pela ausência de juízos de valor, como no trecho a seguir, extraído do capítulo “*Como surgiram os anfíbios?*”:

Uma antiga lenda indígena registrada na Argentina contava que foi assim que os sapos apareceram em nosso planeta. (...)

Existe uma outra história sobre o aparecimento dos sapos e seus colegas anfíbios. Ela é contada por cientistas que estudam os anfíbios e a evolução dos seres vivos na Terra.

Como surgiram os anfíbios? Os anfíbios primitivos eram muito diferentes daqueles que conhecemos?

No livro “*O mundo dos anfíbios*”, o sujeito do texto revela em alguns trechos a intenção de apresentar os conhecimentos científicos como fontes de encantamento, assombro, curiosidade e como meios que permitem exercitar a imaginação. Tais sensações são geralmente associadas a outros tipos de informação; a menção às crendices, “lendas urbanas”, superstições e anedotas, geralmente desperta a atenção dos ouvintes ou leitores, que adquirem aquele ‘brilho no olhar’ que caracteriza a curiosidade e a imaginação ativa.

O ensino de Ciências baseado na memorização de nomes, definições e fórmulas contribui para a concepção de que estudar Ciências é sinônimo de monotonia e falta de motivação. PIETROCOLA (2004) relata, em um artigo que propõe o diálogo da Ciência com a Arte, sua experiência pessoal de ‘brilho no olhar’ diante dos primeiros contatos com conhecimentos científicos, na 5ª série,

em uma sensação de descoberta, de encantamento e de curiosidade crescentes. No entanto, os sentimentos foram logo substituídos pela sensação de enfado diante de informações que não pareciam interessantes.

Por que a sensação prazerosa da curiosidade aguçada não poderia ser resgatada no ensino de Ciências? Essa sugestão está presente em trechos do livro “*O mundo dos anfíbios*”, como os destacados a seguir:

1º. Capítulo

No Brasil, são conhecidas muitas histórias, lendas e fábulas envolvendo sapos, jias e pererecas, os anfíbios mais populares em nosso país. E, para nossa satisfação, há biólogos que se dedicam ao estudo dos anfíbios e também têm muita coisa *interessante* para nos contar sobre a vida desses animais.

13º. Capítulo:

É preciso conhecer para preservar. Talvez muitos anfíbios ainda totalmente desconhecidos dos seres humanos estejam desaparecendo. Se fossem conhecidos, imagine quantas histórias, ainda mais *fascinantes*, poderiam estar neste livro...

Nos dois exemplos acima, a preocupação em estabelecer uma comparação horizontal entre folclore e Ciência no que se refere ao potencial de despertar a curiosidade é traduzida no uso dos adjetivos “interessante”, no primeiro trecho, e “fascinantes”, no segundo.

Um outro tipo de relação entre folclore e Ciência foi estabelecido no texto de “O mundo dos anfíbios” no caso de crendices a serem desmistificadas, como a de que o contato com a pele dos sapos pode causar “*cobreiro*”, que salamandras não se reproduzem, que a rã é a mulher do sapo e que os sapos eliminam pela cloaca um jato venenoso capaz de cegar uma pessoa. Nesses casos procurou-se esclarecer e enfatizar os conhecimentos a respeito da biologia dos anfíbios que permitem compreender a origem das crendices, bem como a falsidade das informações veiculadas dessa forma. A preocupação em

desmistificar crendices está fundamentada nos resultados de pesquisas que mostram de que forma os perigos equivocadamente atribuídos a um animal podem representar obstáculos à aprendizagem de conceitos biológicos (MERGULHÃO, 2002; FONTES & DUARTE, 1992).

A análise aqui apresentada em relação aos aspectos da aproximação entre fatos do folclore e conhecimento científico na obra produzida não pretende ser exaustiva. Foram destacados apenas alguns exemplos que evidenciam as intenções da autora, estando tais intenções presentes durante todo o processo de elaboração do texto.

- **Aspectos relacionados à transposição didática e à estrutura do texto**

As informações obtidas sobre anfíbios em artigos científicos e livros didáticos para o ensino superior sofreram adaptações de linguagem, determinando a escolha de abordagem de cada tema e o aprofundamento, ou nível de detalhamento, dos conteúdos. Nessa transformação foram considerados principalmente dois aspectos: o nível de escolaridade e o desenvolvimento cognitivo do leitor virtual, concebido como um aluno dos anos finais do ensino fundamental, e o objetivo do material, que era o de promover motivação no estudo dos anfíbios.

Vamos destacar apenas alguns trechos do livro “*O mundo dos anfíbios*” que poderiam ilustrar aspectos da transposição didática na elaboração do texto.

O primeiro exemplo se encontra no capítulo “*Os sapos cantam quando vai chover?*” e aborda a questão da regulação térmica nos anfíbios. O metabolismo dos animais é um tema complexo, que envolve conceitos de termodinâmica, biologia celular e fisiologia, entre outros. Optou-se por apresentar a noção de tipos de regulação térmica pela comparação entre uma ave (o urubu) e um anfíbio (o sapo), utilizando como elemento motivador e desencadeador o conto popular “*Festa no céu*”.

Segundo SCHMIDT-NIELSEN (2002), os termos “*animais de sangue quente*” e “*animais de sangue frio*” são imprecisos e insatisfatórios para definir os tipos básicos de regulação térmica dos animais. No entanto, em seu livro o autor considera que: “Mesmo sendo insatisfatórias, essas expressões [*sangue quente* e *sangue frio*] encontram-se bastante consolidadas e serão aqui usadas, pois não existe nenhuma palavra melhor que seja ao mesmo tempo completa e precisa.” (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, pg. 218).

Como os termos “sangue quente” e “sangue frio” são mais conhecidos do público em geral e podem ser utilizados em generalizações e textos didáticos, conforme opinião de SCHMIDT-NIELSEN (2002), esses termos foram utilizados no material aqui proposto como sinônimos de “endotermia” e “ectotermia”, respectivamente.

O sapo e o urubu têm uma grande diferença no funcionamento do corpo. O urubu, todas as outras aves e os mamíferos conseguem manter a temperatura do corpo constante, independentemente da temperatura ao seu redor. Mamíferos e aves são por isso chamados de animais de “sangue quente” ou **endotérmicos**.

Os anfíbios são animais de “sangue frio” ou **ectotérmicos**. Peixes e répteis também são animais de “sangue frio”. Isso significa que o organismo pode sofrer alterações na temperatura interna de acordo com a quantidade de calor do ambiente.

Se a temperatura do ambiente estiver muito baixa, os animais ectotérmicos ficam praticamente inativos. Você já ouviu falar de sapos no pólo Sul? A Antártida é o único continente onde não existem anfíbios. Lá vivem pingüins (que são aves) e leões marinhos (mamíferos), animais endotérmicos com adaptações para o frio extremo.

Por ser um tema considerado difícil para um aluno da escola básica, foram utilizados alguns recursos textuais com a finalidade de reduzir a aridez do tema e aproximar os conceitos promovendo a ligação com informações que se supõe serem conhecidas do leitor. Um desses recursos foi o de atrair a atenção do leitor por meio de uma pergunta dirigida a ele: “*Você já ouviu falar de sapos no pólo Sul?*”. A resposta óbvia é “não”. Em seguida o sujeito do texto apresenta dois exemplos que devem ser familiares ao leitor, os pingüins e os leões marinhos, animais rapidamente associados à paisagem polar.

Um outro recurso pode ser verificado no uso de um texto complementar, apresentado em um quadro na borda da página, esclarecendo o significado dos termos “*ectotérmico*” e “*endotérmico*” pela etimologia das palavras:

“Endotérmico” quer dizer “calor interno” (*endo*= interno; *termo*= calor) e se refere às aves e aos mamíferos, que são animais que mantêm a temperatura em um nível constante graças a um conjunto de processos que ocorrem dentro do corpo e que geram calor.

“Ectotérmico” quer dizer “calor externo” (*ecto*= externo) e se refere aos animais que podem sofrer variações na temperatura interna dependendo da temperatura do ambiente, ou seja, da temperatura externa.

A noção de metabolismo e regulação térmica que se pretende transmitir no texto é muito simplificada. Os conceitos de calor e temperatura provavelmente fazem parte do repertório de conhecimentos do aluno-leitor em um nível bastante elementar, carregado de subjetividade. No entanto, tais concepções elementares devem ser suficientes para o entendimento do texto, que não pretende aprofundar o tema da regulação térmica. O objetivo é indicar ao leitor a estreita relação entre seres vivos e o ambiente em que vivem. Assim, características e comportamentos dos anfíbios podem ser entendidos como adaptações, de acordo com o sentido biológico do termo.

O uso de textos em quadros laterais, complementares ao texto principal foi um recurso utilizado com frequência no livro, sinalizando que as informações adicionais ali contidas aprofundam ou esclarecem o assunto. Os quadros laterais constituíram, em diversos pontos do livro, uma forma de seguir o parâmetro determinado na Metodologia deste trabalho: *quando se considera que um termo é desconhecido do leitor, seu emprego no texto deve ser acompanhado de explicação ou definição*. Vejamos um exemplo:

Texto principal:

Os sapos podem armazenar água em uma bolsa interna chamada **cloaca**. Quando se sentem ameaçados, a água é eliminada em um jato, que não é venenoso.

Texto complementar:

A **cloaca** também tem outras funções: por ela passam as fezes e a urina antes de serem eliminados e também os gametas, na época da reprodução.

Um outro tipo de produto da transposição didática são as generalizações, como a que se observa no trecho selecionado abaixo:

Muitas jias liberam seus ovos em ninhos de espuma. O ninho é produzido a partir de uma substância que o macho libera na água durante o abraço nupcial.

Os ninhos de espuma são comuns na reprodução dos leptodactídeos (DUELLMAN & TRUEB, 1994). Os leptodactídeos constituem um agrupamento artificial de diversas famílias que são popularmente chamadas de rãs, rãzinhas ou jias. Não é possível afirmar que *todos* os leptodactídeos produzem ninhos de espuma ou que essa é uma característica exclusiva desse agrupamento. A ‘solução’ encontrada pelo sujeito do texto foi afirmar que “*muitas jias*” produzem ninhos de espuma.

Um outro exemplo aqui selecionado para mostrar a transposição didática é o da espécie *Eupemphix nattereri* (FROST, 2007) e sua estratégia de defesa contra predadores, apresentando no capítulo “*Malandragens*”. O exemplo desta espécie foi selecionado por ser curioso e pela relação que pode ser estabelecida entre o comportamento de inflar o corpo com a fábula “*A rã que quis ser boi*”:

A personagem da fábula poderia ter sido inspirada na “rã-de-quatro-olhos”. A espécie animal possui duas grandes manchas escuras na parte posterior do corpo, que correspondem ao acúmulo de glândulas de veneno. Quando se sente ameaçada por algum predador, a rã-de-quatro-olhos enche os pulmões de ar e altera sua postura, abaixando a cabeça e elevando a parte traseira, como se estivesse querendo mostrar suas manchas ao predador. Com o traseiro inflado, as manchas escuras parecem dois grandes olhos. A alteração de tamanho e de formato deixa o candidato a predador desorientado e ele geralmente se afasta, pois os “olhos” parecem ser de um animal bem

maior... mas não tão grande quanto um boi! A rãzinha conhece seus limites e não estoura de tanto estufar. E se sua estratégia falhar e o predador insistir no ataque, o veneno produzido nas glândulas que parecem olhos pode fazê-lo rever sua atitude.

Nesse exemplo, como em muitos outros, optou-se por apresentar a espécie pelo seu nome popular, “rã-de-quatro-olhos”, e não pelo nome científico. Além disso, as macroglândulas inguinais dessa espécie, descritas com detalhes histológicos e funcionais no artigo científico de LENZI-MATOS *et al.*(2005), foram apresentadas no texto do livro como “*duas grandes manchas escuras na parte posterior do corpo, que correspondem ao acúmulo de glândulas de veneno*”.

Na explicação, a rã-de-quatro-olhos passa a ser personagem de uma micro-narrativa, que utiliza um comportamento e uma característica morfológica para se defender de um predador. Com esse recurso, utilizado também em outros trechos, o livro procura aproximar do leitor a informação científica.

Não se pretende, no entanto, que o leitor interprete em sentido literal a explicação que utiliza “entidades” e estrutura narrativa, entendendo equivocadamente que os indivíduos da espécie citada possuem intenções, motivações e sentimentos semelhantes aos dos seres humanos. Ao afirmar “*A rãzinha conhece seus limites*” não se pretende transmitir que o animal reflete sobre seus comportamentos. Como garantir que a atribuição de caracteres antropomórficos aos animais ou a outras “entidades” apresentadas em um texto didático seja entendida pela sua função, ou seja, apenas como um recurso que facilita a compreensão?

A saída encontrada pelo sujeito do texto foi o de recorrer ao tom bem humorado vinculado à explicação, intenção verificada na expressão “*traseiro inflado*” e no comentário “*não tão grande quanto um boi!*”.

No livro “*O mundo dos anfíbios*”, os recursos de atribuir caracteres antropomórficos e de usar o humor são observados em outros trechos, como no capítulo “*A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações*”: Após

mentonar que larvas de libélula são predadoras de girinos, o capítulo termina com o comentário:

E quanto às larvas de libélula que se alimentam de girinos, é interessante lembrar: quando os dois se tornam adultos, é o sapo quem se alimenta de libélulas! O mundo dá voltas, meu amigo...

Recorrer ao humor pode representar, nesse contexto, uma mensagem ao leitor a respeito da linguagem figurativa e de sua função como facilitadora do acesso ao tema. ABRAMOVICH (1995) afirma: *“Qualquer livro, qualquer assunto, pode ter uma linguagem, um tratamento, um encaminhamento mais envolvente e mais pessoal. Depende da postura e da crença do autor.”* (p. 98).

O humor é a estratégia utilizada pelo biólogo Gary Larson para divulgar temas do estudo dos animais. Edward O. Wilson comenta, no prefácio de um livro de Larson publicado em 2000 (*“Tem um cabelo na minha terra!”*)⁴ que: *em suas aulas de ecologia na universidade, o prof. Larson recorre ao riso, do qual todos nós precisamos para nos ajustar à realidade. O humor é uma surpresa que ameniza nossa percepção da adversidade, trazendo-a para um nível psicologicamente tolerável. Trata-se de uma reação profunda e primitiva.* No caso do livro de Larson, a adversidade mencionada por Wilson é o próprio funcionamento da natureza, que, segundo ele, funciona *“na base do ‘bobeou-dançou’*” (LARSON, 2000, p. 1).

- **Aspectos relacionados à estrutura do livro paradidático**

O livro *“O mundo dos anfíbios”* pode ser considerado paradidático, de acordo com a definição desse tipo de livro apresentada no trabalho de RAMOS (1987): *“pode ser uma obra que aprofunde os conhecimentos sobre determinado assunto, ou que responda a questões derivadas dos conteúdos desenvolvidos nos livros didáticos.”* (p. 66). O material aqui produzido também

pode preencher a função que a pesquisadora citada atribuiu aos livros paradidáticos, de constituir leitura subsidiária na escola, “*enriquecedora da visão de mundo do estudante*” (RAMOS, 1987, pg. 32).

Verifica-se que não existe uma formatação rígida ou que possa ser considerada padrão para livros paradidáticos de Ciências. Isso permite liberdade na escolha de abordagens de conteúdo, na apresentação gráfica e na estruturação do texto.

Em relação ao tipo de estrutura, é possível perceber que o livro aqui proposto se assemelha àquela estrutura tradicional do livro didático, na organização em capítulos subdivididos em seções e na ênfase que é dada ao texto – e não às imagens ou a outros recursos possíveis. Além disso, a ligação entre os fatos folclóricos e as informações científicas, que constitui o diferencial da obra na abordagem dos anfíbios, foi feita com base nos conteúdos.

A formatação do livro “*O mundo dos anfíbios*” nos moldes ‘tradicionais’ de um livro com funções didáticas pode ser relacionada ao contexto no qual o material foi elaborado, sendo resultado de um trabalho que valorizou os aspectos de conteúdo.

- **Considerações finais a respeito da interação autor-leitor e da estrutura do texto**

Retomando as considerações de BALAU (1981) a respeito da estrutura dos textos didáticos como um discurso argumentativo, o autor deve estabelecer acordos iniciais com o leitor, que funcionam como pontos de partida para a leitura. Um desses acordos se refere ao reconhecimento, pelo leitor, da autoridade que o autor possui para transmitir um assunto. Em obras didáticas, isso geralmente está representado pela apresentação das credenciais do autor na primeira página ou até mesmo na capa do livro. No livro “*O mundo dos anfíbios*”, a tentativa de realizar esse primeiro ‘acordo’ se concretiza em texto

inicial, intitulado provisoriamente “Apresentação”, em que o leitor fica sabendo como e porque o material foi produzido.

Para que se estabeleça a interação autor – leitor, é necessário existir uma linguagem comum que possibilite a comunicação. Segundo CONFORTI (2003), as intenções e objetivos do autor podem ser detectados pelo leitor na coerência e na clareza do objeto do texto em si. Quando tais condições estão presentes, o leitor percebe onde o autor pretende chegar, qual o objeto essencial de seu trabalho e, então, pode também perceber como a proposta se realiza no texto. A coerência e a clareza do objeto “*habilitam o texto à metáfora, sem que esta se torne um desvio conceitual*” (CONFORTI, 2003, p. 170). Em uma proposta de texto interdisciplinar, a metáfora se distingue do conceito científico, sem que este último seja descaracterizado e destituído de seu rigor.

Neste sentido, o fato de um texto interdisciplinar ser elaborado por um único autor, fruto de um trabalho individual de pesquisa, pode favorecer a coerência do texto. Isso porque o autor estabelece um tipo de linguagem e imprime um “tom” ao seu discurso que se mantém ao longo de todo o texto.

A coerência e a clareza do objeto do texto foram questões observadas na elaboração do livro “*O mundo dos anfíbios*”, orientadas pelos parâmetros relacionados à micro e à macroestrutura do texto, definidos na Metodologia desta dissertação. Exemplos de trechos que procuram estabelecer a coesão macroestrutural foram apresentados anteriormente nesta discussão, pelo destaque de trechos que promovem a retomada dos elementos do folclore ao longo de um capítulo.

Importa ressaltar que os parâmetros delineados para a elaboração do livro que aqui se propõe atuaram como um roteiro, como linhas diretivas – e não como um conjunto de regras a serem obedecidas de qualquer jeito. Retomamos aqui o comentário de Bakhtin (citado por BERNARDES, 2003) a respeito dos “*tormentos da escrita*”, que fazem parte do trabalho de um autor. Segundo BERNARDES (2003), Bakhtin compara a criação literária ao processo de criação artística, no sentido de que no momento de elaboração de uma obra surgem impulsos, motivações, desejos e pensamentos que não podem ser controlados

em um nível totalmente consciente. A criatividade e a imaginação povoam a mente tanto do autor como do artista; os “tormentos” surgem na concretização dos pensamentos gerados nesses momentos. No caso da produção literária, os pensamentos voam e as palavras andam a pé.

A diferença entre a produção artística e a elaboração de um livro está na natureza do material utilizado em cada caso. Os autores dependem de um único tipo de material, as palavras, que devem ser apresentadas segundo regras lingüísticas. No caso da produção de um texto didático, o autor ainda deve cuidar para que a transposição dos conceitos seja feita de forma adequada e que a estrutura micro e macroestrutural do texto permitam que a função informativa seja cumprida. A complexidade desse processo foi vivenciada na elaboração do livro *“O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência”*, principal produto deste trabalho.

VIII – Referências bibliográficas

VIII-1 Referências da dissertação

ABRAMOVICH, F. *Literatura infantil – gostosuras e bobices*. 5. ed. São Paulo: Scipione, 1995.

ALMEIDA, M.J.P.M. O texto escrito na educação em Física: enfoque na divulgação científica. In: ALMEIDA, M.J.P.M.; da SILVA, H.C. (Orgs.). *Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência*. Campinas: Mercado de Letras e Associação Brasileira de Leitura, 1998. p. 53-68.

ALVES Fº, J.P. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. (Tese de doutoramento)

ALVES Fº, J.P.; PINHEIRO, T.F.; PIETROCOLA, M. A eletrostática como exemplo de transposição didática. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 77-99.

AMPHIBIA WEB. *Amphibia Web: Information on amphibian biology and conservation*. University of California, Berkeley, EUA. Banco de dados eletrônico disponível em: <<http://amphibiaweb.org/>> (Acesso em 25 de março de 2008).

ANDRADE, I.B.; MARTINS, I. Discursos de professores de ciências sobre leitura. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 11, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>> (Acesso em 18 de janeiro de 2008).

ARANTES, A.R. *Elaboração de um material paradidático de Física: textos e experimentos*. Instituto de Física de São Carlos, USP. São Carlos, 2002. (Dissertação)

ARENDT, H. *Entre o passado e o futuro*, 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

AUGUSTO, T.G.S.; CALDEIRA, A.M.A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 12, n. 1. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n1/v12_n1_a6.htm>. (Acesso em 05 de junho de 2007).

- AZEVEDO, R. *Meu livro de folclore*. São Paulo: Ática, 2000.
- BACHELARD, G. Conhecimento comum e conhecimento científico. *Tempo Brasileiro*. n. 28, São Paulo, 1972. p. 47-56.
- BALAU, V. L. *Texto didático: reflexões sobre análise de conteúdo e análise do discurso*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 1981. (Dissertação)
- BASTOS, W.L. *Fauna na linguagem popular – Pesquisa na Zona da Mata de Minas Gerais e algumas áreas do Centro-Sul do País*. Juiz de Fora: Ed. Paraibuna, 1990.
- BELINKY, T. Viola no saco. *Nova Escola*, ed. 147. São Paulo: Editora Abril, nov. 2001.
- BERNARDES, A.S. Do texto pelas mãos do escritor ao texto nas mãos do leitor: pensando a leitura e a escrita na biblioteca. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, Campinas, 2003. p. 77-88.
- BERTOLUCI, J. *Anfíbios*, 1. ed. São Paulo: Ática, 2002.
- BOCCHINI, M.O. Legibilidade visual e projeto gráfico na avaliação de livros didáticos pelo PNLD. In: Caderno de resumos do *I Simpósio Internacional “Livro Didático – Educação e História”*. São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 5-8 nov., 2007.
- BOGDAN, R.; BIGLEN, S. *Investigação qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1991.
- BRAGA, S.A.M.; MORTIMER, E.F. O discurso do texto do livro didático de ciências. In: Coletânea do *VIII Encontro Perspectivas para o Ensino de Biologia*. São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 20-22 fev., 2002.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências*. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental, 1998.
- BRASIL. Resolução nº. 3 de 03 ago. 2005. Conselho Nacional de Educação. *Diário Oficial da União*, Brasília, 08 ago 2005. p. 27. (Define normas nacionais para a ampliação do Ensino Fundamental para nove anos de duração).
- BRASIL. Resolução nº. 3 de 11 jan. 2008. *Diário Oficial da União*, Brasília, 14 jan. 2008. p. 08-09. (Dispõe sobre a execução do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD).
- BRAZIL, V.; VELLARD, J. Contribuição ao estudo dos batrachios. *Memórias do Instituto de Butantan*. São Paulo, v. 3, 1926.

- CARNEIRO, S. *Os mitos africanos no Brasil*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1937.
- CARRERA, M. *Insetos, lendas e história*. Brasília: Thesaurus, 1991.
- CASCUDO, L.C. *Dicionário do Folclore Brasileiro*. 9. ed. São Paulo: Global, 2000.
- CAVALCANTE, M. Interdisciplinaridade – Um Avanço na Educação. *Nova Escola*, n. 174, ago. 2004. p. 52-55.
- CAVALCANTI, M.L.V.C. Brincando de boi: a força dos ritos nos bois-bumbá de Parintins. *Ciência Hoje*, vol. 40, n. 240, ago. de 2007. p. 19-25.
- CERQUEIRA, R.; HINGST, E.; GRELLE, C.E. *De mãos dadas com a natureza: anfíbios e répteis*. Rio de Janeiro: Salamandra, 1991.
- CHALMERS, A. *A fabricação da ciência*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.
- CHEVALIER, J.; GHEERBRANT, A. *Dicionário de símbolos: mitos, sonhos, costumes, gestos, formas, figuras, cores, números*. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1989.
- CONFORTI, C.M.T. *A literatura no texto interdisciplinar*. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 2003. (Dissertação).
- CUEVAS, L.S. La comprensión de lectura en textos de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 8, n. 1, 1990. p. 59-64.
- DAWKINS, M.S. Só isso ou tudo isso? In: BROCKMAN, J.; MATSON, K. (Orgs.) *As coisas são assim – pequeno repertório científico do mundo que nos cerca*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. p. 95-100.
- DELLA MONICA, L. *Manual do Folclore*. São Paulo: Global, 1989.
- DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. *Biology of amphibians*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.
- ENCARNAÇÃO, B. O rei sapo (adaptação). *Ciência Hoje das Crianças On-line*. <<http://cienciahoje.uol.com.br/3995>>. (Acesso em 20 de janeiro de 2007).
- EXPLORATORIUM MUSEUM. *Frogs*. San Francisco, EUA, 1999. Disponível em: <<http://www.exploratorium.edu/frogs>>. (Acesso em 25 de março de 2008).
- FEIO, R.N.; BRAGA, U.M.L.; WIEDERHECKER, H.; SANTOS, P.S. *Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais)*. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1998.

- FONTES, M.A.; DUARTE, M.C. Creencias populares y enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10, n. 1, 1992. p. 89-93.
- FRADE, C. *Folclore*. São Paulo: Global, 1997.
- FROST, D. 2007. *Amphibian Species of the World: an Online Reference* (Versão 5.1). Banco de dados eletrônico disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. American Museum of Natural History, Nova York, EUA. (Acesso em 5 de março de 2008).
- GARCIA, P. S. Tendências e contribuições da pesquisa sobre o livro didático de ciências. In: *Anais do I Simpósio Internacional Livro Didático – Educação e História*. Centro de Memória da Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, nov. 2007.
- GOULD, S.J. Três aspectos da evolução. In: BROCKMAN, J. & MATSON, K. (Orgs.) *As coisas são assim – pequeno repertório científico do mundo que nos cerca*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. p. 95-100.
- GOUVÊA, G. A revista Ciência Hoje das Crianças e práticas de leituras do público infantil. In: MASSARANI, L. (Org.) *O pequeno cientista amador: a divulgação científica e o público infantil*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent e FIOCRUZ, 2005.
- GUEDES, H. *O nome de todas as coisas: répteis, anfíbios e insetos – a magia lúdica da língua tupi*. Curitiba: HGF, 2002.
- GUIMARÃES, J.G.M. *Folclore na escola*, 3. ed. Barueri: Manole, 2002.
- GUIMARÃES, M.A. Uma proposta de ensino de zoologia baseada na sistemática filogenética. *XII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino – ENDIPE*. Curitiba, 2004.
- HEATWOLE, H. (Org.) *Amphibian biology*, vol 1. Chipping Norton: Surrey Beatty. 1994.
- HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação – os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- JACOBS, J (Ed.). *The fables of Æsop*. The Macmillan Company, 1945.
- KANTOR, C. A. *A Ciência do Céu: uma proposta para o Ensino Médio*. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP, 2001. (Dissertação).

- KLEIMAN, A. *Texto e leitor: aspectos cognitivos da leitura*. 4. ed. São Paulo: Pontes, 1995.
- KWET, A.; DI-BERNARDO, M. *Anfíbios – amphibien – amphibians*. Porto Alegre: Editora da PUC-RS, 1999.
- La FONTAINE. *Fábulas de La Fontaine*. Esther de Lemos (trad.). São Paulo: Editora Verbo, 1987.
- LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. *Em aberto*, v. 16, n. 69, jan./mar. 1996. p. 3-8.
- LARSON, G. *Tem um cabelo na minha terra!* São Paulo: Companhia das Letrinhas. 2000.
- Le COMBER, S. C. A natural appetite. *Journal of Zoology*, vol. 274, 2008. p. 205-206.
- LENKO, K.; PAPAVERO, N. *Insetos no folclore*. 2. ed. São Paulo: Plêiade/Fapesp, 1996.
- LENZI-MATOS, R.; ANTONIAZZI, M.; HADDAD, C.; TAMBOURGI, D.; RODRIGUES, M.; JARED, C. The inguinal macroglands of the frog *Physalaemus nattereri* (Leptodactylidae): structure, toxic secretion and relationship with deimatic behaviour. *Journal of Zoology*, vol. 266 (4), 2005.
- LEPRI, M.C. Semeando interdisciplinaridade – as ‘idéias-vivas’ de Gregory Bateson. *Ciência Hoje*, vol. 38, n. 228, 2006. p. 16-21.
- LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E.; MENIN, M.; ERDTMANN, L.K.; RODRIGUES, D.J.; KELLER, C.; HÖDL, W. *Guia de sapos da reserva Adolpho Ducke – Amazônia Central*. Manaus: Áttema Design Editorial, 2005.
- LIMA, R.T. *Abecê de folclore*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- LISPECTOR, C. *Como nasceram as estrelas – doze lendas brasileiras*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1987.
- LOBATO, M. Fábulas. In: *Obra infantil completa*, vol. 3. São Paulo: Ed. Brasiliense, sem data.
- LÓPEZ, V.S.; PORTOLÉS, J.J.S.; GÁMEZ, E.V. Mejorando la efectividad instruccional del texto educativo en ciencias: primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, n. 2, 1993. p. 137-148.
- MACHADO, N.J. *Educação: projetos e valores*. 6. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- MACHADO, N.J. Sobre livros didáticos: quatro pontos. *Em Aberto*, v. 16, n. 69, 1996. p. 22-29.

- MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, Campinas, n. 26, 2004. p. 95-108.
- MASUR, Jandira. *O frio pode ser quente?* 17. ed. São Paulo: Ática, 2006. 32 p.
- MARTINS, I. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. B. (Orgs.) *Linguagem, cultura e cognição – reflexões para o ensino e a sala de aula*. Belo Horizonte, Autêntica, 2001.
- MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G. Explicando uma explicação. *Ensaio*. v. 1, n. 1, 1999. p. 29-46.
- MERGULHÃO, M. C. *Socorro! Tem um bicho aqui!* São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 2002. (Tese de doutoramento).
- MOREIRA, A.F.B. Propostas curriculares alternativas: limites e avanços. *Educação & Sociedade*, ano XXI, n. 73, 2000. p. 109-138.
- MOREIRA, A.F.B. Reflexões sobre o currículo a partir da leitura de um livro para crianças. *Química Nova na Escola*, n. 9, maio 1999. p. 23-27.
- MOREIRA, I.C.; MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. (Orgs.) *Cordel e Ciência: a ciência em versos populares*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2005.
- MORGAN, A. *Toads and toadstools*. Berkeley: Celestial Arts Publishing, 1995.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- MORIN, E. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- MORIN, E. *Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar*. 4. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.
- MUNAKATA, K. Livro didático e formação do professor são incompatíveis? In: *Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores*. Brasília: MEC/SEF, 2001. p. 89-94.
- MURILLO, J.I.; QUÍLEZ, M.J.G. Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 23, n. 3, 2005. p. 345-356.
- MYANAKI, J. *A paisagem no ensino de geografia: uma estratégia didática a partir da arte*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 2003. (Dissertação)

- NOMURA, H. *Usos, credences e lendas sobre anfíbios*. 2. ed. Mossoró: Fund. Vingt-Un Rosado, 1996.
- PASQUALI, M.S.; LIMA, L.P.; BASTOS, R.P. *Sapos, rãs e pererecas: desvendando os segredos dos anfíbios*. Goiânia: R. P. Bastos, 2003.
- PAVONI, A. *Os contos e os mitos no ensino – uma abordagem junguiana*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1989.
- PIETROCOLA, M. Linguagem e estruturação do pensamento na ciência e no ensino de ciências. In: PIETROCOLA, M.; FREIRE JR., O. (Orgs.) *Filosofia, Ciência e História: uma homenagem aos 40 anos de colaboração de Michel Paty com o Brasil*. São Paulo: Discurso Editorial, 2005. p. 315-333.
- PIETROCOLA, M. Curiosidade e Imaginação – os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.) *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 119-133.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; McFARLAND, W.N. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu Editora, 1999.
- RAMOS, M.C.M. *O paradidático: esse rendoso desconhecido*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1987. (Tese de doutoramento)
- SANTOS, E. *Anfíbios e répteis do Brasil (vida e costumes)*. Rio de Janeiro: Villa Rica Editoras Reunidas, 1994.
- SANTOS, E. *História, lendas e folclore de nossos bichos*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987.
- SANTOS-FITA, D.; COSTA-NETO, E.M.; SCHIAVETTI, A. A construção sociocultural de domínios semânticos etnozoológicos em um povoado do interior do Estado da Bahia, Brasil. In: Livro de Resumos do XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, 2008.
- SÃO PAULO. Lei nº. 11.669 de 13 jan. 2004. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, 14 jan. 2004. p. 2. (Institui o "Dia do Saci", a ser comemorado, anualmente, no dia 31 de outubro.)
- SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal – adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Editora Santos, 2002.
- SCHRÖDINGER, E. *O que é vida? O aspecto físico da célula viva*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.
- SILVA, E.T. Ciência, leitura e escola. In: ALMEIDA, M.J.P.M.; SILVA, H.C. (Orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras e ABL, 1998. p. 121-130.

- SILVA, H.C.da; ALMEIDA, M.J.P.M. Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. In: ALMEIDA, M.J.P.M.; SILVA, H.C. (Orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras e ABL, 1998. p. 131-162.
- SILVANO, D.L.; SEGALLA, M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*, vol. 01, n. 01. 2005. p. 80-85.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOLOGIA, Curitiba. Livro de resumos do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia. Brasília, 2004.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOLOGIA, Curitiba. Livro de resumos do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia. Londrina, 2006.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOLOGIA, Curitiba. Livro de resumos do XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, 2008.
- SUTTON, C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 21, n. 1, 2003. p. 21-25.
- SUTTON, C. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, v. 12, 1997. p. 8-31.
- TAUNAY, A.E. *Zoologia Fantástica do Brasil (séculos XVI e XVII)*. São Paulo: EDUSP e Museu Paulista da Universidade de São Paulo, 1999.
- TORNER, E.M. *El Folklore en la escuela*. Buenos Aires: Ed. Losada, 1946.
- UNESCO. *Regional Workshops on Bridging the Gap between Scientists and Science Educators for Africa, the Arab States, Asia and Pacific, Latin America and the Caribbean*. 2004. Disponível em: <http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=33939&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html>. (Acesso em 18 de março de 2006).
- VANNUCCHI, A. I. *História e filosofia da ciência: da teoria para a sala de aula*. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP, 1996. (Dissertação).
- VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência e Educação*, vol. 9, n. 1, 2003. p. 93-104.
- VIZOTTO, L.D. *Serpentes: mitos, superstições e crendices*. São Paulo: Editora Plêiade, 2003.
- WEIGERT, C.; LOFFREDO, A.M.; FREITAS, D. A interação Artes-Biologia em uma experiência interdisciplinar. Caderno de resumos do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo, fev. 2002 (A)

WEIGERT, C.; SUDAN, D.C.; FREITAS, D. O trabalho interdisciplinar como uma perspectiva de facilitação de rupturas com um currículo tradicional. Caderno de programas e resumos do *VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo, fev. 2002 (B)

WERA MIRIM, A. *A história da vida guarani*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2002.

ZUPANC, G. K. H. Teaching zoology in the twenty-first century: old challenges and new opportunities. *Journal of Zoology*, n. 274, 2008. p. 105-106.

VIII-2 – Fontes de consulta na elaboração do livro "*O mundo dos anfíbios – Folclore e Ciência*"

AMPHIBIA WEB. *Amphibia Web: Information on amphibian biology and conservation*. University of California, Berkeley, EUA. Banco de dados eletrônico disponível em: <<http://amphibiaweb.org/>> (Acesso em 25 de março de 2008).

AZEVEDO, R. *Meu livro de folclore*. São Paulo: Ática, 2000.

BASTOS, W.L. *Fauna na linguagem popular – Pesquisa na Zona da Mata de Minas Gerais e algumas áreas do Centro-Sul do País*. Juiz de Fora: Ed. Paraibuna, 1990.

BERTOLUCI, B. Pedal luring in the leaf-frog *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura, Hylidae, Phyllomedusinae). *Phyllomedusa*, vol. 1, n. 2, 2002. p. 93-95.

BRAZIL, V.; VELLARD, J. Contribuição ao estudo dos batrachios. *Memórias do Instituto de Butantan*. São Paulo, v. 3, 1926.

CASCUDO, L.C. *Dicionário do Folclore Brasileiro*. 9. ed. São Paulo: Global, 2000.

DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. *Biology of amphibians*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.

ERSPAMER, V.; ERSPAMER, G.F.; SEVERINI, C.; POTENZA, R.L.; BARRA, D.; MIGNOGNA, G.; BIANCHI, A. Pharmacological studies of 'sapo' from the frog *Phyllomedusa bicolor* skin: a drug used by the Peruvian Matsigenka Indians in shamanic hunting practices. *Toxicon*, vol. 31, n. 9, 1993. p. 1099-1111.

- EXPLORATORIUM MUSEUM. *Frogs*. San Francisco, EUA, 1999. Disponível em: <<http://www.exploratorium.edu/frogs>>. (Acesso em 25 de março de 2008).
- FEIO, R.N.; BRAGA, U.M.L.; WIEDERHECKER, H.; SANTOS, P.S. *Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais)*. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1998.
- FROST, D. 2007. *Amphibian Species of the World: an Online Reference* (Versão 5.1). Banco de dados eletrônico disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. American Museum of Natural History, Nova York, EUA. (Acesso em 5 de março de 2008).
- GUEDES, H. *O nome de todas as coisas: répteis, anfíbios e insetos – a magia lúdica da língua tupi*. Curitiba: HGF, 2002.
- HEATWOLE, H. (Org.) *Amphibian biology*, vol 1. Chipping Norton: Surrey Beatty. 1994.
- HUTCHINSON, D.A.; MORI, A.; SAVITZKY, A.H.; BURGHARDT, G.M.; WU, X.; MEINWALD, J.; SCHROEDER, F.C. Dietary sequestration of defensive steroids in nuchal glands of the Asian snake *Rhabdophis tigrinus*. *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 104, n. 7, 2007. p. 2265-2270.
- JACOBS, J (Ed.). *The fables of Æsop*. The Macmillan Company, 1945.
- KO, R.J.; GREENWALD, M.S. *et al.* Lethal ingestion of Chinese herbal tea containing *ch'an su*. *The Western Journal of Medicine*, 164, 1996. p. 71-75.
- KUPFER, A.; MULLER, H.; ANTONIAZZI, M.; JARED, C. *et al.* Parental investment by skin feeding in a caecilian amphibian. *Nature*, 440, 2006. p. 926-929.
- KWET, A.; DI-BERNARDO, M. *Anfíbios – amphibien – amphibians*. Porto Alegre: Editora da PUC-RS, 1999.
- La FONTAINE. *Fábulas de La Fontaine*. Esther de Lemos (trad.). São Paulo: Editora Verbo, 1987.
- LENZI-MATOS, R.; ANTONIAZZI, M.; HADDAD, C.; TAMBOURGI, D.; RODRIGUES, M.; JARED, C. The inguinal macroglands of the frog *Physalaemus nattereri* (Leptodactylidae): structure, toxic secretion and relationship with deimatic behaviour. *Journal of Zoology*, vol. 266 (4), 2005.
- LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E.; MENIN, M.; ERDTMANN, L.K.; RODRIGUES, D.J.; KELLER, C.; HÖDL, W. *Guia de sapos da reserva Adolpho Ducke – Amazônia Central*. Manaus: Áttema Design Editorial, 2005.

- LINGNAU, R. *Comunicação acústica e visual, territorialidade e comportamento reprodutivo de Hylodes heyeri (Anura: Leptodactylidae) no município de Morretes, Estado do Paraná, Brasil*. Goiânia: UFGO, 2003. (Dissertação)
- LISPECTOR, C. *Como nasceram as estrelas – doze lendas brasileiras*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1987.
- LOBATO, M. Fábulas. *In: Obra infantil completa*, vol. 3. São Paulo: Ed. Brasiliense, sem data.
- MORGAN, A. *Toads and toadstools*. Berkeley: Celestial Arts Publishing, 1995.
- NOMURA, H. *Usos, credences e lendas sobre anfíbios*. 2. ed. Mossoró: Fund. Vingt-Un Rosado, 1996.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; McFARLAND, W.N. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu Editora, 1999.
- SANTOS, E. *Anfíbios e répteis do Brasil (vida e costumes)*. Rio de Janeiro: Villa Rica Editoras Reunidas, 1994.
- SANTOS, E. *História, lendas e folclore de nossos bichos*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal – adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Editora Santos, 2002.
- SILVANO, D.L.; SEGALLA, M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*, vol. 01, n. 01. 2005. p. 80-85.
- TAUNAY, A.E. *Zoologia Fantástica do Brasil (séculos XVI e XVII)*. São Paulo: EDUSP e Museu Paulista da Universidade de São Paulo, 1999.
- TOLEDO, R.C.; JARED, C. Considerações sobre o veneno dos anfíbios. *Ciência e Cultura*, vol. 41 (3), 1989. p. 250-258.
- WERA MIRIM, A. *A história da vida guarani*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2002.

Anexo 1

SAPOS, RÃS E PERERECAS: CRIATURAS DO MAL?

Em muitas histórias de bruxaria da Europa medieval apareciam sapos ou rãs: esses anfíbios eram conselheiros das bruxas ou eram ingredientes de poções venenosas usadas para fazer o mal.

E não é só em antigas lendas da Europa que os anuros (sapos, rãs e pererecas) são vistos como seres diabólicos. Histórias assustadoras de sapos são contadas nos quatro cantos do Brasil.

Uma “lenda urbana” do interior de São Paulo conta que uma senhora fazia café para seus netos quando uma perereca caiu dentro do coador; as crianças tomaram o café e morreram envenenadas! Como isso aconteceu? Onde? Com quem? Ninguém sabe, ninguém viu! Histórias de terror à parte, os anfíbios são os protagonistas de “lendas” como essas provavelmente por sua capacidade de produzir e liberar veneno através da pele.

A PELE DOS ANFÍBIOS

A pele dos anfíbios é cheia de glândulas, e este grupo é o que mais produz substâncias na pele dentre todos os vertebrados.

Os anfíbios possuem **glândulas de muco**, substância que mantém a pele sempre úmida e ajuda a controlar a perda de água. As glândulas de muco liberam seu conteúdo na superfície da pele constantemente. Além das glândulas mucosas, os anfíbios possuem as **glândulas de veneno**.

Nos sapos, a produção e liberação de veneno ficam concentradas na região atrás dos olhos, nas chamadas **glândulas parotóides**. O veneno só é liberado quando as glândulas são espremidas ou perfuradas pela mordida de um predador. Pererecas e rãs não possuem uma região especializada na secreção de veneno; ele é liberado por toda a superfície da pele dissolvido no muco, geralmente em baixas concentrações.

Assim, a pele dos anfíbios é capaz de liberar muco e venenos. Como o muco dá um aspecto úmido à pele, é comum pensar que os anfíbios transpiram, ou seja, que o seu “suor” é venenoso. No entanto, o suor é produzido por glândulas sudoríparas, que não existem nos anfíbios. Apenas os mamíferos possuem essas glândulas e eliminam suor. Os anfíbios não transpiram e os venenos que eles liberam pela pele não indicam que eles estão com calor, mas sim que estão prontos para se defender de eventuais predadores!

VENENOS

A composição química dos venenos e os efeitos que podem provocar variam de acordo com a espécie de anfíbio. Existem venenos que causam perturbações visuais, outros provocam enrijecimento muscular e até parada cardíaca nos predadores que se atrevem a morder as glândulas parotóides. Vamos conhecer alguns exemplos:

Sapos do gênero *Bufo*

- Possui glândulas parotóides
- Secreção: composto químico semelhante à adrenalina
- Efeitos: contração muscular e desorientação no predador
- Curiosidade: O veneno produzido e fica armazenado nas glândulas parotóides só é liberado se essas estruturas forem comprimidas.

Sapo (*Bufo americanus*)

Rã-fantasma

Rã-fantasma (vive na Amazônia) e outras espécies de rãs e pererecas

- Secreção: opióides (compostos químicos semelhantes ao ópio)
- Efeitos: agitação e ausência de dor quando em baixas concentrações
- Curiosidade: pode causar dependência química

Sapos da família Dendrobatidae

- Secreção: alcalóides (compostos químicos semelhantes à cocaína)
- Efeitos: arritmia, parada cardíaca, morte
- Curiosidade: índios da Colômbia usam essa secreção para envenenar flechas e zarabatanas.

Por isso, os sapos dessa

família são conhecidos como sapos-veneno-de-flecha.

Os índios nunca seguram o sapo diretamente com as mãos, mas sim usando folhas de bananeira como se fossem luvas. Eles sabem que precisam cozinhar bem o animal que for morto com flechada de veneno para não serem contaminados e ficou comprovado pelos cientistas que o calor por tempo prolongado destrói as propriedades do veneno.

Nos sapos-veneno-de-flecha, o veneno não é produzido por eles, mas sim por formigas e outros insetos que eles comem! Há indícios de que o veneno vem, na verdade, de plantas tóxicas das quais as formigas se alimentam. Cientistas observaram que, quando sapos-veneno-de-flecha são criados em cativeiro, recebendo ração diferente de sua dieta no ambiente natural, se reproduzem e os descendentes não apresentam veneno na pele, após algumas gerações.

Existe ainda um outro tipo de veneno de efeito alucinógeno, que comentaremos mais adiante.

Com exceção dos venenos alcalóides, os outros tipos de veneno não são letais ao ser humano e são rapidamente destruídos pelo nosso fígado, caso sejam ingeridos. Mas todos os tipos de secreções venenosas funcionam como mecanismo de defesa contra predadores no ambiente natural.

Talvez você já tenha ouvido falar que o sapo “mija” veneno nos olhos das pessoas!... Na verdade, essa estratégia de defesa realmente assusta os predadores, pois quando o sapo se sente ameaçado um forte jato sai de sua cloaca. A cloaca corresponde a uma bolsa interna onde terminam os sistemas digestório, reprodutor e urinário – a função dela é eliminar fezes e excretas do corpo do sapo e liberar gametas no ambiente na época da reprodução. Nessa bolsa o sapo consegue armazenar água, que o organismo pode absorver nos períodos de seca. A cloaca também pode ser uma arma de defesa, mas o disparo não é venenoso, é apenas água! Não se trata de urina nem de veneno!

Outro exemplo do que a pele um anfíbio é capaz: certas pererecas da América do Sul liberam através da pele uma substância leitosa, urticante e com poder adesivo. O predador cospe a perereca devido ao efeito urticante e, quando percebe, está com a boca cheia de cola! É uma “cola biológica”, mais forte do que as super-colas que vemos nos anúncios de televisão.

VENENOS ALUCINÓGENOS

Ocorre nos sapos da espécie *Bufo arenarum*, que ocorrem no Sul do Brasil. Essa espécie é curiosa, pois pode ser encontrada na areia das praias, onde resiste aos altos níveis de salinidade.

A secreção venenosa desses sapos tem uma aparência leitosa e não tem cheiro. Sua composição química é semelhante ao do veneno da rã-fantasma, que vimos anteriormente: é um opióide.

Bufo arenarum

Os venenos opióides provocam alucinações nos animais predadores e também em certos “consumidores”, como o ser humano. Faz parte do ritual religioso de algumas tribos indígenas da América do Sul, México e Austrália o consumo de drogas alucinógenas extraídas de anfíbios anuros.

Essas drogas podem causar dependência química se utilizadas com frequência, em pequenas doses. Além das alucinações, este tipo de veneno tem ação analgésica, ou seja, diminui a sensação de dor.

A quantidade de veneno, no entanto, faz toda a diferença, pois os opióides causam parada cardíaca e morte. Um grupo de pesquisadores fez a seguinte observação: uma jararaca mordeu um sapo na região das glândulas parotóides, o sapo resistiu à mordida enquanto a serpente morreu em poucos minutos.

Talvez os potentes venenos dos anfíbios tenham inspirado as histórias de bruxarias envolvendo sapos, ajudando a construir sua imagem “maligna”.

No entanto, em outros povos as lendas e histórias antigas tratam os anfíbios como animais sagrados, pois seus venenos eram usados na caça, para vencer guerras (com flechas envenenadas) ou em rituais de cura.

Nos dias de hoje, os venenos dos anfíbios também têm sido usados para cura, pois em vários laboratórios do mundo estão sendo desenvolvidos medicamentos a partir dessas substâncias: remédios para dor, para o combate a certos tipos de câncer e outros. Talvez a fama de “criaturas do mal” não seja muito justa...

Anexo 2

A Princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações

Uma linda princesa passeava em um bosque perto do castelo de seu pai. Ela estava triste, pois o tempo passava, suas amigas estavam se casando e ela ficando pra titia.

A princesa, triste da vida, decidiu sair para um passeio. A princesa andou e andou, até que resolveu descansar à beira de um lago. Foi quando pulou no colo dela um sapo enorme. Em vez de coaxar, porém, o sapo começou a falar!

O sapo contou que ele era na verdade um príncipe, e que uma bruxa malvada havia lançado um feitiço sobre ele que o transformara em sapo. O sapo-príncipe (ou seria um príncipe-sapo?) fez uma pausa na sua triste história, comeu uma mosquinha e continuou a falar:

“O único meio de quebrar o feitiço é receber um beijo de uma princesa de verdade! E hoje pode ser o meu dia de sorte: você é uma princesa de verdade!”

A princesa, enternecida com a fala do bicho e, mais do que tudo, desesperada para arranjar um marido, resolveu arriscar. “Afinal, não tem ninguém olhando!...”, pensou ela.

E não é que a princesa apertou bem os olhos, prendeu a respiração e beijou a pele fria e escorregadia do sapo? No lugar do sapo surgiu uma fumaça, e do meio da fumaça, um príncipe bonitão! Os dois se olharam e se apaixonaram, e viveram felizes para sempre.

E o melhor da história é que o príncipe nunca reclamava quando caía uma mosca em sua comida.

.....

A famosa lenda do príncipe transformado em sapo vem da Europa e é muito antigo. Às vezes ouvimos mulheres contando a história ao contrário, afirmando que se casaram com um príncipe e que depois de vários anos de casamento, o marido se transformou em “sapo”, que não ajuda a lavar a louça e só quer assistir ao futebol na TV!

Na lenda original, a princesa beija uma rã macho, pois na Europa as rãs são animais muito comuns. Quando essa história chegou ao Brasil, a palavra “rã” foi traduzida por “sapo”, pois por aqui era comum a crença de que a rã é a fêmea do sapo. No entanto, sapos e rãs são tipos diferentes de anfíbios anuros, e cada espécie, tanto de sapos quanto de rãs, possui indivíduos machos e fêmeas!

*É bicho nojento o sapo
Ou de noite ou de manhã;
Mas eu queria ser um sapo
Se você fosse uma rã!*

Quadrinha popular brasileira

METAMORFOSE AMBULANTE

O girino pode não se transformar em príncipe, mas sua transformação não deixa de ser fantástica. Ao invés do beijo de uma princesa, o que desencadeia seu processo de metamorfose são os hormônios da glândula tireóide.

A metamorfose pode ter sido uma vantagem ao longo da evolução dos anfíbios, pois cada etapa de sua vida está adaptada a ambientes diferentes (água e terra); deste modo, a chance de sobrevivência pode ser maior.

O ovo dos anfíbios anuros é gelatinoso e geralmente é colocado na água ou em um ninho preparado pelos pais, para evitar a desidratação.

Existem também algumas espécies que constroem bacias ou buracos no solo, geralmente próximo à margem de um rio ou lagoa. Nesses “ninhos” os ovos ficam protegidos contra predadores comedores de ovos. Em muitos casos, a fêmea libera nesse ninho não apenas os ovos que vão se transformar em girinos, mas também ovos que servem apenas para alimentar os girinos que forem eclodindo.

Do ovo gelatinoso surge uma larva aquática chamada **GIRINO**. Os girinos são muito parecidos com peixes: respiram por brânquias e possuem nadadeira caudal. A maioria dos girinos alimenta-se de algas. Em

Em muitos casos, os girinos têm de contar com a própria sorte para conseguir atingir a fase adulta. Além da competição por alimento e da ameaça dos girinos carnívoros, os girinos são fonte de alimento para peixes pequenos e até para larvas de libélula.

Em algumas espécies, o pai ou a mãe dos girinos cuidam deles até que atinjam um tamanho maior. Os girinos são transportados assim que saem dos ovos em uma bolsa de pele que surge nas costas do macho ou da fêmea na época da reprodução. Esta bolsa fica cheia de muco, garantindo a umidade para que os girinos cresçam numa boa.

Mesmo com diversas estratégias de defesa, das centenas de ovos que são depositados por uma fêmea, apenas 10 ou 20 conseguem completar sua metamorfose e chegar à fase adulta.

No processo de metamorfose, o girino começa a crescer e a mudar sua aparência. Surgem as patas posteriores, depois as patas dianteiras, desaparecem as brânquias e desenvolvem-se os pulmões. A cauda vai sumindo aos poucos, acompanhando todo o processo. Ao final da metamorfose, há um sapo, rã ou perereca já na forma adulta, de pequeno tamanho.

E quanto às larvas de libélula que se alimentam de girinos, é interessante lembrar: quando os dois se tornam adultos, é o sapo quem se alimenta das libélulas! O mundo dá voltas, meu amigo...

Anexo 3

Salamandras e seus salamaleques

Os povos antigos da Ásia acreditavam que tudo o que existia na natureza era constituído de quatro elementos básicos: o ar, a água, a terra e o fogo. Cada elemento tinha o seu representante, chamado de *elemental*, um espírito protetor da natureza. Os veados representavam a terra, os peixes eram os símbolos da água, as águias representavam o ar e as salamandras simbolizavam o fogo. A função dos elementais era a de manter o equilíbrio do meio ambiente; pensando assim, as salamandras eram os espíritos que protegiam a floresta contra incêndios.

Essa crença pode ter surgido a partir de uma constatação: quando se acendia uma fogueira era comum ver uma salamandra saindo rapidinho do meio das chamas em direção à floresta.

Mas por que será que toda vez que se fazia uma fogueira, uma salamandra aparecia? Você tem alguma idéia? Vamos seguir em frente, e depois veremos se a sua idéia é boa...

De qualquer forma, até hoje a salamandra é o símbolo do poder do fogo para os mais místicos.

As salamandras são os anfíbios que apresentam cauda durante toda a vida, e é daí que vem o nome do grupo: Ordem Caudata ou Urodela (do grego "*oura*", cauda e "*delos*", visível).

Não é só na mitologia e no esoterismo que as salamandras recebem outras identidades: é comum ouvirmos pessoas chamando uma salamandra de lagartixa, iguana ou "lagartinho". Esses três animais são répteis e parecem salamandras apenas no formato do corpo.

POR QUE A SALAMANDRA NÃO É UM ANIMAL MUITO POPULAR AQUI NO BRASIL???

As salamandras são originárias do hemisfério Norte, sendo animais bastante comuns na Europa, Ásia, América do Norte e norte da África.

No Brasil, existe apenas uma espécie de anfíbio com cauda, que habita a floresta amazônica.

TRITÕES x SALAMANDRAS

TRITÃO é o nome popular de um tipo de salamandra que é aquática. Vive em riachos de água fria e só vai para a terra nos dias mais frios do inverno, para hibernar. Não são comuns no Brasil.

A **SALAMANDRA** propriamente dita possui hábito terrestre na fase adulta e vive escondida em lugares como tocas no solo e troncos caídos na mata, que ofereçam proteção, umidade e temperatura amena.

É no habitat da salamandra terrestre que encontramos a melhor explicação para a origem das lendas sobre o elemental do fogo: troncos caídos pela floresta eram usados como

lenha, mas dentro desses troncos poderia estar uma salamandra buscando abrigo... Ao perceber o fogo e o calor, as salamandras saíam assustadas de dentro da fogueira, não para salvar a floresta, e sim para proteger a sua própria pele!

As salamandras medem de 15 a 30 cm de comprimento. A salamandra gigante do Japão é o maior anfíbio conhecido atualmente: mede cerca de 1,50 m, come até passarinhos e pode viver aproximadamente 70 anos!

As outras espécies de salamandras alimentam-se de insetos e minhocas e vivem cerca de 20 anos, uma vida considerada longa se comparada com a de outros anfíbios. Uma salamandra pode ficar meses, ou até anos, sem comer! Isso porque elas apresentam uma reserva de gordura na cauda. Quando a reserva de gordura acaba, as salamandras saem à procura de alimento novamente.

Algumas salamandras ficam camufladas no ambiente onde vivem, devido à cor da pele. Outras, ao contrário, apresentam pele de cor chamativa. A maioria dessas salamandras “vistosas” produzem venenos fortíssimos na pele. É o caso da salamandra-de-fogo (veja foto ao lado). Ela é encontrada na Europa e no norte da África e mede cerca de 10 cm.

Existem salamandras que não possuem pulmões, ao contrário dos outros grupos de anfíbios e dos outros vertebrados terrestres. Quando jovens, as salamandras são aquáticas e respiram por brânquias externas. As salamandras adultas, de hábito terrestre, respiram através de sua pele fina e úmida.

Em algumas salamandras, a larva pode atingir a maturidade sexual. O que observamos é um animal jovem, que vive na água e possui brânquias, que não possui coloração de adulto, mas com capacidade de se reproduzir. Esse fenômeno é causado por uma deficiência na produção de hormônios do crescimento. O axolotle (*Ambystoma mexicanus*) é uma espécie de salamandra que sofre esse processo. Se for tratado em laboratório com hormônios de crescimento, o axolotle se desenvolve e perde suas características larvais.

MONITORAR DE SALAMANDRAS? PARA QUE?

Nas florestas em equilíbrio, as salamandras são abundantes e servem de alimento para diversos animais. No entanto, esses animais sofrem com desequilíbrios no seu habitat. O fato de sua pele ser fina e permeável faz com que as salamandras sejam afetadas pela poluição. Incêndios e desmatamentos diminuem o nível de umidade do ar, e com isso a pele das salamandras pode ressecar (lembre-se de que as salamandras respiram pela pele!).

Ultimamente, os cientistas têm sugerido a criação de um programa de monitoramento de populações de salamandras terrestres. Uma população de salamandras em declínio ou a descoberta de espécies em extinção pode indicar que algo está errado com o ambiente da floresta.

Anexo 4

CECÍLIAS: ANFÍBIOS MUITO TÍMIDOS

Conhecemos um monte de lendas, crendices e contos do folclore envolvendo sapos, rãs, pererecas e até salamandras. É raro, no entanto, ouvirmos histórias sobre as cecílias, que são os anfíbios de corpo alongado e sem patas. Elas estão agrupadas na ordem Gymnophiona (palavra que vem do latim e significa “*cobra nua*”) ou Apoda (*a* = sem; *poda* = pés).

Talvez as cecílias não sejam muito famosas devido ao seu modo de vida: elas vivem escondidas debaixo da terra, escavando túneis iguais aos das minhocas. Algumas poucas espécies de cecílias são aquáticas e passam a vida inteira em rios ou lagoas de água doce.

Todo o corpo da cecília apresenta características que refletem adaptações à vida subterrânea:

1- A cabeça é pequena e o corpo é alongado, o que facilita a locomoção entre os blocos de terra. Seu crânio é bastante rígido, assim a cecília pode ir escavando a terra com a sua própria testa, sem danificar seu cérebro.

2- Patas não lhe seriam muito úteis, pois a cecília quase nunca vai para a superfície; ela se locomove como as serpentes, através de ondulações do corpo.

3- Possui olhos pequenos cobertos por uma grossa camada de pele (em algumas espécies os olhos estão cobertos por osso). Uma boa visão não deve fazer falta para quem vive no escuro. Alguns cientistas afirmam que as cecílias conseguem distinguir luz e sombras com seus dois olhinhos, enquanto outros acreditam que elas são completamente cegas e dependem totalmente de seus outros sentidos para se orientar no espaço.

4- A cecília possui um par de tentáculos localizados entre os olhos e as narinas, que funcionam como um sensor que informa ao sistema nervoso do animal a presença de alimento ou de corpos estranhos na terra. Esses tentáculos podem se esticar ou se retrair e tornam o olfato e a audição da cecília mais aguçados. Os outros anfíbios não apresentam tentáculos sensoriais.

5- Outra característica que as cecílias não compartilham com os outros anfíbios é o corpo dividido em anéis. Os anéis são chamados de *ANNULI*, e nada mais são do que dobras na pele.

O formato do corpo e a presença de anéis deixam cecílias e minhocas bastante parecidas entre si. Em alguns lugares do Brasil a cecília é até chamada de "minhocão". Mas cecílias e minhocas são animais muito diferentes.

MINHOCA	CECÍLIA
Animal invertebrado (sem coluna vertebral)	Possui coluna vertebral
Hermafroditas	Machos e fêmeas
Não possui olhos	Possui olhos (eles são reduzidos, mas existem!)
A sua boca é uma pequena tromba, sem dentes	A sua boca possui osso mandibular e dentes
Alimenta-se de restos orgânicos na terra	Alimenta-se de insetos, centopéias e... minhocas!

Muita gente não confunde as cecílias com minhocas, mas com cobras. Aliás, a confusão já vem no outro nome popular: "cobra-cega". As cecílias podem ser cegas, mas com certeza não são cobras!

As cobras ou serpentes apresentam pele seca e com escamas. A cecília tem a pele úmida e lisa, como a dos outros anfíbios. Existem outras diferenças, que não vamos comentar aqui.

REPRODUÇÃO

Muitos anfíbios se reproduzem na água: é lá que acontece a fecundação e o desenvolvimento dos ovos e das larvas.

A maioria das cecílias não vive na água e sim embaixo da terra, e seria muito difícil para elas promover o encontro dos gametas se essas células fossem lançadas diretamente no solo. Também seria difícil para as cecílias darem um abraço nupcial sem ter patas! A cecília realiza a fecundação interna: as cecílias machos possuem um órgão copulador e os ovos se formam dentro do corpo da fêmea.

Em algumas espécies, a fêmea coloca os ovos na terra e cuida do ninho até as larvas eclodirem, ficando enrolada em volta deles. Em outras espécies, no entanto, o desenvolvimento do ovo e da larva acontece dentro do corpo da fêmea.

Quando as larvas completam sua metamorfose, suas brânquias já estão ausentes e cada mini-cecília está com metade do tamanho do corpo da mãe. Nesse momento, a mãe “dá a luz” as cecilinhas, fazendo-as sair pelo canal do sistema reprodutor. Elas já estão prontas para enfrentar a vida lá fora. As cecílias vivíparas nunca desenvolvem mais de 10 cecilinhas de cada vez.

Anexo 5

— O Mundo dos Anfíbios —
Folclore & Ciência

"O sapo, se não existisse, era preciso inventá-lo"

Olivier Rawton, 1884
(citado por Eurico Santos, 1994, p. 38)

Sumário

Apresentação	197
Uma receita especial: Poção de anfíbios	198
Como surgiram os anfíbios?	204
Sapos, rãs e pererecas: Criaturas do mal?	209
Malandragens	218
De pulo em pulo, o sapo acha o rumo!	225
Os sapos cantam quando vai chover?	230
Karaokê no brejo	238
“Crescei e multiplicai-vos...”: Sapos, rãs e pererecas como símbolos de fertilidade	244
A princesa, o sapo e outras histórias sobre transformações	250
Pipa na lagoa	254
Salamandras e seus salamaleques	257
Cecílias: anfíbios muito tímidos	265
O sapo não lava o pé... porque a lagoa está suja!	270
Sugestões de leitura	275

Apresentação

Houve um tempo em que as histórias eram contadas ao redor de uma fogueira, sob o céu estrelado, ouvindo-se ao longe o barulho dos animais da mata. Eram histórias antigas, contadas e recontadas em diversas partes do mundo, que faziam rir e pensar nos mistérios da vida e da natureza. Eu sempre gostei de histórias assim, embora nunca tenha sentado perto de fogueiras para ouvi-las (em muitos lugares do mundo esse costume não existe mais).

Sempre gostei também da natureza e por isso estudei para ser bióloga. No ano 2000, fui aluna de um curso sobre anfíbios coordenado pelos Professores Carlos Jared e Marta Antoniazzi, do Instituto Butantan (São Paulo). Naquele curso fui apresentada ao mundo dos anfíbios, com suas características e comportamentos tão incríveis que bem poderiam ser histórias contadas perto de uma fogueira...

Inspirando-me no que aprendi sobre os anfíbios, comecei a reunir histórias do folclore e informações da biologia desses animais. Não sou especialista em folclore ou em anfíbios, mas tudo que está neste livro é resultado de uma pesquisa aprofundada. Nesta pesquisa pude contar com os Profs. Carlos e Marta, que com muita paciência e alegria forneceram explicações, de um jeito que somente aqueles que amam o que fazem conseguem explicar. Desde o início, o trabalho foi supervisionado pela grande mestra e amiga Profa. Sônia Lopes, que me orientou em direção ao meu sonho de ser escritora.

O resultado deste trabalho está agora em suas mãos. Talvez você já conheça algumas histórias do folclore sobre anfíbios que foram selecionadas para este livro. Se você conhecer uma versão um pouco diferente, não estranhe, é assim mesmo com o folclore: quem conta um conto, aumenta um ponto. Com a ciência não é assim, pois existem certos procedimentos já estabelecidos para se descrever e interpretar a natureza. Mas isso não torna a ciência menos fascinante que o folclore.

Espero que, na leitura deste livro, você sinta o mesmo encantamento que eu senti quando conheci a vida dos anfíbios e as histórias sobre eles. Desejo que, mesmo sentado na sua cama ou dentro da biblioteca, você sinta o calorzinho da fogueira, o cheiro do mato, o sopro leve do vento e o coaxar animado dos sapos.

Seja bem-vindo ao maravilhoso mundo dos anfíbios.

A Autora

UMA RECEITA ESPECIAL: POÇÃO DE ANFÍBIOS

Essa receita um tanto macabra parece ter saído de um livro de bruxaria. Uma bruxa precavida sempre tinha esse material na prateleira, pois eram indispensáveis nas receitas de poções mágicas.

Sapos, rãs, pererecas, salamandras e cobras-cegas são também os “ingredientes” de um grupo de animais chamados **anfíbios**.

O grupo dos anfíbios é incluído pelos cientistas em um grupo maior: o dos animais que possuem coluna vertebral, os vertebrados, do qual também fazem parte os peixes, os répteis, as aves e os mamíferos.

À primeira vista, sapos, salamandras e cobras-cegas parecem não ter muito em comum... No entanto, esses animais estão reunidos no grupo dos anfíbios porque compartilham algumas características. Para conhecer algumas destas características vamos seguir a receita:

Os biólogos, cientistas que estudam os seres vivos, organizam esse estudo seguindo um sistema de classificação:

Reino dos Animais
Filo dos Cordados (ao qual pertencem todos os vertebrados)
Classe dos Anfíbios

A classe dos anfíbios é subdividida em **ordens**, cada ordem em **famílias**. Uma família pode abrigar um ou mais **gêneros** e um gênero é formado por um conjunto de **espécies**.

Os indivíduos que pertencem a uma mesma espécie compartilham grande número de semelhanças. Todos nós, seres humanos, pertencemos à mesma espécie. No caso dos anfíbios, foram identificadas cerca de 6000 espécies diferentes até o ano de 2007!

Como fazer um anfíbio

1) Utilize ovos gelatinosos, sem casca

Os anfíbios produzem ovos sem casca e que, portanto, necessitam de um ambiente úmido para se desenvolver sem ressecar. Cada ovo é formado a partir da união de um espermatozóide, liberado pelo macho, a um óvulo, liberado pela fêmea.

[Entra figura – ovos de salamandra]

Legenda: Ovos de salamandra: observe que não possuem casca e estão envolvidos por uma massa gelatinosa.

2) Misture duas colheres bem cheias de metamorfose

Alguns anfíbios passam a vida inteira na água, enquanto outros possuem um ciclo de vida totalmente terrestre. Muitos passam a fase inicial do ciclo de vida na água e a fase adulta na terra, voltando para a água na época da reprodução. Em qualquer caso, ocorrem mudanças no funcionamento interno e na aparência externa dos anfíbios durante sua passagem de larva para a forma adulta, em um processo chamado **metamorfose**.

Os anfíbios que precisam da terra e da água para completarem seu ciclo de vida inspiraram o nome do grupo, pois “anfi” significa *dupla* e “bio”, *vida*.

[Entra figura – girino e adulto da mesma espécie]

Legenda: As duas fotos são do mesmo anfíbio, em duas etapas de sua vida: larva (girino) e adulto.

3) Cubra a mistura cuidadosamente com pele fina, úmida e permeável

Os anfíbios possuem pele “nua”, ou seja, sem escamas, pêlos ou penas para protegê-la. Eles evitam ambientes muito secos, onde poderiam perder água facilmente através da pele. A

superfície do corpo dos anfíbios é mantida úmida por uma substância gelatinosa que é produzida e liberada pela própria pele: o **muco**.

A pele “nua”, **úmida** e fina permite a passagem de gases como o gás oxigênio e o gás carbônico. O gás oxigênio pode passar do ar para pequenos vasos sanguíneos que irrigam a pele e o gás carbônico pode fazer caminho contrário. Por essa característica dizemos que a pele dos anfíbios é **permeável** aos gases e à água.

Em alguns lugares do Brasil, é comum a expressão “mão de jia” para pessoas com mãos frias e “escorregadias que nem jia”.

[Entra figura: rã com pele bem brilhosa]

Legenda: A jia (rã) produz grande quantidade de muco, o que deixa sua pele com aspecto úmido e brilhante.

4) Quando estiver adulto, acrescente uma porção de respiração pulmonar e outra de respiração cutânea

Todos os animais respiram. Cada um de sua maneira. Você, por exemplo, precisa encher seus pulmões de ar continuamente e assim fornecer gás oxigênio para o seu corpo; quando esvazia os pulmões, o gás carbônico produzido pelo seu corpo é liberado para o ar.

Os anfíbios adultos também respiram por pulmões, que são bem mais simples do que os pulmões humanos. No entanto, esses animais “engolem” o ar para encher seus pulmões, em um movimento diferente da nossa inspiração.

Uma outra diferença importante: os anfíbios também respiram através da pele! Logo abaixo da camada mais superficial da pele existe uma rede de vasos sanguíneos. O sangue que ali circula realiza trocas de gases com o ambiente externo: o gás oxigênio entra no sangue e gás carbônico é liberado para o ambiente. Esse tipo de troca gasosa através da pele é chamado **respiração cutânea**. Existem anfíbios que dependem 100% da pele para realizar suas trocas gasosas.

A palavra “cutânea” vem da palavra “cútis”, um outro nome para “pele”.

[**Entra figura** → salamandra sem pulmão (pletodontídeo – *Bolitoglossa paraensis*)]

Legenda: A salamandra-da-amazônia não tem pulmões. Ela respira exclusivamente pela superfície do corpo. Outros anfíbios respiram pelos pulmões e através da pele. Os anfíbios são os únicos vertebrados que apresentam respiração cutânea.

5) Salpique muitos quilos de insetos, aranhas e outros animais pequenos

Todos os anfíbios são carnívoros na idade adulta. Alguns sapos e salamandras podem comer até camundongos e passarinhos!

[**Entra figura** – sapo capturando inseto ou minhoca]

Legenda: Sapo capturando seu “jantar”, uma apetitosa minhoca.

6) Divida a mistura resultante em 3 porções

Os cientistas organizam dos anfíbios em três grandes grupos. O nome de cada grupo pode parecer “pomposo”, mas faz sentido quando conhecemos seu significado.

CAUDATA ou URODELA

São as salamandras e os tritões, anfíbios que apresentam cauda em todas as fases da vida. Daí vem o nome do grupo: “uro” significa *cauda*.

GYMNOPHIONA – lê-se “gimnofiona”

(GYMNO = *nua*; PHIONA = *serpente*)

São as cecílias ou “cobras-cegas”, anfíbios que não possuem patas e se locomovem de maneira parecida com a das serpentes. O nome do grupo indica que as cecílias se parecem com as serpentes; no entanto, elas possuem características de anfíbio, como a pele de

Conheceremos mais detalhes sobre as salamandras e as cecílias em capítulos especiais.

aparência lisa. As gimnofionas são animais escavadores, encontrados sob as folhas secas do chão da mata ou em túneis que elas cavam no solo.

ANURA

(AN = *sem*; URO = *cauda*)

São os anfíbios que, quando adultos, não apresentam cauda, têm o corpo curto e pernas bem desenvolvidas. São os anfíbios mais “famosos” no Brasil. O povo, bom observador que é, sabe que existem diferentes tipos de anuros quanto à aparência e ao modo de vida. Assim, na linguagem popular são usados três nomes para se referir aos anuros:

Sapos → geralmente têm a cabeça maior e o corpo mais robusto que o dos outros anuros. A maioria dos sapos adultos vive na terra. Sua pele é cheia de “verrugas” e tem aparência seca, apesar dos sapos produzirem muco.

Rãs ou **Jias** → esses nomes geralmente são usados para os anuros com pernas longas, que dão grandes saltos. Pequenas rãs são também chamadas de **caçotes**.

Muitas rãs são boas nadadoras e apresentam membranas entre os dedos, lembrando um pé-de-pato. A pele geralmente é lisa e brilhante. E um detalhe importante: a rã não é a mulher do sapo!

Pererecas → são os anuros que vivem em árvores ou arbustos. Na ponta dos dedos existem estruturas que grudam em qualquer superfície, mesmo em uma parede lisa. Essas estruturas são chamadas de **discos digitais** e permitem que as pererecas andem até de ponta-cabeça. Por causa dessa capacidade, as pererecas são conhecidas também como “**jias de parede**”.

Os nomes “sapo” e “rã” foram trazidos pelos portugueses. Quando eles chegaram ao Brasil, passaram a chamar os anuros brasileiros pelos mesmos nomes populares usados em Portugal, de acordo com as semelhanças com espécies européias. Na Europa, o termo “rã” é usado para se referir aos anuros da família dos ranídeos, uma família que não é comum no Brasil. Assim, em terras brasileiras a palavra “rã” continua sendo usada, mas não se refere apenas os ranídeos e sim aos anuros de diversos grupos que possuem pele lisa e patas alongadas. Esse é um exemplo de confusão envolvendo nomes populares dos animais. E quanto às pererecas? Em Portugal, são chamadas de “relas”, mas no Brasil persistiu o nome dado pelos índios.

No nosso dia-a-dia podemos usar a palavra “sapo” para falar de qualquer anfíbio anuro e vamos tomar essa liberdade em alguns trechos deste livro também. Mas há momentos em que é importante fazer uma distinção entre os tipos de anfíbios e nesses casos vamos utilizar o termo científico “anuro”, que a partir de agora seria importante que passasse a fazer parte do seu vocabulário.

Há muito tempo os anfíbios fascinam o ser humano com seu modo de vida. Encontramos lendas e crendices muito antigas, criadas por povos primitivos que conviviam com esses animais; muitas delas sobrevivem até hoje na cultura de quem ainda tem o privilégio dessa convivência.

No Brasil, são conhecidas muitas histórias, lendas e fábulas envolvendo sapos, jias e pererecas, os anfíbios mais populares em nosso país. E, para nossa satisfação, há biólogos que se dedicam ao estudo dos anfíbios e também têm muita coisa interessante para nos contar sobre a vida desses animais.

Por mais que se procure generalizar as características dos anfíbios, cada espécie tem suas particularidades, uma mais impressionante que a outra. Esses animais são encontrados em todos os continentes da Terra, menos na Antártida.

Esse livro pretende apresentar a você um pouquinho desse conhecimento que a humanidade reuniu ao longo dos anos de observação e convivência com os anfíbios.

Os nomes populares podem trazer confusão quando se pretende estudar um animal. Na pesquisa científica, os biólogos utilizam outros nomes e critérios para classificá-los. A classificação dos anfíbios nem sempre é óbvia para quem não é um cientista, pois a organização dos grupos não é feita com base apenas nas características mais evidentes do corpo, mas em um estudo aprofundado que leva em conta também características internas e o seu DNA. Podem ocorrer mudanças na classificação dos animais quando novas características são analisadas ou quando surgem novos métodos de análise. Essas mudanças se tornam públicas em revistas científicas e em congressos. Seguindo determinadas regras para nomear e classificar um ser vivo, os biólogos do mundo todo conseguem comparar seus estudos e trocar informações. Já imaginou um biólogo divulgando os resultados de sua pesquisa assim: “Vi um sapinho verde com pintinhas amarelas”?

O nome de uma espécie é sempre composto por duas partes e é escrito de forma diferente no texto, para se destacar.

Vejamos um exemplo: o aru pertence à ordem Anura, família dos pipídeos, gênero *Pipa*. Uma das espécies chamada popularmente de aru tem o nome científico *Pipa pipa*.

A classificação dos seres vivos é feita com base no parentesco evolutivo entre eles. Assim, o anuro da espécie *Pipa pipa* possui parentesco evolutivo próximo com a espécie *Pipa carvalhoi*, pois as duas espécies pertencem ao mesmo gênero, *Pipa*.

COMO SURGIRAM OS ANFÍBIOS

Durante a criação do mundo Deus fez um montinho de barro, juntou a ele o arco-íris e lançou um suave sopro sobre a massa colorida. Dali surgiu um delicado beija-flor.

*O diabo, invejoso como ele só, resolveu imitar o Criador: fez um montinho de barro, colocou ali o arco-íris e soprou. O que surgiu foi... um **sapo**!*

A lenda indígena que você acabou de ler é muito antiga e foi registrada na Argentina, contando como os sapos apareceram em nosso planeta. Uma outra versão dessa história diz que foi o próprio diabo quem criou e escolheu o nome “sapo” para o animalzinho esquisito, porque nem Adão quis nomear tal criatura.

Existe uma outra história sobre o aparecimento dos sapos e seus colegas anfíbios. Ela é contada por cientistas que estudam os anfíbios e a evolução dos seres vivos na Terra.

Como surgiram os anfíbios? Os anfíbios primitivos eram muito diferentes daqueles que conhecemos?

Como não é possível viajar em uma máquina do tempo, as pesquisas em evolução são feitas a partir de algumas pistas do passado, como os **fósseis**, e de estudos comparados da anatomia dos animais recentes.

[Entra figura – fóssil de anuro]

Legenda: Fóssil de anuro primitivo encontrado na Argentina, com idade estimada entre 155 e 170 milhões de anos.

Além da análise dos fósseis e do estudo dos organismos atuais, os biólogos comparam também proteínas e DNA de diferentes grupos de seres vivos para ajudar a resolver casos de

Os **fósseis** são vestígios da presença de seres vivos extintos. Os fósseis de animais vertebrados podem ser esqueletos, dentes, marcas de escamas, penas ou pêlos, pegadas e até fezes que passaram pelo processo de fossilização. Os cientistas calculam a idade de um fóssil a partir da análise das rochas onde ele é encontrado.

parentesco evolutivo.

Os biólogos procuram identificar o grau de parentesco entre seres vivos analisando determinadas semelhanças que existem nas características do corpo e nas moléculas de proteínas ou de DNA. Organismos considerados “parentes próximos” apresentam maior número de semelhanças entre suas características, que devem ter sido herdadas de um ancestral comum. Essas características são usadas para orientar a classificação dos seres vivos em diferentes grupos.

Existe uma lista de características comuns que estão presentes nos três grupos de anfíbios (anuros, urodelos e gimnofionas), o que indica que eles evoluíram a partir de um mesmo grupo ancestral e são mais aparentados entre si do que com qualquer outro grupo de animais.

[Entra figura: uma perereca, uma salamandra e um rato, com a pergunta: “Qual é o parente mais próximo da perereca? Use seus conhecimentos e a observação da figura para responder.”]

Figura: Árvore filogenética simplificada. Modelo adaptado de BIO-2, Sônia Lopes (Saraiva, 2006, p. 382)

Legenda: O diagrama mostra as relações de parentesco evolutivo dos anfíbios com outros grupos de vertebrados. Em vermelho está destacada a história evolutiva dos tetrápodes, em uma versão simplificada.

Como era o ancestral dos anfíbios?

Os cientistas não têm uma resposta definitiva para essa pergunta, mas alguns fósseis permitem afirmar que os anfíbios foram os primeiros vertebrados a viver fora da água. Até então, os vertebrados que existiam na Terra eram peixes.

Foram encontrados esqueletos fósseis de um animal aquático com adaptações para a vida fora da água. Esses fósseis têm aproximadamente 360 milhões de anos. Algumas características desse animal eram semelhantes às de um peixe, como a presença de uma nadadeira caudal. Os animais desse grupo fóssil viviam em ambientes de água doce e provavelmente respiravam o ar atmosférico.

[Entra figura – esquema do esqueleto do fóssil de *Acanthostega*]

Legenda: Esqueleto da espécie fóssil *Acanthostega*, um dos tetrápodes primitivos. O esqueleto indica que o animal tinha cerca de 60 cm de comprimento. A partir do esqueleto, foi feita a representação artística de como teria sido esse animal e o ambiente onde ele vivia.

Apesar das semelhanças com certos grupos de peixe, o esqueleto desse fóssil mostra que ele possuía quatro patas, com dedos. Essas e outras características indicam que eles eram animais aquáticos capazes de se deslocar em terra firme, talvez de um jeito um pouco “desengonçado”. Há 360 milhões de anos, a Terra era bem mais quente e seca do que é atualmente e esses animais provavelmente conseguiam migrar de uma lagoa para outra em busca de melhores condições de sobrevivência.

Os fósseis, como o que vimos aqui, ajudam a entender o surgimento dos animais de quatro patas, os **tetrápodes**, que tem hoje como representantes os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos.

Os cientistas ainda não reuniram evidências suficientes para propor qual é o parentesco evolutivo entre os fósseis dos primeiros tetrápodes, que viveram há cerca de 350 milhões de

A palavra tetrápode significa “quatro” (*tetra*) “pés” (*poda*).

anos, e os ancestrais dos anfíbios atuais.

A quantidade de fósseis e a sua distribuição pelo mundo indicam que alguns milhões de anos depois do surgimento dos tetrápodes, anfíbios primitivos dominavam o ambiente terrestre.

[Entram figuras – representações de dois fósseis de anfíbios]

Legenda – *Diplocaulus*: Representação artística de um anfíbio primitivo aquático, que viveu há cerca de 260 milhões de anos. De acordo com os fósseis encontrados, esse animal media até 1 m de comprimento. Talvez o formato de sua cabeça dificultasse o ataque de predadores.

Legenda – *Eryops*: Representação artística de um outro anfíbio primitivo, com hábito semi-aquático. Os esqueletos fósseis indicam que ele media entre 1,5 e 2m de comprimento.

Alguns milhões de anos depois do surgimento dos anfíbios surgiram os répteis primitivos e muitos anfíbios desapareceram. Os anfíbios primitivos que conseguiram resistir à competição com os répteis por alimento e aos ataques de répteis carnívoros, provavelmente deram origem aos ancestrais dos anuros, salamandras e cecílias que existem atualmente.

Como era o planeta na época dos anfíbios primitivos?

Quando os primeiros anfíbios surgiram, a Terra era formada por dois grandes continentes e o restante da superfície estava coberto por um vasto oceano. As paisagens naquele tempo eram muito diferentes das que vemos hoje: o ambiente terrestre era relativamente quente e seco, povoado por plantas e animais invertebrados que não existem mais. Uma camada de gelo começava a se formar no pólo Sul.

Cerca de 100 milhões de anos depois, os dois supercontinentes estavam localizados mais próximos da linha do equador, a região mais quente da Terra, e estavam unidos, formando uma grande massa de terra. Observe nas figuras ao lado como era a distribuição dos continentes em dois períodos – 350 e 250 milhões de anos atrás – e compare com o mapa do mundo

atual.

Pelos mapas ao lado podemos entender porque atualmente existem anfíbios em quase todos os continentes (a exceção é a Antártida) e porque a maioria das espécies está adaptada à região tropical. Quando eles surgiram, os continentes atuais estavam unidos e localizados na região do equador da Terra.

Os mapas também permitem entender porque existem espécies com parentesco próximo, da mesma família, em lugares tão distantes como o Brasil e a África: esses dois continentes já estiveram unidos na época em que os anfíbios primitivos existiam. Na separação dos continentes, os anfíbios ficaram isolados em diferentes regiões do planeta e a evolução de cada grupo isolado resultou na enorme diversidade de anfíbios que observamos hoje.

É importante lembrar que todos os grupos de seres vivos resultam de um processo de evolução – e esse processo continua. O que vimos aqui está muito simplificado, pois existem diversos fatores que interferem na evolução de um grupo. Um desses fatores é a relação dos seres vivos com o ambiente em que vivem. Ao longo deste livro você vai perceber como essa relação é fundamental no modo de vida dos anfíbios e na sua sobrevivência em um planeta em constantes mudanças.

Figuras – representação da distribuição dos continentes da Terra em três períodos: (a) há 350 milhões de anos, destacando Gondwana; (b) há cerca de 250 milhões de anos (destacando o supercontinente Pangea); (c) distribuição atual dos continentes.

SAPOS, RÃS E PERERECAS: CRIATURAS DO MAL?

Em muitas histórias de bruxaria da Europa medieval sapos e rãs eram muito citados: esses anfíbios eram conselheiros das bruxas ou eram ingredientes de poções venenosas usadas para fazer o mal. Acreditava-se também que o toque, o bafo ou o simples olhar de um sapo ou rã seria capaz de afetar a saúde da pessoa que tivesse o contato infeliz! Sapos também envenenariam as folhas em que encostavam e, se uma pessoa tocasse na planta envenenada, morreria com certeza.

Não é só na tradição européia que sapos e rãs eram vistos como seres diabólicos. No Brasil esses animais também eram usados em feitiçarias e mandingas. Gilberto Freyre, famoso historiador brasileiro, registrou no seu livro “Casa Grande e Senzala”, escrito em 1950, que era muito conhecida a “feitiçaria do sapo para apressar casamentos demorados”, entre outras mandingas com finalidades menos nobres.

Relatos assustadores envolvendo sapos ainda hoje podem ser ouvidos nos quatro cantos do Brasil. No interior de São Paulo ouvia-se falar que matar uma rã torna o leite das vacas sangrento. Uma “lenda urbana” da mesma região conta que uma senhora fazia café para seus netos quando uma perereca caiu dentro do coador; as crianças tomaram o café e morreram envenenadas! Como isso aconteceu? Onde? Com quem? Ninguém sabe, ninguém viu!

Histórias de terror à parte, os anfíbios estão envolvidos em crendices como essas provavelmente por sua capacidade de produzir e liberar **veneno** na pele.

[**Entra figura:** ilustração de bruxas utilizando sapos em poção mágica]

Existem algumas espécies de fungos que produzem veneno e, se ingeridos, causam efeitos parecidos com os venenos dos sapos. Talvez essa seja a origem da associação de sapos com cogumelos venenosos, especialmente aqueles vermelhos de saliências brancas, comuns na Europa. Na Inglaterra esses cogumelos são chamados popularmente de “banquinho de sapo” e essa associação também existe no imaginário popular de outros povos. No entanto, não existe relação entre o veneno dos sapos e o veneno dos cogumelos. Sapos não comem cogumelos e na natureza não se vê sapos sentados ou próximos a esses fungos.

A pele dos anfíbios

A pele dos anfíbios é cheia de **glândulas**, que são estruturas com função de produzir e liberar certas substâncias no corpo. Entre os vertebrados, o grupo dos anfíbios é o que produz maior variedade de substâncias na pele.

A pele é mantida sempre úmida graças às glândulas que produzem e liberam **muco**. Além das glândulas de muco, a pele dos anfíbios também possui **glândulas de veneno**.

[**Entra figura** – fotomicrografia de pele de anuro na qual se possa distinguir a superfície da epiderme e os contornos de glândulas mucosas e granulosas]

Legenda: Quando observamos no microscópio um corte da pele de um sapo, podemos ver os contornos de pequenas “bolsas”, que são as glândulas de muco e de veneno. Para esta observação ser possível, o corte da pele deve ser bem fininho, feito por um aparelho especial, e deve ser tratado com corantes.

Quando nos deparamos com a palavra “veneno”, logo associamos àquelas substâncias capazes de matar uma pessoa, como o veneno de algumas serpentes. Há relatos de animais domésticos que morreram depois de morderem sapos e é comum pensar que apenas algumas espécies de anfíbios são venenosas, principalmente os sapos cheios de “verrugas”. No entanto, todos os anfíbios produzem veneno. O que é um veneno, afinal?

No caso dos anfíbios, o nome “veneno” é usado para uma variedade enorme de substâncias que eles produzem e que alteram o funcionamento de outros organismos, causando reações. Mas é preciso definir: a substância é venenosa para quem? Existem “venenos” que matam bactérias e fungos, evitando assim que micróbios causadores de doenças sobrevivam na pele dos anfíbios.

Veneno... para quem?

(Figura: ClipArt Word)

Outros “venenos” provocam reações em alguns animais, como vômitos e convulsões.

Os anfíbios não possuem estruturas para lançar ou injetar veneno em outro animal, sendo inofensivos para os seres humanos. Eles se defendem de maneira passiva. O corpo escorregadio, cheio de muco, dificulta o ataque de algum predador que tentar segurá-lo ou mordê-lo. Se mesmo assim o anfíbio for mordido, o veneno pode causar uma reação indesejada. Repare que esse jeito de se defender é muito diferente do jeito das serpentes peçonhentas que, quando se sentem ameaçadas, dão um bote e injetam veneno usando dentes especializados nessa função.

As glândulas de muco e de veneno ficam espalhadas pela superfície do corpo. Existem pequenas saliências na pele que são regiões com um acúmulo de glândulas de veneno.

Nos sapos, essas regiões salientes da pele são numerosas, dando a impressão de que o sapo está cheio de “**verrugas**”. Os dois maiores aglomerados de glândulas de veneno são chamados de **glândulas parotóides** e estão localizados na região posterior aos olhos, um de cada lado do corpo. O veneno é liberado quando essas glândulas são espremidas ou perfuradas pela mordida de um predador.

Quando as glândulas são comprimidas, é liberado um líquido espesso, leitoso. Em contato com o ar, o líquido se torna uma massa endurecida.

[Entra figura – sapo, com destaque para glândulas parotóides]

Legenda: Observe a pele do cururu e a região chamada de glândula parotóide. Essa região do corpo costuma ser a mais atacada pelos predadores. Repare que a superfície da glândula parotóide é cheia de poros. Quando ela é espremida, o veneno é liberado através desses poros.

Uma crendice comum no Brasil, que talvez ainda esteja viva em alguns lugares, é a de que o sapo pode causar uma doença na pele popularmente chamada de **cobreiro**. Surgem bolinhas ou manchas vermelhas na pele, causando coceira e descamação. A pele fica parecida com a pele do sapo!

Uma das versões folclóricas que explicam a doença diz que se o sapo encostar na roupa estendida no varal e uma pessoa usar a roupa, pega cobreiro. Por isso faz parte da crendice a recomendação de passar a roupa com ferro quente antes de vestir.

De acordo com os médicos essa crença não tem fundamento. O que o povo chama de cobreiro é principalmente uma irritação na pele causada por um vírus. No entanto, todos concordam com a recomendação de passar roupas com ferro, para que fiquem bonitas e engomadas!

A pele cheia de “verrugas” dos sapos também deu origem ao termo “**sapinho**” usado como nome de uma infecção causada por um fungo, em que surgem bolinhas no canto do lábio.

Agora você já sabe que a pele dos anfíbios libera muco e venenos. Como o muco deixa a pele com um aspecto úmido, é

comum pensar que os anfíbios “transpiram veneno”, ou seja, que o seu “suor” é venenoso. No entanto, o suor é produzido por um tipo de glândula que não existe nos anfíbios. Apenas os mamíferos possuem glândulas produtoras de suor.

Um outro exemplo do que a pele de um anfíbio é capaz: certas pererecas da América do Sul liberam através da pele uma substância leitosa, urticante e com poder adesivo. O predador cospe a perereca devido ao efeito urticante e, quando percebe, está com a boca cheia de cola!

É uma “cola biológica”, semelhante às super-colas que vemos nos anúncios de televisão.

Venenos

Quando se estuda o veneno de uma espécie de anfíbio descobre-se que ele é composto um conjunto de substâncias. Em uma única espécie de sapo já foram identificadas diversas substâncias que desencadeiam reações no organismo.

Apesar dos venenos dos anfíbios poderem causar reações também em outros animais, como em répteis e aves, vamos considerar nos nossos exemplos os efeitos no organismo dos mamíferos.

[Entra figura – Sapo: *Rhinella schneideri*]

Legenda: Este sapo é muito comum em São Paulo e sul de Minas Gerais. Em geral, o animal intoxicado pelo seu veneno tem vômitos e diarreia, fica com a respiração e os batimentos cardíacos acelerados, além de outras reações.

[Entra figura – foto: cachorro caído depois de mordida de sapo]

Legenda: Este cachorro mordeu um cururu, não resistiu ao envenenamento e morreu.

Os efeitos do envenenamento dependem da composição química, da quantidade de veneno e do animal intoxicado, sua espécie e seu tamanho. Quando cães ou gatos mordem um sapo, geralmente começam a babar porque o veneno provoca a salivação intensa. Outros efeitos comuns são vômitos, convulsões,

respiração ofegante. O coração bate acelerado e pode ocorrer a morte por parada respiratória.

Os venenos dos anfíbios entram no organismo através de feridas na pele ou das mucosas, como a parte interna da boca, do nariz e a região vermelha no canto dos olhos. Os seres humanos são afetados apenas se houver contato do veneno com uma dessas regiões. O veneno não é absorvido através da pele sem feridas ou cortes. É importante proteger os olhos, pois o veneno pode danificar a visão.

Os venenos das serpentes, das aranhas e dos escorpiões agem de forma diferente: eles precisam ser injetados no organismo para fazer efeito. Os anfíbios não possuem estruturas para injetar veneno e sua defesa é passiva.

O ser humano sempre ficou intrigado com os efeitos que a pele dos anfíbios pode causar. Nas civilizações antigas do Egito e da China esses efeitos já eram conhecidos; povos indígenas da Amazônia também conhecem as propriedades do veneno de diversas espécies. Vamos conhecer duas espécies de anuros que, com seus venenos, despertaram a atenção dos povos da mata e, mais recentemente, dos cientistas interessados em estudar a pele desses animais.

Veneno da perereca *Phyllomedusa bicolor*

[Entra figura de *Phyllomedusa bicolor*]

Um grupo de cientistas italianos estava pesquisando os compostos químicos produzidos na pele de uma perereca da Amazônia, a *Phyllomedusa bicolor*. Como é de costume em uma pesquisa, primeiro eles buscaram informações sobre o assunto em revistas científicas. E encontraram um impressionante relato dos efeitos do veneno dessa perereca no homem.

O relato era de um pesquisador que conviveu com uma tribo indígena do Peru, os Matsés. Os índios Matsés seguem um ritual de preparação dos caçadores para que eles tenham sorte na caçada. Neste ritual, os índios utilizam o veneno seco da perereca, chamado de kambô. Para obter o kambô, os índios capturam a perereca e passam uma pequena vareta de bambu sobre a pele dela. O líquido venenoso, liberado na pele da perereca, fica grudado na vareta; o animal é devolvido à floresta.

No momento do ritual, o veneno já está duro e seco; ele é misturado com saliva até formar uma pasta branca. O pajé faz pequenas queimaduras no braço ou no peito dos caçadores e aplica o kambô sobre a pele queimada.

Alguns minutos depois, os caçadores começam a sentir os primeiros efeitos do veneno. Eles sentem muito calor, o rosto fica vermelho e suado. Os batimentos cardíacos aceleram e começam vômitos violentos e diarreia. Sentem tontura, sensação de desmaio, a respiração fica ofegante. Depois dos primeiros efeitos desagradáveis, os caçadores relatam que se sentem fortes e ágeis, sendo capazes de ficar dias na mata sem vontade de comer e sem se cansar.

Os Matsés forneceram aos pesquisadores italianos uma amostra do kambô. No laboratório, os pesquisadores identificaram alguns compostos químicos que estão relacionados com os efeitos do veneno.

Veneno do dendrobate ou sapo-veneno-de-flecha

(família dos dendrobatídeos)

[Entra figura de *Phylllobates terribilis*]

Você já ouviu dizer que os piores venenos estão guardados nos menores frascos? Isso se aplica aos membros desta família de anuros: são pequenos, com poucos centímetros de comprimento, mas a maioria produz venenos que causam reações mesmo em baixas concentrações.

Diversas tribos indígenas da Amazônia usavam o veneno dos dendrobates para envenenar flechas e zarabatanas. Daí vem o nome popular dos sapos dessa família: sapo-veneno-de-flecha. Os índios utilizavam folhas para pegar o sapo, protegendo as mãos. Um animal atingido pela flecha envenenada morria rapidamente. A carne era bem cozida, pois os índios sabiam que assim a comida não ficaria envenenada. O calor intenso do cozimento realmente destrói o veneno.

Nos dendrobates, de uma maneira geral, o veneno não é produzido por eles, mas pelas formigas que eles comem! Vamos conhecer os detalhes desse fato curioso:

- As formigas cultivam um tipo de fungo dentro do formigueiro e se alimentam dele.
- O fungo, por sua vez, obtém seu alimento pela decomposição de plantas.

- As formigas levam pedaços de folhas para o fungo. Essas folhas pertencem a uma planta venenosa.
- O fungo absorve o veneno da planta e não é prejudicado com isso. As formigas também não são prejudicadas ao se alimentarem do fungo e, assim, concentrações cada vez maiores de veneno vão se acumulando em cada formiga.
- Um dendrobate consome centenas de formigas por dia. Por esse caminho indireto, o veneno da planta vai se acumulando no anuro. Cientistas observaram que quando o dendrobate é nascido e criado em cativeiro, recebendo alimento diferente de sua dieta no ambiente natural, não apresenta veneno na pele.

Assim como tem anuro que é venenoso porque come formigas que contêm veneno, uma serpente asiática se defende de seus predadores usando o veneno dos sapos que ela come! Essa serpente armazena alguns compostos do veneno dos sapos em uma glândula situada em sua nuca e se um animal a atacar nessa região terá uma desagradável surpresa. Os pesquisadores que fizeram a descoberta verificaram que as serpentes capturadas em áreas onde havia muitos sapos apresentavam alta concentração de veneno armazenado, enquanto aquelas capturadas em áreas onde não havia sapos não tinham nenhum veneno (a pesquisa foi divulgada em 2007). Nem sempre engolir sapo é sinônimo de coisa ruim!

[**Entra figura** – Serpente *Rhabdophis tigrinus*]

Xixi de sapo é venenoso?

Talvez você já tenha ouvido falar que a “urina” dos anuros é venenosa e que se os olhos de uma pessoa forem atingidos por um jato da “urina”, a pessoa pode ficar cega!... Será que esse boato tem algum fundo de verdade?

Existe uma estratégia de defesa utilizada por alguns anuros que realmente assusta os predadores: um jato de líquido é lançado de repente, parecendo um jato de urina transparente.

Os sapos podem armazenar água em uma bolsa interna chamada cloaca. Quando se sentem ameaçados, a água é eliminada em um jato, que não é venenoso. Se um sapo se sentir ameaçado por uma pessoa e lançar o jato de água, a pessoa corre o risco de levar um grande susto, mas não de ficar cega.

Tanto o jato de água quanto a produção de venenos podem ser considerados estratégias de defesa dos anuros contra os predadores. Assim, não é para assustar as pessoas ou virar ingredientes de feitiço que os anfíbios produzem venenos!

A cloaca também tem outras funções: por ela passam as fezes e a urina antes de serem eliminados e também os gametas, na época da reprodução. Saiba mais sobre esse “reservatório” de água na página 233.

Anuros: Criaturas do bem!

Talvez os venenos da pele dos anfíbios tenham inspirado as histórias sobre bruxas e feitiços envolvendo os anfíbios, ajudando a construir uma imagem “maligna” desses animais.

No entanto, esse temor em relação aos anfíbios se manifestava de forma diferente em algumas culturas, que viam esses animais como símbolos de sabedoria e proteção. Comentamos o exemplo dos índios Matsés, do Peru, que utilizam veneno de perereca em um ritual para dar sorte aos caçadores.

Para outras tribos, os anuros são símbolos de sorte e por isso são representados em amuletos de pedra verde, os muiraquitãs.

[Entra figura – muiraquitã]

Diz uma lenda da **Amazônia** que existia uma tribo formada somente por mulheres, chamadas pelos portugueses de amazonas. Em uma determinada noite de lua cheia, as amazonas se dirigiam ao lago “Espelho da Lua”. Quando a luz da lua era refletida no lago, surgia um ser encantado, a Iara, mãe dos muiraquitãs. Iara jogava pedras verdes e moles, que caíam no fundo de areia branca do lago. A luz da lua chegava até o fundo do lago e as pedras verdes lançadas pela Iara brilhavam. Nesse instante, Iara desaparecia e as índias mergulhavam, procurando pelas pedras encantadas. Cada índia pegava uma pedra, que ainda estava mole. Em contato com o ar, a pedra endurecia e adquiria a forma de um animal da floresta.

Uma vez por ano, em uma época determinada, as amazonas recebiam a visita dos homens. Nesse dia, cada índia entregava um **muiraquitã** para seu amado, que deveria usar o amuleto pendurado no pescoço e assim ter sorte e proteção.

Ainda hoje os muiraquitãs são usados na Amazônia como amuleto. Um tipo comum de muiraquitã traz a forma de sapo ou de perereca, animais considerados poderosos pelos índios.

Conta a história que Frei Gaspar de Carvajal, de Portugal, estava desbravando os rios da floresta amazônica quando encontrou uma tribo de mulheres guerreiras, onde não havia homens. A descoberta do frei foi registrada em 1541. Ele chamou as mulheres de amazonas, nome de guerreiras da mitologia grega. A história da tribo de mulheres ficou famosa e Amazonas foi o nome dado à região da floresta.

Assim, para muitos povos os anfíbios eram animais sagrados, tratados com reverência, pois seus venenos eram usados em diversos rituais – inclusive rituais de cura.

Na medicina tradicional chinesa, o *Ch'an Su* é um remédio milenar feito de veneno seco de sapo. O *Ch'an Su* é usado até hoje pela população chinesa para tratar de problemas cardíacos, doenças de pele e alívio da dor.

No entanto, é preciso lembrar que a diferença entre um remédio e um veneno mortal está na dose. As pessoas que consomem *Ch'an Su* colocam sua saúde em risco e os médicos não recomendam esse tratamento. Na China, uma jovem grávida consumiu um chá de ervas contendo o pó de veneno de sapo e morreu algumas horas depois dos primeiros goles. Pesquisando as causas da morte, os médicos descobriram que era envenenamento por *Ch'an Su*, uma vez que a mulher não havia tomado outros remédios e estava saudável até tomar o venenoso chá.

Isolando determinadas substâncias dos venenos dos anfíbios, é possível desenvolver medicamentos de uso seguro. Antibióticos, remédios para dor e para problemas cardíacos são alguns exemplos de medicamentos desenvolvidos a partir da verdadeira “farmácia” que os anfíbios possuem na pele. Talvez a fama de “criaturas do mal” não seja muito justa...

*“Terminada a função a
companheira de
Macunaíma toda
enfeitada ainda, tirou do
colar um muiraquitã
famoso, deu-a pro
companheiro e subiu pro
céu por um cipó. É lá que
Ci vive agora nos
trinques passeando,
liberta das formigas, toda
enfeitada ainda, toda
enfeitada de luz, virada
numa estrela.”*

[Trecho de *Macunaíma*
(1928), de Mario de Andrade,
onde o “herói sem nenhum
caráter” luta para resgatar o
muiraquitã que havia
ganhado de sua amada Ci.]

FIG. 35 – *Phyllomedusa hypochondrialis*

Legenda: Pesquisas sobre a pele da perereca-verde revelaram que o veneno possui substâncias capazes de matar bactérias e substâncias que modificam a pressão sanguínea de mamíferos. Assim, podem ser desenvolvidos antibióticos e remédios para o coração a partir do veneno desta perereca.

MALANDRAGENS

Sapo com medo d'água

Um sapo dormia sossegado debaixo da samambaia, na beira da lagoa, quando dois homens ali chegaram e pararam um pouco para descansar. Viram o sapo e comentaram:

- Que bicho nojento! É feio demais! – disse um, fazendo careta.

- Nem me diga!... Tive uma idéia: já que estamos sem fazer nada, vamos maltratar o sapo?

E os dois desocupados decidiram:

- Vamos jogá-lo no formigueiro!

O sapo, que tudo ouvia, sentiu um medo danado. Mas não deixou ninguém perceber seu sentimento e sorriu como se nada fosse...

- Veja só! O sapo não se abalou com a idéia das formigas... Pegue sua faca e vamos picar ele todinho!

O sapo tremia de medo – por dentro. Por fora, fez cara de feliz e começou a assobiar.

Os dois homens não se conformavam – eles queriam ver o sapo sofrer! O que fazer?

- Vamos apagar um cigarro aceso na pele dele!

- Vamos colocá-lo dentro do congelador!

- Já sei! Vamos procurar uma cobra bem grande e faminta!

A cada nova idéia para torturar o sapo, ele parecia mais tranqüilo e feliz. Espreguiçava-se cantarolando e fechando os olhos.

Até que um dos desocupados teve a seguinte idéia:

- E se afogarmos o bicho na lagoa?

- Não, tudo menos isso! Eu imploro! – gritou o sapo, com a cara mais desesperada deste mundo.

- A-há! Agora sim ele está morrendo de medo! Vamos, jogue ele na água!

- Não, por favor, eu não sei nadar! – dizia o sapo, colocando sua comprida língua para fora de tanto berrar.

- É isso aí, o bicho feioso vai morrer afogado!

- Por favor, piedade! Sou muito jovem para morrer!

- Joga ele bem no meio da lagoa!

- Não tenho direito a um último pedido?

- Não! Vamos lá! É um... é dois... é três! Já pra água, desgraçado! – e o homem jogou o sapo na lagoa.

SPLASH!

- Cadê ele? Sumiu! Já deve ter morrido!

Os homens mal haviam começado a comemorar quando o sapo surgiu no meio da lagoa, mostrou a língua e foi embora, nadando e cantando, feliz da vida.

Os animais são personagens comuns nos contos populares. Mas a escolha dos animais não é aleatória: por que um sapo teria sido o escolhido como protagonista desse conto sobre esperteza?

Além da produção de venenos, existem outras estratégias que os anfíbios usam para tentar escapar do perigo! Será que uma dessas estratégias é enganar e fazer fingimentos como o sapo deste conto, que fingiu ter medo de água?

Podemos aprender um pouco sobre a vida desses animais lendo com atenção algumas histórias que têm sapos como personagens.

Aulas de teatro com o sapo: como enganar predadores

Muitos anfíbios enganam seus predadores graças à coloração de sua pele, que se confunde com as cores do ambiente. Essa característica é chamada **camuflagem**. Existem pererecas de costas verdes que ficam parecidas com as folhas das plantas por onde caminham; muitos sapos ficam praticamente invisíveis no solo da mata devido à sua cor marrom acinzentada. Muitos anuros conseguem alterar o tom da sua pele de acordo com a cor do ambiente e assim passam despercebidos aos olhos dos predadores ou dos observadores mais desatentos.

Alguns anuros e salamandras apresentam cores fortes na pele, geralmente associadas à produção de venenos. As cores chamativas funcionam como um sinal de **advertência** aos predadores: “cuidado, anfíbio perigoso”.

Os anuros de cores chamativas e vibrantes geralmente são ativos durante o dia, ao contrário de outros anuros que se escondem durante o dia e saem à noite para suas atividades. Para aquele que ficam camuflados, sair à noite certamente é mais vantajoso, pois a camuflagem funciona melhor em ambientes de pouca luz.

Alguns anfíbios são mais “discretos” e têm cores chamativas apenas em algumas partes do corpo. É o caso de

[**Entra figura** – sapo camuflado]

Legenda: Onde está a perereca? O indivíduo está camuflado no tronco de uma árvore.

[**Entra figura** – sapinho dourado -*Brachycephalus ephippium*]

Legenda: O sapinho dourado ou “botão de ouro” pertence a uma espécie encontrada na Serra do Mar de Serra e na Serra da Mantiqueira. Mede cerca de 1,5 cm de comprimento. A forte cor amarela de sua pele funciona como advertência aos predadores.

pererecas verdes que apresentam linhas alaranjadas ou vermelhas nas pernas. Quando ela está repousando em um galho de árvore, a cor verde das suas costas pode protegê-la dos predadores desatentos pela camuflagem com as folhas. Quando caminha para outro galho, vê-se uma linha vermelha se movendo contra o fundo escuro da floresta, o que pode confundir o predador e salvar a perereca.

Essas pererecas apresentam, portanto, os dois tipos de defesa: a camuflagem e a advertência por cores vibrantes. Se mesmo assim forem atacadas, ficam imóveis e esperam ser engolidas. O veneno liberado pela sua pele causa vômitos no predador e assim ela é “devolvida” para o ambiente!

Existem ainda os anfíbios que “imitam” outros para conseguir alguma proteção. É o caso de um pequeno sapo inofensivo para os predadores: ele possui tamanho e padrão de cor na pele semelhantes ao de um sapo-veneno-de-flecha. Os dois vivem na mesma área, na floresta amazônica. Os predadores que um dia atacam o sapo-veneno-de-flecha aprendem que a refeição não é muito agradável e as listras alaranjadas nas laterais do corpo do sapo passam a ser um sinal de “não se aproxime”. Esses mesmos predadores serão “enganados” pelo sapo inofensivo, pois ele também apresenta listas alaranjadas no corpo.

[Entram figuras – *Allobates femoralis* e *Lithodytes lineatus* (“mímico”)]

Legenda: À esquerda, está um sapo-veneno-de-flecha (dendrobate). O veneno que ele produz tem efeitos fortes nos predadores. À direita, um anuro que não é um sapo veneno-de-flecha, mas é muito parecido com o dendrobate ao lado. Com essa semelhança, ele escapa de ataques dos predadores que o confundem com o dendrobate.

Muitos anuros utilizam uma estratégia curiosa quando se sentem ameaçados: fingir-se de morto! O animal fica encolhido e completamente imóvel até que o perigo se afaste. O candidato a predador perde o interesse no ataque, pois não deve gostar de carne em decomposição.

[Entra figura -

Phyllomedusa hypochondrialis –
vista posterior]

Legenda: Quando a perereca-verde se movimenta, aparecem as listras alaranjadas na lateral de suas patas. As cores chamativas funcionam como um sinal de advertência

[Entra figura – *Itapoti hyla langsdorffii* – tanatose]

Legenda: Esta perereca está se fingindo de morta. Ela utiliza a estratégia quando se sente ameaçada.

Vai encarar?

Você já encheu o peito de ar tentando parecer mais forte ou mais importante? Não devemos exagerar nas nossas ambições – é o que nos aconselha a **fábula** a seguir:

A palavra **fábula** vem do latim e significa “contar, narrar”. As histórias eram contadas de pais para filhos, de cidade em cidade, e muitas vezes não há como saber quem as criou. Esopo é o contador de fábulas mais antigo que se conhece: ele viveu na Grécia há mais de 2600 anos, mas apenas muitos anos depois de sua morte suas histórias foram escritas. Graças a esse registro, até hoje as fábulas de Esopo estão vivas, sendo contadas, recontadas e reescritas. “A rã e o boi” é uma fábula registrada pelo francês Jean de La Fontaine, que viveu no século 17; ela foi recontada por Monteiro Lobato, em seu livro **Fábulas**, de 1922.

A rã e o boi

Tomava sol à beira dum brejo uma rã e uma saracura. Nisto chegou um boi, que vinha para o bebedouro.

- Quer ver, disse a rã, como fico do tamanho desse animal?
- Impossível, rãzinha. Cada qual como Deus fez.
- Pois olhe lá! – retorquiu a rã estufando-se toda. Não estou “quase” igual a ele?
- Capaz! Falta muito, amiga.

A rã estufou-se mais um bocado.

- E agora?
- Que esperança!

A rã, concentrando todas as forças, engoliu mais ar e foi-se estufando, estufando, até que, plaft! Rebentou como um balãozinho de elástico.

O boi, que tinha acabado de beber, lançou um olhar de filósofo sobre a rã moribunda e disse:

- Quem nasce para dez réis não chega a **vintém**.

Monteiro Lobato

A personagem da fábula poderia ter sido inspirada na “rã-de-quatro-olhos”. A espécie animal possui duas grandes manchas escuras na parte posterior do corpo, que correspondem ao acúmulo de glândulas de veneno. Quando se sente ameaçada por algum predador, a rã-de-quatro-olhos enche os pulmões de ar e altera sua postura, abaixando a cabeça e elevando a parte traseira, como se estivesse querendo mostrar suas manchas ao predador. Com o traseiro inflado, as manchas escuras parecem dois grandes olhos. A alteração de tamanho e de formato deixa o candidato a predador desorientado e ele geralmente se afasta, pois os “olhos” parecem ser de um animal bem maior... mas não tão grande quanto um boi! A rãzinha conhece seus limites e não estoura de tanto estufar. E se sua estratégia falhar e o predador insistir no ataque, o veneno produzido nas glândulas que parecem olhos pode fazê-lo rever sua atitude.

[entra figura – rã-de-quatro-olhos (*Eupemphix nattereri*)]

Legenda: A rã-de-quatro-olhos é assim chamada por causa de suas manchas traseiras que parecem olhos quando seu corpo se enche de ar. A estratégia é utilizada para afugentar predadores.

Não é só a rã-de-quatro-olhos que se enche de ar como estratégia de defesa. Muitos anuros também fazem isso. O cururu **encara** seus predadores inflando o corpo, parecendo maior e, portanto, difícil de abocanhar. Além disso, quando o corpo está inflado as glândulas parotóides do cururu ficam mais sensíveis ao toque. Se um predador tentar capturá-lo, um leve toque provoca a liberação do veneno.

[Entra figura: cururu inflado]

Legenda: O cururu incha o corpo quando se sente ameaçado.

Deu para perceber que os anfíbios podem enganar os mais desatentos de diversas maneiras... Talvez por isso os anfíbios tenham recebido os papéis de espertos e malandros nos contos e

Você já ouviu falar em “réis” e “vintém”? Essas eram moedas brasileiras de antigamente, no tempo dos meus bisavós e avós (estes ainda jovenzinhos). Um vintém valia 20 réis. Assim, 10 réis era um valor menor do que 1 vintém. O ditado “*quem nasceu pra dez réis não chega a um vintém*” tem o mesmo sentido que outro antigo provérbio popular: “*quem nasceu pra lagartixa, nunca chega a jacaré!*”.

Nem sempre encarar o predador é a melhor estratégia. Às vezes o melhor é fugir. Um exemplo é uma salamandra nativa da região norte dos Estados Unidos, que vive em morros rochosos e íngremes, abrigando-se embaixo de pedras. Ela levanta a cabeça e a cauda quando se sente ameaçada e sua pele produz toxinas que fazem arder os olhos humanos. Mas ela tem uma outra defesa muito curiosa: se a pedra é retirada e o animal é descoberto, ele se enrola como se fosse uma rodinha e sai rolando morro abaixo! Passado o perigo, a pequena salamandra escala as rochas e volta para o alto do morro.

fábulas!

Engolindo sapos

Você pode estar se perguntando: os anfíbios são imbatíveis e sempre escapam dos predadores? Será que eles não fazem parte do cardápio de algum animal?

Alguns animais se alimentam de anfíbios, como mostra a seguinte fábula de Esopo:

As rãs que queriam um rei

As rãs viviam felizes no pântano, onde nada faltava e ninguém as incomodava. Até que elas decidiram que algo lhes faltava: um rei. Elas queriam um rei soberano, poderoso, que mantivesse o pântano sempre em ordem e fizeram esse pedido a Deus.

Deus, achando graça de tal pedido, resolveu brincar com as rãs e disse: “Aí está o rei do pântano!”. E jogou na água um grande tronco de madeira.

As rãs ficaram aterrorizadas e se esconderam entre as folhagens com medo daquele ‘monstro horrível’. Mas os dias se passaram e o ‘rei’ permanecia imóvel, sem nada dizer ou fazer. Uma rãzinha mais corajosa se aventurou a nadar até ele e tocá-lo. Como o tronco, ou melhor, o ‘rei’ não reagiu, a rã subiu em cima dele, depois pulou e até dançou. Logo todas as rãs perderam o medo e o tronco ficou cheio de rãs cantando e pulando adoidadas.

Não satisfeitas com um rei tão sem graça, as rãs voltaram a pedir a Deus um ‘rei de verdade’, que governasse sobre elas. Deus não gostou de ser incomodado novamente com um pedido tão tolo e mandou uma enorme garça ao pântano, dizendo: “Aí está seu novo rei!”.

E a garça começou a comer as rãs, uma por uma. As rãs se arrependeram do pedido, mas era tarde demais...

Quem tudo quer, tudo perde! Esta fábula nos mostra que devemos ter cuidado com aquilo que desejamos.

Para um anuro, a moral da história seria outra: é preciso ter cuidado com garças e outros predadores!

Para cada espécie de anfíbio há uma lista de predadores. Os mais comuns são peixes, serpentes, aves (como a garça), alguns morcegos e até aranhas, como a caranguejeira. Existem sapos e rãs de grande porte que comem anuros menores.

Assim, existem animais que conseguem morder um anfíbio

apesar das variadas estratégias de defesa. Os predadores de anfíbios conseguem capturá-los mesmo com o muco escorregadio e com o gosto ruim e os efeitos dos venenos.

A boipeva é uma serpente que se alimenta de anuros, inclusive de cururus. Os sapos enchem os pulmões de ar como estratégia de defesa, mas a boipeva possui dentes capazes de perfurar os pulmões dos sapos, que “murcham” após a mordida. Esta serpente é resistente ao veneno liberado pelas glândulas parotóides e não sofre reações desagradáveis. Nem todas as serpentes possuem essa característica: a cascavel morre em poucos minutos se receber veneno de sapo.

Não é à toa que quando alguém passa por uma situação desagradável e não pode fazer nada, dizemos: ‘Fulano engoliu um sapo!’.

[Entra figura – boipeva (*Waglerophys merremii*)]

Legenda: A boipeva é uma serpente que se alimenta de anuros.

O mamífero conhecido como mão-pelada também se alimenta de sapos. Ele esfrega o sapo nas pedras antes de comer, retirando assim uma parte do veneno. Se uma cabeça de sapo for encontrada na mata, provavelmente o mão-pelada passou por ali: ele não come as glândulas parotóides do sapo.

[Entra figura – mão-pelada (*Procyon cancrivorus*)]

Legenda: Mão-pelada, mamífero que se alimenta de sapos.

Muitos animais estão dispostos a engolir sapos – literalmente – apesar do gosto ruim e dos possíveis efeitos do veneno. É como diz o ditado popular: um dia é da caça, outro dia é do caçador.

DE PULO EM PULO O SAPO ACHA O RUMO!

Em muitos contos populares os sapos são personagens espertos e malandros. Aqui vai mais um conto do folclore brasileiro, registrado por Câmara Cascudo:

O Sapo e o Coelho

O coelho vivia zombando do sapo. Achava-o preguiçoso e lerdo, incapaz de qualquer agilidade. O sapo ficou zangado:

- Quer apostar carreira comigo?
- Com você? – assombrou-se o coelho.
- Justamente! Vamos correr amanhã, você na estrada e eu pelo mato, até a beira do rio...

O coelho riu muito e aceitou o desafio. O sapo reuniu todos os seus parentes e distribuiu-os na margem do caminho, com ordem de responder aos gritos do coelho.

Na manhã seguinte, os dois enfileiraram-se e o coelho disparou como um raio, perdendo de vista o sapo, que saía aos pulos. Correu, correu, correu, parou e perguntou:

- Camarada sapo?

Outro sapo respondia de dentro do mato:

- Oi?

O coelho começou a correr. Quando julgou que seu adversário estivesse bem longe, gritou:

- Camarada sapo?
- Oi? - coaxava o sapo.

Debalde o coelho corria e perguntava, sempre ouvindo o sinal dos sapos escondidos. Chegou à margem do rio exausto, mas já encontrou o sapo, sossegado e sereno, esperando-o. O coelho declarou-se vencido.

Talvez um sapo não vença um coelho em uma corrida honesta, sem espertezas como as que os sapos costumam usar nos contos populares, mas certamente não fazem feio quando o assunto é agilidade.

Quem anda pulando de cá para lá, pererecando está!

Sapos, rãs e pererecas locomovem-se por saltos. Esse modo de locomoção pode ser bastante vantajoso, pois consiste de movimentos rápidos que permitem escapar de predadores e

capturar alimento. Além disso, o movimento do salto também é usado na água, pois as espécies aquáticas nadam golpeando a água com as patas traseiras.

O esqueleto dos anfíbios anuros é especializado na função de saltar, como você pode observar na **figura**:

[Entra figura → esqueleto de rã, apontando 1, 2 e 3]

1. Os ossos das patas anteriores sustentam músculos capazes de absorver o impacto da aterrissagem.
2. Os grandes olhos se localizam nessas cavidades do crânio; com os olhos abertos, as órbitas ficam “saltadas” e garantem uma visão ampla do espaço.
3. Os ossos das patas posteriores são longos e associados a músculos bem desenvolvidos, que impulsionam o salto.

Geralmente, sapos são mais lentos que os outros anuros porque possuem o corpo arredondado e pernas mais curtas. Seus saltos são pequenos, mas os sapos se movem preferencialmente como se estivessem “engatinhando”.

As rãs, ao contrário dos sapos, são grandes saltadoras, dotadas de pernas mais longas. Elas utilizam seus saltos para escapar dos predadores. Para capturar seu alimento, as rãs geralmente esperam por suas presas e dão um único e certo salto em direção a elas.

[Entra figura – fotografia rã saltando]

As **pererecas** possuem patas alongadas e seu corpo é geralmente mais estreito do que o das rãs e dos sapos. Elas conseguem dar grandes saltos, mas na maior parte do tempo caminham sobre galhos e folhas de árvores. Os **discos adesivos** na ponta dos dedos, que é uma característica exclusiva das pererecas, permitem que elas subam nas árvores, paredes e outras superfícies.

A figura mostra características gerais do esqueleto de um anuro. Existem características diferenciadas no esqueleto de algumas espécies, como é o caso do aru, um anuro totalmente aquático.

O nome perereca vem da língua tupi e significa “saltitante”. Agora pense no mito mais famoso do nosso folclore, o saci pererê: por que você acha que ele tem esse nome?

[Entra figura – Perereca-de-vidro (*Hyalinobatrachium*)]

Legenda: Observe os discos adesivos na ponta dos dedos da perereca-de-vidro. Com essas estruturas as pererecas conseguem subir em diversas superfícies.

Algumas espécies de pererecas conseguem descer do alto das árvores lançando-se ao ar. É o caso de duas espécies de pererecas “voadoras” que habitam as florestas tropicais de Bornéu, uma ilha do Oceano Pacífico. Elas possuem membranas entre os dedos, que ficam esticadas durante a queda como se fossem pára-quadras. Os animaizinhos conseguem então planar até atingir o chão. Almofadas nas pontas dos dedos amortecem o impacto da queda. Essas pererecas geralmente descem das árvores na época da reprodução, à procura de uma fonte de água onde possam procriar. Com seus dedos fantásticos conseguem fazer curvas de 180° em pleno ar!

[Entra figura: Perereca “voadora” de Bórneu (*Rhacophorus nigropalmatus*)]

Legenda: Esta perereca consegue planar graças às membranas entre seus dedos, que funcionam como um pára-quadras.

Você conhece a história do sapo que queria ser uma perereca? Essa história é real: uma espécie de sapo, encontrada na Tailândia e em Bornéu, apresenta discos adesivos nos dedos! Essa é a única espécie dentre os sapos que possui essa característica típica das pererecas. O sapo arborícola, como é chamado, vive nas árvores, caminhando sobre os galhos, como as pererecas.

[Entra figura: sapo arborícola (*Pedostibes bosii*)]

Em boca de sapo... entra mosquito e muito mais!

Os anfíbios servem de alimento a diversos animais, como você já sabe. Mas se um dia é do caçador, outro é da caça. Vamos conhecer um pouco dos hábitos alimentares de sapos, rãs e pererecas.

Antes de atacar, os anuros têm de localizar o alimento. A maioria deles usa a estratégia de “esperar sentado”, sem percorrer grandes distâncias atrás de presas.

Os anuros detectam presas em movimento, utilizando para isso sentidos aguçados: visão, olfato e audição.

[Entra figura – fotografia de um anuro – na foto apontar olhos (1), narinas (2) e tímpanos (3), que se referem aos textos a seguir]

(1) Os olhos grandes distinguem formas, movimentos e algumas

cores.

- (2) As narinas se comunicam internamente com um órgão especializado em reconhecer os “cheiros” do ambiente.
- (3) Os anfíbios podem detectar sons e vibrações muito pequenas, que não são percebidos pela audição humana. Os passos de uma pessoa se aproximando, mesmo que cuidadosos, já são suficientes para deixar um sapo em estado de alerta. O tímpano é a estrutura que recebe as vibrações do ambiente.

Vamos imaginar um sapo e uma mosca. Ao localizar a mosca em movimento, o anuro espera que ela pouse. Se a mosca parece suculenta, o local parece seguro e a distância é pequena, o sapo faz o seu ataque.

A maioria dos sapos surpreende suas presas com a língua pegajosa e comprida. A língua deles não está presa ao fundo da boca, como a nossa língua, mas sim na parte da frente. Em frações de segundo, eles desenrolam a língua grudenta para fora da boca e capturam o alimento.

[Entra figura – sapo capturando mosca]

Legenda: Muitos cururus têm uma língua comprida e pegajosa.

Os anfíbios não mastigam o alimento e as presas são engolidas por inteiro. Para muitas espécies, o tamanho da boca pode ser relacionado com o tamanho dos animais capturados pelo anuro. Repare no tamanho da boca do sapo-de-chifre, também conhecido como intanha ou untanha: o que ele deve comer com essa bocarra?

Para os chineses antigos, quem morava na lua não era São Jorge montado em seu dragão, mas sim um enorme sapo. De vez em quando, o sapo resolvia engolir a lua, causando um eclipse.

[Entra figura – intanha (*Ceratophrys aurita*)]

Legenda: O sapo-de-chifre ou intanha possui uma boca enorme em relação ao tamanho de seu corpo e é famoso por seu apetite voraz. Diversas espécies recebem o nome popular de sapo-de-chifre. O da foto pertence à espécie *Ceratophrys cornuta*.

Enquanto a maioria dos anuros alimenta-se principalmente de insetos, o sapo-de-chifre inclui em seu cardápio lagartos, cobras e aves pequenas, ratos e anuros. Sua principal estratégia é enterrar seu corpo no solo, deixando apenas os olhos de fora, e abocanhar rapidamente o animal distraído que passar por ali. Para ser apanhado, basta caber em sua boca! A tradição popular diz que o **intanha** é tão voraz que quando morde, não solta a vítima nem depois de morto.

Alguns anuros, como os sapos e os intanhas, utilizam um mecanismo curioso para enganar e atrair suas presas. O sapo, com o corpo parcialmente enterrado, levanta uma das patas anteriores e move os dedos. Os dedinhos do sapo se movendo entre as folhas caídas no solo parecem pequenos vermes apetitosos aos olhos de algum animal faminto. Quando o animal se aproxima, pensando no seu banquete de “vermes” – *NHAC!* Tarde demais!

Um comportamento parecido foi observado em uma espécie de perereca da Serra do Caraça (MG): quando foram oferecidos gafanhotos para uma fêmea mantida em cativeiro, ela moveu dois dedos do pé alternadamente, até atrair o inseto para perto dela.

A expressão popular “boca de sapo” é usada para se referir a quem gosta de qualquer coisa, não sendo muito seletivo. Isso é verdadeiro para a maioria dos sapos, jias e pererecas adultos, que comem insetos e outros animais. No entanto, existem as espécies que preferem um tipo de alimento, como os dendrobates (sapos-veneno-de-flecha) que gostam de formigas. Outro exemplo curioso é o da rã que come caranguejos!

[Entra figura – rã comedora de caranguejos (*Fejervarya cancrivora*)]

Legenda: A rã comedora de caranguejos vive no leste da Ásia, em regiões costeiras.

Como se pode notar há muita verdade no ditado popular: todo sapo tem seu dia de jacaré!

O pesquisador brasileiro Vital Brazil, ouvindo falar da poderosa mordida do sapo intanha, fez um teste: colocou um pedaço de pau na frente do animal que, irritado, deu a mordida. Preso ao pedaço de pau, “foi transportado a grande distância”, segundo o pesquisador. Em 1926, Vital Brazil fez o teste enquanto estudava o efeito de venenos extraídos da pele dos anfíbios; ele verificou que o intanha, apesar das “verrugas” na pele, não libera veneno letal. Sua principal defesa é tentar abocanhar quem o ameaça.

OS SAPOS CANTAM QUANDO VAI CHOVER?

Povos indígenas e sertanejos, que convivem com a natureza e conhecem os hábitos dos animais que vivem próximos a eles, afirmam que quando o sapo canta é porque vai chover. E os índios guaranis contam uma lenda muito bonita que explica porque isso acontece.

Deus criou a mata, as montanhas, os rios e lagos, e os animais. Um dia, Deus não deixou mais chover. Os rios foram secando, e também secou o lago onde viviam os sapinhos. Os animais do lago foram morrendo pela falta de água.

O chefe dos sapos viu que só havia água para alguns dias e todos os seus amigos, seus filhos e os filhos dos seus amigos iriam morrer. Toda a saparia se reuniu para rezar, pedindo a Deus que mandasse a chuva. De repente o chefe disse ao seu filho mais velho:

- Meu filho, você tem que ir ao reino de Deus fazer pessoalmente nosso pedido por chuva, porque Ele não virá aqui. Você tem que ir até lá. Leve esta cabacinha com você e peça para Deus enchê-la de água – essa será a nossa garantia de chuva.

O sapinho se preparou para a viagem e no dia seguinte saiu bem cedo, pulando e levando na mão a cabacinha. Pegou o caminho e foi pulando, sem saber direito aonde chegaria e quanto tempo levaria. Quando deu por si, já estava no céu, no reino de Deus. O guarda do céu levou o sapinho até Deus:

- O que você quer, meu filho?

- Meu pai me enviou com esta cabacinha, para pedir que a encha de água. Sem água, todos vão morrer.

- Muito bem, vocês sapos se lembraram de mim na hora da agonia e não vou deixar que sua família morra. Pode voltar sem a cabacinha. Quando chegar ao lago, vou mandar água para vocês e toda vez que um sapo quiser água é só pedir cantando para mim.

O sapinho voltou para casa todo feliz. Assim que chegou, houve vento, trovão e relâmpago. E começou a chover, choveu muito tempo. O lago, que antes estava quase seco, voltou ao seu tamanho e os sapos que estavam quase morrendo pularam contentes na água.

Desde então, toda vez que um sapo canta no lago é sinal de que vai chover. Pode ser um dia de sol forte e muito calor, mas se os sapinhos estiverem cantando muito é sinal de que no outro dia vai chover.

É por isso que o guarani não gosta de matar sapinhos. É por causa deles que não falta água na mata e se um dia todos os sapos morrerem, não vai mais ter água também.

Adaptação de “*A história do sapinho*”, que está no livro
“*A história da vida guarani*” de Adolfo Wera Mirim (São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 2002).

A relação dos sapos, rãs e pererecas com a chuva não está presente apenas na cultura guarani, na lenda do sapinho que pede a Deus que encha uma **cabaça** com água para acabar com a seca. Em diversas culturas do mundo, há histórias do folclore relacionando sapos e rãs à água.

Há uma antiga crença brasileira no fenômeno da “chuva de sapos”, quando milhares deles apareciam durante uma tempestade. Segundo uma outra crendice comum no interior do país, é preciso manter sapos no fundo do poço para que este não seque. Outra ainda aconselha nunca deixar um sapo morto de barriga para cima, se não quiser atrair chuva.

**Prefiro ser sapo de
pocinho que sapinho de
poção***

* Trocadilho popular registrado em Juiz de Fora (MG)

[Desenho: ClipArt Word]

Na comunidade indígena Araucânia, do Chile, existe o mito do *gnenco*, o espírito senhor das águas que é representado por um sapo. A comunidade preserva a vegetação das margens dos rios, pois acredita que interferir demais na natureza pode desagradar *gnenco*, que manda secar os rios e os poços.

Para a civilização maia, que viveu na América Central, o coaxar das rãs também anunciava chuvas; esculturas desses animais eram usadas como amuletos para não faltar água.

A origem dessas lendas é muito antiga e mostra a forte relação do ser humano com a natureza e sua busca por entender os fenômenos naturais (como a chuva), os hábitos dos animais e tudo

Cabaça é o nome popular dos frutos da cabaceira ou da porongueira, árvores encontradas em todo o Brasil. Os portugueses, quando chegaram ao Brasil, observaram índios usando cabaças para transportar água, como registrou Pero Vaz de Caminha na carta que enviou ao rei de Portugal.

A cabaça também é chamada de cuia, porongo ou coité. O fruto seco e limpo (sem semente) é polido e tem uma infinidade de usos, além de servir de vasilhame: instrumentos musicais, bonecas, cuia para chimarrão, cumbucas, e o que mais a criatividade quiser.

o que era observado. A função das lendas não era a de estudar a natureza; através de suas tradições um povo pode conhecer mais a respeito de suas origens, sua história, seus desafios e sua forma de viver.

E aqueles que estudam os animais? O que têm a dizer a respeito do canto dos sapos e sua relação com as chuvas?

Não existem ainda estudos que expliquem esse fenômeno, mas um sujeito observador sabe que os anfíbios realmente conseguem perceber mudanças sutis na umidade do ar. Em um teste simples, feito em laboratório, pererecas mantidas em uma caixa foram na direção de um recipiente contendo algodão umedecido e não na direção do recipiente vazio. Sua pele permeável provavelmente é capaz de detectar quando a umidade do ambiente aumenta ou diminui, mesmo que seja só um pouquinho.

Por que os sapos gostam tanto de chuva?

A pele dos anfíbios é extremamente permeável e a tendência é que ele perca água por evaporação para a atmosfera, especialmente nas épocas mais secas, e sofra com problemas de desidratação. Assim, os anfíbios buscam ambientes úmidos, onde estejam protegidos do risco de ressecar.

A relação dos anfíbios com a umidade é observada no modo de vida de cada espécie.

Você já ouviu a expressão popular: “mais contente que sapo em dia de chuva”?

[Entra figura: anuro de hábito aquático (ex.: *Pipa* sp.)]

Legenda: O aru passa sua vida na água.

[Entra figura: perereca de bromélia]

Legenda: Esta perereca vive em bromélias da Mata Atlântica. A água das chuvas se acumula entre as folhas da bromélia, formando um ambiente úmido adequado para a perereca.

[Entra figura: sapo-da-praia (*Rhinella arenarum*)]

Legenda: São poucos os anfíbios que conseguem sobreviver em ambientes com alta salinidade, porque o sal causa desidratação. O sapo-da-praia, encontrado no Paraná e em Santa Catarina, resiste a essas

condições e vive nas restingas, próximo à praia.

[Entra figura: Sapo no solo da caatinga (*Rhinella granulosa*)]

Legenda: Cururu encontrado em regiões secas do Brasil. Na época seca, os açudes ficam sem água e o cururu se enterra nas frestas que surgem na terra seca. Nas patas posteriores, existem calos que ajudam a mover a terra.

Assim como a pele permeável dos anfíbios pode perder água com facilidade, o contrário também é verdadeiro: os anfíbios podem absorver água através da superfície do corpo. Em terra firme, sem contato com uma poça ou lagoa, eles absorvem moléculas de água presentes no ar e no solo úmidos. Você não vai ver, portanto, um sapo bebendo água pela boca.

Quando estão “sentados”, os anuros terrestres absorvem umidade pela superfície do corpo que está em contato com o solo. A água absorvida fica armazenada na cloaca, uma bolsa interna. As “verrugas” e as dobras de pele aumentam a superfície do corpo, o que aumenta a capacidade de absorver água.

[Entra figura: comparação da região ventral de anuro aquático (ex.: *Pseudis* sp.) e anuro de hábito terrestre (ex.: *Phyllomedusa hyponchondrialis*)]

Legenda: Compare a região ventral da perereca (à esquerda) e de uma rã aquática (à direita). A presença de “verrugas” e de dobras na pele da perereca está relacionada à absorção de água por essa região do corpo. A espécie de rã mostrada na fotografia é totalmente aquática e a pele da região ventral é lisa, sem saliências.

A absorção de água pela cloaca ocorre rapidamente e a quantidade de água que pode ser armazenada por um anuro é grande se comparada ao tamanho dele. Para efeito de comparação, é como se uma pessoa de 70 quilos passasse a ter mais de 100 quilos em um intervalo de poucas horas!

Parece uma contradição o fato de algumas espécies de anfíbios sobreviverem em ambientes secos mesmo tendo a pele fina e permeável, não é mesmo? No entanto, as espécies que sobrevivem em áreas secas, como os cururus, possuem adaptações

que permitem sobreviver nesses ambientes: a pele cheia de “verrugas” e dobras, a posição encolhida para evitar perda excessiva de água e o costume de ficarem agregados.

[Entra figura – Cururus agregados]

Além de armazenar água no organismo, os sapos de regiões secas geralmente passam alguns meses enterrados. Eles ficam em um estado dormente e absorvem a água presente no solo. No sertão, diz-se que quando os sapos desaparecem é sinal de seca.

[Entra figura = sapo sendo retirado da estivação, na caatinga]

Legenda: sapo-de-chifre retirado de sua “toca” subterrânea onde se protege do calor na época seca.

Algumas espécies de anuros produzem um casulo quando estão enterradas. O **casulo** é produzido na própria pele e é impermeável, o que impede que ele resseque. Lá o bicho permanece imóvel por meses a fio, em estado dormente: seu coração desacelera, o estômago e os intestinos param de funcionar, entre outras alterações no funcionamento do organismo.

A rã-australiana é uma espécie que vive nas regiões desérticas da Austrália e passa boa parte do ano enterrada, protegida por um casulo. Os aborígenes, povo nativo daquele continente, sabem que essa rã armazena água na estrutura semelhante à bexiga. Em suas caminhadas, eles sabem identificar onde as rãs estão enterradas e, retirando-as do “esconderijo”, espremem o corpo da rã e bebem a água.

[Entra figura – rã-australiana (*Ciclorana platycephala*)]

Legenda: A rã-australiana passa os meses de seca enterrada e protegida pelo casulo. Quando sai do estado dormente, ela come o casulo, que é rico em nutrientes.

Os anfíbios “trocam” de pele de tempos em tempos. Uma camada seca de pele é retirada com a ajuda das patas e eles comem a “roupa velha”, aproveitando os nutrientes. Os casulos dos sapos são formados por várias camadas acumuladas dessa “pele seca” que normalmente seria retirada.

Mas voltemos à pergunta que iniciou este capítulo: por que coaxar quando a umidade aumenta na natureza? Será para avisar que vai chover?

O que se sabe com certeza é que sapos, rãs e pererecas se reproduzem na época das chuvas e que a reprodução se inicia com o canto dos machos para atrair fêmeas. Deve ser por isso que os sapos coxam tão animados quando vai chover!

Um sapo nas alturas!

Talvez você já tenha ouvido a história da festa no céu, também conhecida como a história do sapo e do urubu. Ela tem origem em uma lenda indígena brasileira e existem muitas versões para a história. Se você já ouviu este conto, não repare se a versão a seguir for um pouquinho diferente da que você conhece. Com as histórias populares é assim: quem conta um conto, aumenta um ponto...

Festa no céu

Todas as aves da floresta foram convidadas para uma festa no céu. Convidaram o sapo também, mas apenas para debochar dele, pois só quem possuísse asas poderia ir à festa. O urubu achou a idéia divertida e resolveu dar sua contribuição:

- E aí, compadre sapo? Faço questão de sua companhia na festa no céu! Você não pode faltar!
- Pois não! – disse o sapo – eu vou desde que você leve seu violão para animar a festa! Antes de ir para o céu, passe na minha casa com o violão debaixo da asa. Assim eu terei certeza de que a festa terá boa música e não deixarei de ir...

E assim ficou combinado.

Chegou o dia da festa e o urubu foi muito bem recebido na casa do sapo; pediu que o urubu entrasse, colocasse o violão no chão e conhecesse sua esposa e seus filhos enquanto ele terminava de se arrumar. Enquanto o urubu estava distraído conversando com a sapa e seus sapinhos, o sapo foi dizendo:

- Eu, como sou um pouco devagar, já vou indo! Encontro você lá na festa! – e sem que o urubu percebesse entrou no violão e ficou bem quietinho lá dentro.

O urubu se despediu da família do sapo e saiu voando, segurando seu violão e rindo só de imaginar o desengonçado sapo tentando chegar ao céu sem um par de asas.

Quando o urubu chegou à festa, perguntaram pelo sapo e ele respondeu:

- Ora, é claro que ele não vem! Para andar já não é dos mais ligeiros, imagine se conseguiria voar até aqui!...

Deixou o violão em um canto e foi se divertir.

Estando todos reunidos, o sapo saiu de dentro do violão sem que ninguém percebesse, ajeitou a gravatinha e então gritou:

- CHEGUEI!!!

O urubu arregalou os olhos e arrepiou as penas. A admiração foi geral. Um sapo em cima das nuvens! Ele dançou e se divertiu como ninguém.

A festa foi acabando e começaram as despedidas; o sapo, vendo o urubu distraído despedindo-se do gavião, entrou sorrateiramente no violão. No meio do caminho de volta, porém, o urubu ouviu um espirro vindo de dentro de seu violão e descobriu o sapo ali, todo encolhidinho.

- Você comeu e dançou na festa no céu, me fazendo de bobo! Pois bem, agora você vai voar de verdade! – disse o urubu.

E com o bico, o urubu tirou o sapo do violão. O sapo? Esborrachou-se nas pedras.

Será que um anfíbio conseguiria sobreviver acima das nuvens, onde a temperatura é sempre menor que a da superfície do solo, como o sapo deste conto popular?

O sapo e o urubu têm uma grande diferença no funcionamento do corpo. O urubu, todas as outras aves e os mamíferos conseguem manter a temperatura do corpo constante, independentemente da temperatura ao seu redor. Mamíferos e aves são por isso chamados de animais de “sangue quente” ou **endotérmicos**.

Os anfíbios são animais de “sangue frio” ou **ectotérmicos**. Peixes e répteis também são animais de “sangue frio”. Isso significa que o organismo pode sofrer alterações na temperatura interna de acordo com a quantidade de calor do ambiente.

Se a temperatura do ambiente estiver muito baixa, os animais ectotérmicos ficam praticamente inativos. Você já ouviu falar de sapos no pólo Sul? A Antártida é o único continente onde não existem anfíbios. Lá vivem pingüins (que são aves) e leões marinhos (mamíferos), animais endotérmicos com adaptações para o frio extremo.

Nas regiões frias do hemisfério Norte, no entanto, existem anfíbios que podem suportar temperaturas baixas o suficiente para congelar o corpo! Como conseguem sobreviver nessas condições?

“**Endotérmico**” quer dizer “calor interno” (*endo*= interno; *termo*= calor) e se refere às aves e aos mamíferos, que são animais que mantêm a temperatura em um nível constante graças a um conjunto de processos que ocorrem dentro do corpo e que geram calor.

“**Ectotérmico**” quer dizer “calor externo” (*ecto*= externo) e se refere aos animais que podem sofrer variações na temperatura interna dependendo da temperatura do ambiente, ou seja, da temperatura externa.

[Entra figura – rã que ‘congela’ (*Rana sylvatica*)]

Legenda: Esta rã, que vive na América do Norte, pode ficar congelada durante os meses mais frios.

Os anfíbios das regiões frias se enterram e ficam em estado dormente durante o inverno. Mesmo assim, a temperatura é muito baixa e outras espécies de anfíbios certamente não resistiriam.

Quando a temperatura está abaixo de zero e não há proteção contra o frio, podem se formar cristais de gelo dentro das células do corpo, o que causa a morte dessas células. Descobriu-se que os anfíbios que sobrevivem ao frio produzem substâncias que não deixam cristais de gelo se formar dentro das células. Assim eles conseguem sobreviver por alguns meses quando expostos às baixas temperaturas.

Quando vem a primavera e a temperatura começa a aumentar, o animal volta às suas atividades normais de anfíbio. Existe um limite, porém, da temperatura mínima que essas espécies conseguem suportar, que geralmente não ultrapassa -10°C. Uma salamandra que vive na Sibéria é exceção: ela suporta temperaturas de até -40°C! Durante todo o inverno ela permanece dormente e na primavera ela se “descongela”, podendo ser vista rastejando entre a vegetação.

Se o sapo que foi à festa no céu pertencesse a uma espécie resistente ao frio, talvez conseguisse sobreviver acima das nuvens, onde as temperaturas são mais baixas do que na superfície terrestre. Mas certamente não conseguiria dançar e cantar, pois estaria “congelado”! Portanto, sendo um anfíbio, o melhor mesmo é ficar por aqui.

KARAOKÊ NO BREJO

Você já deve ter ouvido esta canção:

Sapo cururu
Na beira do rio
Quando o sapo canta, ó maninha
É porque tem frio.

Sapo cururu
Na beira do mar
Quando o sapo canta, ó maninha
É porque quer casar.

A mulher do sapo
Diz que está lá dentro
Fazendo rendinha, ó maninha
Pro seu casamento.

Talvez o fato de sapos, rãs e pererecas cantarem na beira dos rios e lagoas tenha-os tornado mais populares do que os outros anfíbios – salamandras e cecílias. É só estar perto de uma lagoa numa noite de verão para se ouvir diversos sons: parecem apitos, buzinas, latidos e outros ainda fazem parecer que o sapo está literalmente com “a boca no trombone”.

Há quem ouça palavras humanas no coaxar dos sapos. É o caso da rãzinha-foi-não-foi, que quando coxa parece dizer essas palavras, numa grande indecisão... O biólogo Eurico Santos (1883 - 1968) registrou uma curiosa interpretação popular da cantoria de um determinado sapo. O sapo mais velho inicia a cantoria dizendo:

Quando eu morrer
Quem vai comigo?

[Entra figura –
rãzinha-foi-não-foi
(*Physalaemus cuvieri*)]

Legenda: Rã-cachorro:
seu canto lembra o
latido de cães. Quando
um grupo está
cantando, alguns têm a
impressão de ouvir uma
discussão entre os
sapinhos: “Foi!”, “Não
foi!”. Por isso, em
alguns lugares a espécie
é conhecida por
rãzinha-foi-não-foi.

Ninguém responde. Os sapos jovens permanecem caladinhos. Então o velho sapo canta:

*Quando eu morrer
Quem fica com minha mulher?*

Então todos os sapinhos se agitam e respondem:

*Eu! Eu!
Eu! Eu!*

O coaxar dos sapos nas noites brasileiras chamava a atenção de índios e sertanejos, que diziam que sapos cantando era sinal de tempestade por vir. A cantoria também já chamou atenção de poetas:

Festa no Brejo

A saparia desesperada
Coaxa coxa coxa.
O brejo vibra que nem caixa
de guerra. Os sapos estão danados.

A lua gorda apareceu
e clareou o brejo todo.
Até a lua sobe o coro
da saparia desesperada.

A saparia toda de Minas
coaxa no brejo humilde
Hoje tem festa no brejo!

Carlos Drummond de Andrade

Por que os sapos cantam?

Será que cantam por causa do frio ou porque estão em festa, como sugeriu o poeta?

Aqui na região tropical podemos ouvir sapos cantando durante o ano todo, mas a cantoria ocorre principalmente no verão, a época mais quente e chuvosa. Não deve ser de frio, portanto, que os cururus estão reclamando quando cantam.

As cecílias e as salamandras não produzem sons, com exceção de algumas poucas espécies.

Os coaxos são produzidos apenas pelos machos de anfíbios anuros. Na maioria das espécies, os machos possuem uma prega de pele logo abaixo da boca que amplifica o som produzido na garganta, funcionando como uma caixa acústica. Esse amplificador é chamado **saco vocal** e está ausente nas fêmeas, o que explica porque elas não coaxam, apesar de possuírem cordas vocais na garganta e emitirem outros tipos de **som**.

[Entra figura → macho de anuro vocalizando]

Legenda: Sapo macho cantando. Observe o saco vocal expandido.

Você já reparou que o sapo não abre a boca para “cantar”? Quando vemos um sapo coaxando, observamos que o saco vocal se expande e se retrai continuamente, mas a boca permanece fechada. O som é produzido nas cordas vocais, quando o ar passa dos pulmões para o saco vocal. Nesse instante as narinas estão fechadas, impedindo que o ar saia do corpo. Na maioria das espécies, é assim que o som é emitido pelos anuros.

Geralmente, cada **espécie** possui seu “repertório” com 2 ou 3 sons diferentes, que podem ser identificados de acordo com sua função. Os machos cantam para atrair as fêmeas da sua espécie e este canto é geralmente muito intenso. Os anuros gastam muita energia para cantar.

O papo dentro do sapo

O sapo dentro do saco

O saco c'um sapo dentro

O sapo batendo papo

O papo fazendo vento

Refrão da música “Sapo no saco”, da dupla Jararaca & Ratinho, lançada em 1929.

“Diga-me como cantas e te direi quem é”:

Além da cantoria de namoro, o canto dos anuros tem ainda uma função, desta vez para os biólogos: a de ajudar na identificação e classificação das espécies. Para identificar um animal (ou verificar se é uma espécie nova) observam-se determinadas características da anatomia. No caso dos anuros é possível fazer também a análise dos “cantos”; o som é gravado e um aparelho especial mostra as características desse som. Como cada espécie possui seu repertório exclusivo, é possível identificar a espécie pelo canto. A identificação das espécies depende também do estudo de outras características, nem todas elas visíveis – como no caso da análise de DNA.

Um outro tipo de som é emitido pelos anuros machos quando estão brigando entre si, na disputa por fêmeas e território.

[Entra figura – sapos machos brigando]

Legenda: Os dois cururus machos se enfrentam em uma briga. As brigas são comuns na época reprodutiva, na disputa pelas fêmeas.

Em algumas espécies, machos e fêmeas emitem um “grito de agonia” em situações de perigo, quando se sentem ameaçados pelo ataque de um predador ou por uma pessoa que se aproxima. Quando esse som é emitido, a boca se abre e o saco vocal não é usado. Talvez o “grito” sirva para avisar os companheiros sobre o perigo.

[Entra figura – anuro dando grito de agonia]

Legenda: Para o “grito de agonia” os anuros abrem a boca.

Os anuros não precisam aprender o conjunto de cantos típicos de sua espécie. Essa característica é determinada pela herança genética, ou seja, é transmitida de pais para filhos da mesma forma que a cor da pele, o formato das pupilas e outras características hereditárias.

Os anfíbios são capazes de distinguir os sons que são emitidos pelos indivíduos da sua própria espécie e reduzir a recepção de outros sons. Assim, as fêmeas percebem o canto dos machos de sua **própria espécie** e se inicia o acasalamento.

A maioria dos anuros canta ao entardecer ou à noite, porém existem espécies que coaxam o dia todo. Algumas espécies que vivem próximas a cachoeiras têm os sons abafados pelo barulho intenso da água caindo; nessas espécies é comum a estratégia de se comunicar também por movimentos com o corpo, numa forma de comunicação visual.

[Entra figura – *Hylodes heyeri*]

Legenda: Pequena rã que vive próximo a cachoeiras, nas pedras que recebem os respingos de água. Além dos cantos, os machos também fazem movimentos com o corpo. Quando defendem o território,

“*Sapo de fora não chia*”, diz o provérbio popular. Para os anuros, a frase pode ser levada ao pé da letra!

enfrentando outros machos da espécie, movimentam a perna traseira, levantando e abaixando rapidamente, por várias vezes seguidas.

Para diversas pererecas a competição por fêmeas é acirrada e vale até “trapacear” para conseguir a sua. Os machos cantam para atrair fêmeas de sua própria espécie. Outros machos da mesma espécie ficam por perto, bem quietinhos, e os cantores nem percebem a presença dos machos silenciosos. Quando uma fêmea se aproxima, atraída pelo canto, o macho que estava em silêncio pula em cima dela antes do macho cantor e inicia o acasalamento. Os cientistas chamam o macho silencioso de “macho satélite”.

[Entra figura → :macho satélite]

Legenda: Nas rãzinhas desta espécie, os “machos satélites” se aproveitam do esforço dos machos cantores para conseguir fêmeas.

Mas as fêmeas não são as únicas atraídas pelo coaxar dos machos. Alguns predadores também conseguem localizar um sapo quando ele está cantando. Os morcegos orientam-se pelo som e assim os morcegos que comem anuros têm a garantia de uma boa refeição quando a saparia está cantando. Sapos que se alimentam de anuros menores também se orientam pelo canto para localizar as presas e preparar o ataque.

Muitos anuros se reúnem em bandos enormes numa mesma lagoa para cantar e acasalar. Como estão em grande número, a chance de escapar dos ataques dos predadores e de ter sucesso na reprodução é maior, garantindo assim a perpetuação da espécie.

[Entra figura – “reprodução explosiva” (ex.: *Pleurodema diplolistris*)]

Legenda: Muitos machos da mesma espécie estão cantando, reunidos à noite na água.

O que te deixa contente? Às vezes algo bem simples deixa a gente bem feliz, não é mesmo? Lembre-se do ditado popular:

“felicidade de sapo é cantar no brejo”!

Se o macho canta e tem uma fêmea pronta para a reprodução por perto, começa uma verdadeira festa, como sugeriu o poeta Carlos Drummond de Andrade – uma festa com direito a namoros, brigas com os machos rivais, cantorias e “danças”. Quando o sapo cururu canta, meu bem, é porque quer casar...

“CRESCEI E MULTIPLICAÍ-VOS...”:

SAPOS, RÃS E PERERECAS COMO SÍMBOLOS DE FERTILIDADE

Durante muitos séculos acreditou-se que sapos e rãs surgiam da lama, de forma espontânea. Na época das chuvas, pequenas bolhas saíam do barro às margens de um rio e então apareciam sapinhos com a pele escura, úmida e mole, parecida com lodo. Não restavam dúvidas, nem para aqueles que estudavam a natureza: sapos e rãs eram formados a partir de barro.

Os sapinhos que parecem surgir da lama têm, no entanto, um pai e uma mãe. Existem espécies que depositam seus ovos nas margens do rio, onde estão protegidos de peixes esfomeados. Na época das chuvas jovens sapinhos saem da lama, prontos para enfrentar o mundo.

Talvez observações desse tipo tenham inspirado o mito da deusa **Heket**, do Egito antigo. Ela era representada em um corpo de mulher com cabeça de rã e acreditava-se que era ela quem dava fertilidade às mulheres e as protegia durante o parto.

As cheias do rio Nilo inundavam as margens de tempos em tempos, deixando a terra irrigada e fértil, excelente para a agricultura. A agricultura era base da sobrevivência dos egípcios e a vida de todo aquele povo estava organizada em torno das cheias do Nilo. As inundações também traziam consigo milhares de rãs, que ficavam na terra alagada. Elas eram consideradas símbolos da abundância e da fartura trazida pelas águas do rio Nilo. As mulheres usavam amuletos em forma de rã para garantir-lhes a fertilidade.

Em muitas outras culturas antigas os sapos e as rãs eram símbolos da fertilidade e da fartura.

Fartura é uma palavra que pode ser usada para descrever a reprodução dos anfíbios anuros. Em muitas espécies, machos e fêmeas se reúnem às centenas para iniciar o ritual de acasalamento e depois da fecundação cada casal pode produzir milhares de ovos.

A diversidade de comportamentos e estratégias

Durante muitos séculos também se acreditou que pulgas surgiam de grãos de areia, larvas de mosca se formavam a partir de carne apodrecida, ratos surgiam do lixo, minhocas se formavam no orvalho... A idéia da geração espontânea de vida surgiu na Antiguidade e persistiu entre os cientistas até meados do século 17, quando alguns cientistas começaram a demonstrar que seres vivos não podem se formar a partir de matéria não viva.

[Entra figura →
amuleto: sapo com
moeda na boca –
símbolo oriental de
fartura e
prosperidade]

reprodutivas também é enorme. Cada espécie apresenta particularidades no seu modo de reprodução; estas particularidades refletem adaptações ao ambiente onde ela vive.

Quando o assunto é reprodução, os anuros não economizam energia!

Um casal de sapos gasta muita energia para que a sua reprodução seja bem sucedida. O macho precisa cantar para atrair a fêmea e assim iniciar o ritual de acasalamento. Existem machos que morrem exaustos de tanto cantar, devido ao tremendo gasto energético desta tarefa. A fêmea, por sua vez, armazena grande quantidade de gordura, que é utilizada na produção dos óvulos.

Para muitas espécies há também o gasto de energia para se chegar ao local do acasalamento.

Tudo começa com um abraço...

Uma característica da reprodução dos anuros é o **abraço nupcial** ou **amplexo**, na linguagem dos cientistas. O abraço vem depois da cantoria de namoro, quando as fêmeas já foram atraídas pelo macho e estão prontas para o acasalamento. O macho pula em cima da fêmea e agarra-a com suas patas anteriores. A fêmea libera seus óvulos na água no mesmo instante em que o macho lança seus espermatozóides. Os machos de anuros não possuem um **órgão copulador** como o pênis dos mamíferos.

Cada óvulo é fecundado por um único espermatozóide e, a partir desse momento, se forma o ovo, que dará origem ao girino.

[**Entra figura** → Esquema de desenvolvimento embrionário de anuro: do zigoto ao girino]

Legenda: Esquema mostrando algumas etapas do desenvolvimento embrionário de um anuro. O esquema está simplificado.

Estratégias de sucesso

Não é fácil a vida de um anuro... Se tudo der certo na

[**Entra figura** →
casal em amplexo]

Legenda: Casal de anuros durante abraço nupcial ou amplexo.

O sapo-de-cauda apresenta uma característica única, não encontrada nos outros anuros: o macho possui uma estrutura usada para inserir os espermatozóides dentro de uma bolsa interna da fêmea. Assim, a fecundação é interna. Quando os ovos estão formados, a fêmea os libera na água. A “cauda” é uma característica primitiva dos anuros e atualmente só é observada nesta única espécie.

[**Entra figura** – Macho de *Ascaphus truei*]

reprodução, o ovo origina um girino que enfrentará um mundo com predadores e com outros girinos que disputam o mesmo alimento. Como garantir que pelo menos alguns dos filhotes cheguem à idade adulta? Cada espécie tem o seu conjunto de estratégias que garantem o sucesso da reprodução. Vamos ver alguns exemplos interessantes.

Em muitas espécies o número de ovos produzidos em um único abraço nupcial é enorme. Mesmo que muitos ovos não se desenvolvam, pelo menos algumas dezenas de girinos conseguem atingir a idade adulta. Os indivíduos que sobrevivem às dificuldades da vida e conseguem se reproduzir garantem assim a perpetuação da espécie.

Um dos primeiros desafios na luta pela sobrevivência é a presença de animais que se alimentam de ovos de anfíbios, como a saracura.

Muitas jias liberam seus ovos em ninhos de espuma. O ninho é produzido a partir de uma substância que o macho libera na água durante o abraço nupcial. O macho transforma a substância em espuma agitando suas patas traseiras. Em algumas espécies que em se reproduzem em lagoas ou até mesmo em poças, a espuma fica boiando na superfície da água; outras espécies produzem um ninho de espuma que fica preso à vegetação do brejo. Existem jias que fazem o ninho de espuma em locais mais protegidos, como em buracos cavados no solo ou em tocas. Os girinos completam sua metamorfose dentro do ninho.

Dentro do ninho de espuma as condições são ótimas para o desenvolvimento de um anfíbio: é úmido e fresquinho, mesmo que a espuma esteja exposta ao sol forte. Quando os girinos estão formados, saem de dentro da espuma e caem na água.

Muitas pererecas depositam seus ovos em folhas de plantas que margeiam pequenos corpos d'água – uma lagoa ou até uma pequena poça. Elas escolhem folhas que ficam bem em cima da água. Depois que a massa gelatinosa de ovos transparentes é liberada, o casal de pererecas une os lados da folha, “selando-a” e

[Entra figura –
Saracura (*Aramides saracura*)

Legenda: A saracura é uma ave predadora de ovos de pererecas e jias, entre outros alimentos.

[Entra figura → foto
de ninho de espuma de *Leptodactylus*]

Legenda: Ninho de espuma da rã.

[Entra figura →
ninho em folha (ex.: *Phyllomedusa hypochondrialis*)

construindo assim um ninho úmido e seguro. Durante o desenvolvimento dos ovos em girinos, o casal toma conta dos ovos, ficando próximo ao “ninho-folha”. Quando os girinos estão prontos, caem direto na água, onde vão ficar até que completem sua metamorfose.

Existem anuros que escolhem outro local para depositar seus ovos: eles são colocados na água que fica acumulada entre as folhas de bromélias.

[Entra figura → “tanque” de água em folhas de bromélia]

Legenda: Em algumas espécies de anuros, o casal deposita os ovos na água que se acumula entre as folhas de bromélias.

O sapo-ferreiro ou sapo-martelo, que na verdade pertence a uma família de pererecas, constrói um ninho onde os ovos se desenvolvem em girinos. O macho constrói uma “bacia” de barro às margens de uma lagoa ou poça grande. Por causa da construção desse ninho, semelhante a uma panela, o sapo-ferreiro é também chamado de perereca-paneleira em alguns lugares do Brasil. A fêmea, depois de atraída pelo canto do macho, faz uma inspeção no ninho de barro e só acasala se “aprovar” o local. Na água que fica dentro da “panela” são depositados cerca de 2 mil ovos.

[Entra figura – sapo –martelo (*Hypsiboas faber*)]

Legenda: Ninho de sapo-martelo ou perereca-paneleira.

Alguns anuros não gastam suas energias produzindo um número grande de ovos; eles depositam poucos ovos a cada acasalamento. Nesses casos muita energia é gasta para assegurar que esses ovos se tornem girinos. Um exemplo são os dendrobates, nativos da Floresta Amazônica, que produzem cerca de 10 ovos em uma “ninhada”. Os ninhos são construídos no solo úmido da mata, sob folhas caídas, e um dos pais fica de vigia ao lado dos ovos. Quando os girinos saem dos ovos, sobem nas costas de um dos pais e são carregados com segurança até o local

Legenda: Observe a parte da folha que foi fechada: no interior estão os ovos da perereca-verde.

Ovos com proteção solar:

Muitos anuros produzem ovos que são escuros na parte que fica voltada para cima e claros (transparentes ou amarelados) na parte que fica voltada para o fundo da lagoa ou poça. A parte escura possui um pigmento que protege o futuro girino dos raios solares!

[Entra figura →

dendrobate
transportando girino
no dorso]

Legenda: A fêmea do dendrobate carrega o girino nas costas.

aonde vão se desenvolver. O adulto pode fazer várias viagens até transportar todos os girinos.

Alguns anuros carregam ovos ou girinos como forma de protegê-los. Os ovos podem ficar abrigados em uma “bolsa” que recobre as costas da fêmea ou então grudados nas costas do macho, dependendo da espécie.

[Entra figura – fêmea de *Gastrotheca* sp. com ovos no dorso]

Legenda: A fêmea carrega os ovos em uma bolsa de pele, nas costas.

Existem sapos que protegem sua prole engolindo os ovos, como é o caso do sapo-de-darwin, nativo no Chile. O macho do sapo-de-darwin engole os ovos e eles se desenvolvem dentro do saco vocal do pai. O saco vocal fica bastante expandido, e todo o desenvolvimento acontece lá dentro, um ambiente certamente bem protegido! Depois de um determinado período, pequenos sapinhos saem de dentro da boca do pai, que pode voltar a cantar novamente.

Em outros casos, é a fêmea quem abocanha os ovos, que se desenvolvem no estômago dela. Esse comportamento foi observado em sapos de regiões secas da Austrália. Enquanto os girinos estão dentro da fêmea, ela não se alimenta. Quando os girinos completam sua metamorfose, a fêmea abre a boca e de lá saem sapos em miniatura! A espécie está considerada extinta, segundo dados de 2008, pois nos últimos anos nenhum indivíduo foi observado na Austrália.

Em todos os exemplos surge uma característica muito importante na reprodução dos anfíbios: o **cuidado parental**. Os anfíbios não apenas depositam os ovos, mas apresentam estratégias para protegê-los; em muitas espécies esse cuidado também é dado aos girinos. Cada espécie apresente sua estratégia de cuidado parental, que pode envolver apenas um dos pais ou o casal. Evita-se dessa maneira o ataque excessivo de predadores ou outras condições desfavoráveis ao desenvolvimento, como seca e excesso de raios solares.

Com toda essa variedade de formas de se reproduzir que observamos nos anfíbios anuros, os povos antigos acertaram em colocá-los como símbolos da fertilidade! E bota fertilidade nisso!

Um ninho cheio de histórias

Vejamos mais uma estratégia reprodutiva curiosa das pererecas conhecidas na Amazônia com o nome de cunauaru (palavra que imita seu coaxar).

O macho canta para atrair a fêmea de dentro de um buraco, em uma árvore alta da floresta amazônica. O buraco é impermeabilizado com uma resina e acumula água da chuva. Um casal faz desse buraco com água seu ninho, onde são depositados milhares de ovos, que ficam ali até completar a metamorfose.

O povo da mata chama a resina de breu. Quando o breu é queimado exala um cheirinho gostoso e a crendice amazônica diz que defumar ninho de cunauaru garante sucesso na caça, entre outras benfeitorias.

E você sabe por que o cunauaru faz o ninho com breu cheiroso? A mitologia indígena tem uma lenda sobre como surgiu o cunauaru:

Havia dois irmãos, um casado e um solteiro. O solteiro se apaixonou pela cunhada, perseguindo-a dia e noite. Quando o irmão ficou sabendo, apanhou penas coloridas da cauda de uma arara e colocou na abertura de um tronco oco, deixando aparecer só as pontinhas das penas. Em seguida orientou sua mulher:

- Peça para meu irmão lhe trazer um filhote de arara, com penas bem coloridas, diga que você quer uma ararinha para criar como animal de estimação.

A índia fez o pedido ao cunhado e ele imediatamente saiu para procurar um ninho de arara. Logo viu as penas saindo do tronco. Quando o índio meteu a mão no buraco, foi enfeitiçado, transformando-se no sapo cunauaru e, envergonhado, passou a viver escondido ali dentro da árvore. A resina perfumada o faz lembrar do perfume dos cabelos de sua cunhada, por quem era apaixonado.

[Entra figura –
Cunauaru (*Trachycephalus*
resinifictrix)]

A perereca não é um índio apaixonado e enfeitiçado, mas sua história de vida é de encantar. Aliás, são tantas as formas de reprodução entre os anfíbios e algumas tão incríveis que às vezes parece que são os biólogos que estão a contar lendas!

A PRINCESA, O SAPO E OUTRAS HISTÓRIAS SOBRE TRANSFORMAÇÕES

Uma linda princesa passeava no bosque que ficava perto do castelo de seu pai. Ela estava triste, pois o tempo passava, suas amigas estavam se casando e ela ficando pra titia.

A princesa, triste da vida, decidiu sair para um passeio. Andou e andou até que resolveu descansar à beira do lago. Foi quando pulou no colo dela um sapo enorme. Em vez de coaxar, porém, o sapo começou a falar!

O sapo contou que ele era na verdade um príncipe, e que uma bruxa malvada havia lançado um feitiço sobre ele que o transformara em sapo. O sapo-príncipe (ou seria um príncipe-sapo?) fez uma pausa na sua triste história, comeu uma mosquinha e continuou a falar:

- O único meio de quebrar o feitiço é receber um beijo de uma princesa de verdade! E hoje pode ser o meu dia de sorte: você é uma princesa de verdade!

A princesa, enternecida com a fala do bicho e, mais do que tudo, desesperada para arranjar um marido, resolveu arriscar. “Afim, não tem ninguém olhando!...”, pensou ela.

E não é que a princesa apertou bem os olhos, prendeu a respiração e beijou a pele fria e escorregadia do sapo? No lugar do sapo surgiu uma fumaça, e do meio da fumaça, um príncipe!

Os dois se olharam e se apaixonaram, e viveram felizes para sempre.

E o melhor da história é que o príncipe nunca reclamava quando caía uma mosca em sua comida.

A **lenda** do sapo que se transforma em príncipe vem da Europa e é muito antiga. Às vezes ouvimos mulheres contando a história ao contrário, afirmando que se casaram com um príncipe e que depois de vários anos de casamento, o marido se transformou em “sapo”, que não ajuda a lavar a louça e só quer assistir ao futebol na TV!

Na lenda original, a princesa beija uma rã macho. Quando essa história chegou ao Brasil, a palavra “rã” foi traduzida por “sapo” e isso ajudou a disseminar a crença de que a rã é a fêmea do sapo. Mas, como você já sabe, sapos e rãs são tipos diferentes de anfíbios anuros e cada espécie, tanto de sapos quanto de rãs, possui indivíduos machos e fêmeas!

[Entra figura – mostrar macho e fêmea da mesma espécie de rã]

Legenda: Um casal de rãs ou jias. O macho está por cima da fêmea, durante abraço nupcial. A jia, portanto, não é a “mulher” do sapo. A jia fêmea é a “mulher” da jia macho e os dois indivíduos pertencem à mesma espécie.

Esta não é a história original da princesa e do sapo. É uma adaptação com apenas uma parte da história, com pitadas de humor. No entanto, vale a pena conhecer a versão original, que foi escrita pelos irmãos Grimm no começo do século 19.

*É bicho nojento o sapo
Ou de noite ou de manhã;
Mas eu queria ser um sapo
Se você fosse uma rã!*

Quadrinha popular brasileira

Metamorfose ambulante

O sapo pode não se transformar em príncipe, mas a transformação do girino em sapo não deixa de ser fantástica. Ao invés do beijo de uma princesa, o que desencadeia seu processo de metamorfose são substâncias chamadas hormônios, que circulam pelo sangue do anfíbio e ativam mudanças no funcionamento de diversos órgãos do corpo.

O girino se desenvolve a partir do ovo gelatinoso. Em seu primeiro estágio, os girinos respiram por brânquias externas e possuem cauda.

Durante o processo de metamorfose dos anuros o girino cresce e muda sua aparência. Surgem as patas posteriores, depois as patas anteriores, desaparecem as brânquias e desenvolvem-se os pulmões. A cauda vai sumindo aos poucos, acompanhando todo o processo. A boca também sofre modificações, assim como a pele.

[**Entra figura** – girino da rã-touro norte-americana (*Rana catesbeiana*)]

[**Entra figura** → diferentes fases do ciclo de vida de um anuro: girino com brânquias externas, girino com patas traseiras, girino com patas traseiras e dianteiras, imago, adulto]

Legenda: Fases do desenvolvimento de um sapo, desde o girino que acabou de sair de ovo até o pequeno sapinho semelhante ao adulto.

[**Entra figura** – larva de libélula]

[**Entra figura** – girino em poça]

Histórias da "infância"

Os girinos variam na forma, no tamanho e no tempo de desenvolvimento de acordo com a espécie.

[**Entra figura** – diferentes morfologias de girinos]

A maioria dos girinos alimenta-se de algas. Existem girinos, porém, que são carnívoros e atacam ovos e girinos de outras espécies. É o caso do girino da rã-touro da América do Norte: ele é bem maior que os outros girinos e é carnívoro, alimentando-se de outros girinos.

Em muitos casos, os girinos têm de contar com a própria sorte para conseguir atingir a fase adulta. Além da ameaça dos girinos carnívoros, eles podem competir por alimento entre si e também servir de alimento para muitos animais, como aves, serpentes, peixes e até larvas de libélula.

Alguns girinos se desenvolvem em poças temporárias e devem completar seu desenvolvimento antes que a água seque – ou então torcer por uma chuva que não deixe a poça secar.

Os girinos apresentam cores que às vezes permitem a camuflagem com o ambiente, podendo assim escapar dos predadores. Em lagoas onde o fundo é coberto por pedras escuras, girinos pretos podem passar despercebidos. Em algumas espécies, os girinos nadam reunidos em grupos e o candidato a predador pode confundir o grupo com um animal muito maior do que ele.

Em outros casos, o pai ou a mãe dos girinos cuidam deles até que atinjam um tamanho maior ou até se tornarem jovens adultos. A fêmea da rã-manteiga fica com os girinos na lagoa por várias semanas, afastando possíveis predadores. Em outras espécies, os girinos são transportados assim que saem dos ovos pelo macho ou pela fêmea.

Em uma determinada espécie de sapo-veneno-de-flecha, as fêmeas também são mães dedicadas: vigiam os ovos até a formação dos girinos e depois transportam seus filhos nas costas até o alto das árvores. Lá chegando, elas colocam os girinos na água que se acumula entre as folhas das bromélias – um girino por folha. Até completarem seu desenvolvimento, os girinos são alimentados com óvulos não fecundados produzidos pela mãe.

Os girinos de algumas espécies completam o desenvolvimento

Entra figura –
girinos em poça]

Legenda: em
pequenas poças de
água é possível
encontrar girinos.

[Entra figura: fêmea de
Leptodactylus ocellatus
tomando conta de
girinos]

Legenda: A fêmea da
rã-manteiga está
tomando conta dos
girinos. O cuidado
parental é uma
característica dos
anfíbios.

protegidos pelo envoltório gelatinoso do ovo, alimentando-se de reservas nutritivas do óvulo. Nesses casos, os girinos não vivem na água. Sofrem metamorfose e quando jovens saem de dentro do envoltório gelatinoso do ovo.

Mesmo com diversas estratégias para defender seus girinos, apenas alguns dos ovos produzidos por um casal conseguem completar sua metamorfose e chegar à fase adulta.

E quanto às larvas de libélula que se alimentam de girinos, é interessante lembrar: quando os dois se tornam adultos, é o sapo quem se alimenta de libélulas! O mundo dá voltas, meu amigo...

[Entra figura: ovos de *Brachycephalus ephippium*.]

Legenda: Um casal de sapinhos-dourados produz cerca de 5 ovos, que ficam no chão da mata. Depois de aproximadamente 2 meses, pequenos sapinhos deixam os ovos.

PIPA NA LAGOA

Você já ouviu falar no cururu-pé-de-pato? E no aru? E na pipa?

Esses nomes populares se referem a um grupo de anuros diferente dos sapos, jias e pererecas. O grupo dos pipídeos é formado por anuros que passam toda a sua vida na água. Vamos conhecer um pouco de sua história – e um pouco das histórias que contam sobre esses animais.

O grupo dos pipídeos possui representantes na América do Sul e na África. No Brasil, a pipa vive nos riachos, igapós e igarapés das florestas úmidas. Com sua pele marrom, a pipa fica camuflada junto às folhas que se acumulam e se decompõem no fundo dos riachos e sobem regularmente à superfície para respirar.

Os anuros dessa família têm patas posteriores poderosas e pés grandes, com membranas entre os dedos, que lembram o pé-de-pato usado por mergulhadores. Os olhos são pequenos e seu corpo é muito achatado. Apesar do corpo adaptado para viver na água, as pipas são capazes de migrar de um corpo d'água para outro nas épocas secas, em busca de alimento.

[Entra figura – *Pipa pipa*]

A distribuição das espécies do grupo dos pipídeos nesses dois continentes pode ser explicada pela história da Terra, nos movimentos das placas que formam a superfície do planeta. Confira este assunto no capítulo *Como surgiram os anfíbios* (pág. 204)

[Entra figura – *Pipa carvalhoi*]

Legenda: Observe os olhos pequenos e as diferenças entre as patas anteriores e posteriores da pipa.

Por ser achatada, a pipa era usada pelo povo da mata para curar doenças que deixavam a barriga inchada: era preciso capturá-la e dar três batidinhas com o animal na barriga do doente. No entanto, era proibido matar a pipa nesse ritual, pois se isso acontecesse a roça poderia secar.

As pipas são os únicos anuros que não possuem língua! Elas se alimentam de pequenos animais, que são levados até a boca com as patas anteriores. Para localizar as presas, elas não contam com uma boa visão, mas usam as pontas de seus dedos compridos,

que são supersensíveis, para detectar a presença de inimigos ou de possíveis alimentos na água.

[Entra figura → *Pipa* sp., em que seja evidente as pontas dos dedos das patas anteriores]

Legenda: Observe os dedos longos e finos da pata anterior de uma pipa. As pontas dos dedos são supersensíveis, percebendo a presença de presas, predadores e outras pipas na água.

Onde o aru não aparece, a roça não vinga!

Quando se abre um roçado em uma clareira da mata, perto de um braço de rio, dizem que o aru aparece por ali em grande número. Em algumas regiões da Amazônia muita gente afirma que se o aru não aparece a roça não se desenvolve. Provavelmente a crença está relacionada a lenda do aru e a Mãe da Mandioca.

De tempos em tempos, aru se transforma em moço bonito, sobe na canoa e remando vai buscar a Mãe da Mandioca, que mora na cabeceira do rio. O aru vai guiando a Mãe da Mandioca em sua canoa, descendo o rio e visitando as roças bonitas que ficam próximas. Basta um olhar benéfico da Mãe da Mandioca para a roça prosperar e a chuva não faltar. Mas somente as roças bem cuidadas, com o mato bem cortado e sem ervas daninhas, ganham as bênçãos dela. Se a roça está mal cuidada, aru não pára sua canoa e segue descendo o rio. Em pouco tempo aquela plantação morrerá, com o mato se alastrando pelo terreno.

Por isso, quando o aru aparece é sinal de boa colheita. É ele quem julga o trabalho do homem no campo, segundo essa lenda da Amazônia.

Para os biólogos o aru também tem fama de animal cuidadoso, devido à sua forma única de reprodução.

Durante o abraço nupcial o casal nada abraçado, em uma verdadeira prova de nado sincronizado. Assim, não é apenas um abraço, mas uma verdadeira dança nupcial, elaborada com diversos movimentos, que variam de espécie para espécie.

Em geral, o casal de pipas sobe à superfície e, fazendo uma “acrobacia”, desce em direção ao fundo do riacho. Nessa “dança”,

[Entra figura – casal de pipas em amplexo]

Legenda: Abraço nupcial de um casal de pipas. Nessa posição, macho e fêmea executam uma verdadeira “dança” na água.

a fêmea solta um óvulo, que é fecundado pelos espermatozóides do macho. O ovo possui uma cápsula gelatinosa e adesiva, que gruda nas costas da fêmea. O macho auxilia pressionando o ovo gentilmente contra as costas da fêmea. A “dança” se repete diversas vezes, sendo liberado um ovo por vez.

As cápsulas gelatinosas dos ovos formam envoltórios macios na pele das costas da fêmea e ali os embriões se desenvolvem, até completarem a metamorfose. Em épocas secas, as fêmeas podem migrar carregando de 80 a 200 ovos nas costas. Quando a metamorfose se completa, pequenas pipas deixam as costas da mãe.

[Entra figura– *Pipa carvalhoi* – fêmea com ovos no dorso]

Legenda: Observe os ovos aderidos às costas da pipa fêmea.

SALAMANDRAS E SEUS SALAMALEQUES

Na Grécia antiga, filósofos elaboraram modelos que procuravam explicar do que era constituída a natureza. Segundo um desses modelos, tudo o que existia na natureza seria formado por quatro elementos básicos: o ar, a água, a terra e o fogo. Cada elemento tinha o seu símbolo, representado por um protetor dos elementos da natureza. As salamandras simbolizavam o fogo.

Em uma interpretação mística do modelo dos quatro elementos, a função desses protetores seria a de manter o equilíbrio do meio ambiente. As salamandras eram consideradas as protetoras da floresta contra incêndios. Segundo a tradição popular européia, esses animais nunca pegavam fogo e ainda tinham o poder de apagá-lo!

[**Entra figura:** Ilustração mostrando salamandra em chamas de fogueira]

O simbolismo envolvendo a salamandra pode ter surgido a partir de uma constatação: quando se acendia uma fogueira era comum ver uma salamandra saindo rapidinho do meio das chamas em direção à floresta, sem se queimar.

Mas por que será que quando se fazia uma fogueira, uma salamandra aparecia? Você possui alguma hipótese? Vamos seguir em frente e depois veremos se a sua idéia é boa...

De qualquer forma, até hoje a salamandra é o símbolo do poder do fogo para os mais místicos.

As salamandras são os anfíbios que apresentam cauda durante toda a vida e é daí que vêm os nomes científicos do grupo: **Caudata** ou **Urodela** (que significa “cauda visível”).

No século 15, Francisco I, rei da França, mandou desenhar no brasão de sua família a salamandra, símbolo do fogo, com os dizeres: “Alimento o bem e extingo o mal”.

[**Entra figura –** representação de salamandra no escudo de Francisco I]

Por que as salamandras não são animais muito populares aqui no Brasil?

Você já ouviu alguma lenda ou fábula brasileira com salamandras entre os personagens? Dificilmente... As salamandras não são animais muito populares no Brasil.

Esses animais são comuns no hemisfério Norte. Vivem nas matas e montanhas da Europa, Ásia, América do Norte (onde está a maior diversidade de salamandras), América Central e região norte da África.

[**Entra figura** – Mapa com distribuição mundial dos urodelos]

Legenda: Distribuição atual do grupo das salamandras.

No Brasil, existem salamandras apenas na floresta amazônica. Não foram observadas salamandras em regiões ao sul da Amazônia.

[**Entra figura** – *Bolitoglossa paraensis*]

Legenda: Salamandra encontrada na Amazônia brasileira, da espécie *Bolitoglossa paraensis*.

Até o início de 2008, eram reconhecidas duas espécies de salamandras que ocorrem na Amazônia brasileira: *Bolitoglossa paraensis* e *Bolitoglossa altamazonica*. Observe que as duas espécies pertencem ao mesmo gênero: *Bolitoglossa*.

Além de estar restrita à floresta amazônica, a salamandra brasileira é um animal pequeno e “tímido”, o que explicaria sua falta de popularidade. Mede poucos centímetros de comprimento e vive na vegetação da mata. Com sua língua comprida, captura insetos e outros invertebrados. Sua vida é totalmente terrestre, não existindo uma fase de larva aquática. De cada ovo sai uma miniatura do adulto completamente formado.

As salamandras são tão desconhecidas por aqui que às vezes são confundidas com lagartixas ou “lagartinhos” por causa do formato do corpo, que é semelhante. No entanto, semelhanças na aparência podem enganar: as salamandras são anfíbios e os lagartos são répteis.

[**Entra figura** : esquema fazendo comparação entre salamandra e

lagarto]

Legenda: Os lagartos e as salamandras podem ser muito parecidos à primeira vista, por causa do formato do corpo e da presença de cauda. No entanto, já notamos algumas diferenças observando apenas a aparência externa, como a pele: os lagartos possuem escamas e as salamandras possuem pele lisa e úmida. Existem muitas outras diferenças entre esses dois animais, como o ovo com casca produzido pelos répteis – os ovos dos anfíbios são gelatinosos. Quando os primeiros répteis surgiram na Terra, anfíbios primitivos já existiam há cerca de 50 milhões de anos.

Tritões, salamandras, sereias...

No grupo das salamandras, a diversidade não é tão grande quanto no grupo dos anuros. No entanto, existem diferentes tipos de salamandras, com características que refletem adaptações ao ambiente onde vivem.

O **tritão** é um tipo de salamandra aquática, que vive em riachos de água fria. Possui uma cauda grande e achatada lateralmente, formando um “remo”. O tritão geralmente vai para a terra na época mais fria do inverno, para hibernar. Não existem tritões no Brasil.

Além dos tritões, outros tipos de salamandra são aquáticas. Em cada local recebem um nome popular, como um grupo conhecido por “sereias” e outro chamado de “enguia-do-congo”, por sua aparente semelhança com o peixe enguia.

As salamandras terrestres durante a fase adulta geralmente vivem escondidas embaixo de folhas, em tocas e troncos caídos na mata, lugares que ofereçam proteção, umidade e temperatura amena.

[Entra figura: tritão (a), ‘sereia’, ‘enguia-do-congo’ e salamandra]

Legendas:

A) A “enguia-do-congo”, uma salamandra aquática.

B) Tritão. / **C)** Uma “sereia” jovem, conservando algumas características de larva. **D)** Salamandra terrestre. Compare suas características externas com as salamandras de hábito aquático.

É no hábitat das salamandras terrestres que encontramos a melhor explicação para a origem do mito envolvendo salamandras e fogo: troncos caídos pela floresta eram usados como lenha, mas dentro desses troncos poderia estar uma salamandra buscando abrigo... Ao perceber o fogo e o calor, as salamandras saíam assustadas de dentro da fogueira, não para salvar a floresta, mas sim para proteger a sua própria pele!

Conhecendo um pouco mais a respeito das salamandras

Os tritões e as salamandras usam as quatro patas para se locomover em terra, fazendo também movimentos laterais com o corpo, parecido com o movimento de uma serpente ou lagarto. Quando estão na água, utilizam esse movimento ondulatório do corpo e da cauda para nadar.

As **salamandras** alimentam-se principalmente de insetos e minhocas. Algumas espécies aquáticas gostam de comer ovos e girinos de rãs e sapos.

[Entra figura – salamandra capturando inseto]

Legenda: Salamandra capturando inseto com sua comprida língua. O movimento de captura é muito rápido, levando um tempo cerca de 10 vezes menor do que um piscar de olhos para acontecer. A língua comprida e pegajosa é característica da família das salamandras sem pulmão, da qual a salamandra brasileira faz parte.

Algumas salamandras, como a salamandra brasileira, têm uma característica única entre os anfíbios: não possuem pulmões. Quando adultas, vivendo na terra, respiram através de sua pele fina e úmida.

As salamandras possuem outros mecanismos de defesa além do hábito de passarem parte do seu dia escondidas. Assim como alguns anuros, muitas espécies de salamandras ficam camufladas no ambiente devido à cor da pele.

As salamandras gigantes da China e do Japão são os maiores anfíbios conhecidos atualmente: pode medir mais de um metro e meio de comprimento. Essas salamandras passam a vida toda na água. Alimentam-se de peixes e de outros anfíbios.

[Entra figura:
Salamandra gigante da
China *Andrias davidianus*]

Em cativeiro, uma salamandra já chegou a viver por 50 anos. As salamandras gigantes da China e do Japão podem viver mais de 55 anos.

[Entra figura: salamandra camuflada]

Legenda: Uma salamandra camuflada em seu ambiente.

Outras salamandras, por sua vez, apresentam pele com cores chamativas que funcionam como um sinal de “perigo” aos predadores. É o caso da salamandra-de-fogo, que produz venenos fortíssimos para alguns animais que a atacam. Muitos predadores desistem do ataque logo depois da primeira mordida por causa dos efeitos do veneno.

[Entra figura: Salamandra-de-fogo (*Salamandra salamandra*)]

Legenda: A salamandra-de-fogo mede cerca de 25 cm de comprimento e é encontrada na Europa. As manchas amarelas da pele atuam como camuflagem quando a salamandra está no solo coberto de folhas secas e amareladas; funcionam também como sinal de advertência aos predadores.

Em algumas salamandras, um dos compostos químicos do veneno não é produzido pelas glândulas da pele, mas por bactérias que vivem na sua pele. As bactérias ficam protegidas no muco da pele da salamandra, onde as condições são ótimas para elas, com umidade e nutrientes. A salamandra, por sua vez, se beneficia do composto químico produzido pelas bactérias. Esse composto tem efeitos tóxicos violentos em muitos animais e assim a salamandra está protegida do ataque de muitos animais.

[Entra figura: *Taricha*]

Algumas salamandras possuem cores de advertência apenas na região ventral. Quando está na água, a cor forte dessa região evita ataques de predadores que ficam no fundo do riacho. Quando está na terra e se sente ameaçada, a salamandra mostra sua “barriga” para assustar o predador, contorcendo seu corpo. Outras movem apenas a cauda, com ondulações, encarando o predador e torcendo para que ele, confuso, saia dali e procure o jantar em outra vizinhança.

As salamandras são animais agressivos no seu ambiente, brigando para defender seu território, conquistar fêmeas e afastar predadores. Elas não atacam seres humanos.

Reprodução e desenvolvimento

Segundo uma antiga crendice européia, esses anfíbios não teriam sexo e portanto não se reproduziriam. Talvez essa crença tenha sido originada por pessoas pouco observadoras ou que tiveram o azar de conviver com salamandras “discretas” quando o assunto é sexo. De fato, nem sempre é fácil distinguir machos e

fêmeas e a forma de reprodução de algumas espécies ainda não foi observada nem por biólogos que dedicam sua vida ao estudo das salamandras. Para estudar os hábitos e a reprodução de uma determinada espécie, é preciso estar no lugar certo e na hora certa, sem incomodar os animais – e com os equipamentos certos para registrar o ocorrido!

Ao contrário do que acontece com os anuros, a maioria das salamandras realiza fecundação interna, ou seja, a fecundação ocorre dentro do corpo da fêmea. Em muitas espécies o macho produz um “pacote” com espermatozóides que é colocado dentro da fêmea. A forma desse pacotinho e o jeito como é introduzido na fêmea variam de espécie para espécie. Os ovos são então depositados no ambiente (pode ser em uma poça de água, embaixo de pedra, em troncos ocos), com exceção de algumas salamandras em que os ovos se desenvolvem dentro da mãe.

Antes de mais nada, é preciso atrair as fêmeas. Nos seus rituais de acasalamento, os machos não cantam como seus parentes sapos. Eles preferem “dançar”: cada espécie possui um conjunto de movimentos que os machos utilizam para encantar a fêmea. Além disso, os machos podem adquirir um novo visual na época reprodutiva: podem ser cores ou manchas diferentes e até o surgimento de cristas nas suas costas.

Enquanto os anuros utilizam o canto e a audição para se comunicar durante a reprodução, as salamandras se comunicam principalmente por moléculas que elas liberam no ambiente, em uma “comunicação química”. Essas moléculas são coletivamente chamadas de **feromônios**.

[**Entra figura** – larva e adulto de salamandra; mostrar um espécie em que a larva seja aquática e o adulto terrestre e espécie com ciclo totalmente terrestre]

A palavra **feromônio** tem origem grega: *fero* significa “transportar” e o final *-omônio* deriva de uma palavra que significa “excitar ou estimular”. Assim, feromônio pode ser entendido como “aquele que transporta um estímulo”. Diversos seres vivos se comunicam por feromônios e não apenas as salamandras. A liberação de feromônios pelas salamandras foi mencionada aqui porque é a principal forma de comunicação entre machos e fêmeas na época reprodutiva.

Em algumas salamandras, as larvas podem atingir a maturidade sexual e se reproduzir. Os indivíduos mantêm características da fase de larva, como as brânquias externas e as

patas pouco desenvolvidas, mas produzem gametas.

O **axolotle** é uma espécie de salamandra aquática em que ocorre esse fenômeno. A espécie é nativa de uma determinada região do México e está ameaçada de extinção em seu ambiente. Ela é comum em criadouros e muito usada em laboratórios de pesquisa científica.

Se a larva de axolote for tratada em laboratório com substâncias que estimulam o crescimento, ela sofre metamorfose, perdendo suas características larvais. Em uma outra espécie em que ocorre o mesmo fenômeno, os cientistas já chegaram a pensar que a larva e o adulto correspondiam a dois animais de espécies diferentes, antes de registrarem a metamorfose. Na natureza, as larvas podem sofrer metamorfose e adquirir a forma adulta em situações de escassez de água.

O nome *axolote* ou *axolotle* deriva do nome dado a esses animais na extinta civilização asteca, que habitava o México. Alguns estudiosos da língua asteca afirmam que axolotle significa “cachorro da água”. O nome da espécie é *Ambystoma mexicanum*.

[**Entra figura** – Axolotle (*Ambystoma mexicanum*), larva neotênica e adulto após metamorfose]

Legenda: Axolote na fase de larva. Observe as brânquias externas e as patas pouco desenvolvidas. O animal atinge a maturidade sexual com cerca de 1 ano e meio de vida, ainda apresentando as características larvais. / Axolote na fase final da metamorfose. As brânquias regrediram. Nesta espécie a ocorrência de metamorfose em condições naturais é rara..

Salamandras e seus mistérios

As salamandras estão envolvidas em imagens místicas e simbólicas, como acontece com os anuros. Salamandras e sapos estão presentes nas histórias de bruxas e poções mágicas da tradição européia.

As **bruxas** dessas antigas histórias viviam na beira de pântanos, lugares úmidos e sombreados. Eram mais ativas durante a noite, quando saíam voando em suas vassouras. E elas sabiam utilizar os venenos de alguns animais, fungos e plantas nos seus feitiços.

Essas características das bruxas dos contos de fadas podem

As bruxas de chapéu pontudo, com suas vassouras voadoras e caldeirões de poção mágica, são conhecidas no Brasil por causa dos contos de fadas trazidos da Europa. Por aqui existem outras histórias do folclore envolvendo os anfíbios, sendo geralmente histórias menos sombrias.

ser relacionadas com as características dos anfíbios mais comuns na Europa: eles são encontrados em pântanos, são ativos à noite e produzem venenos na pele. Talvez a semelhança do cenário assustador das histórias de bruxas com o hábitat dos sapos e das salamandras na Europa tenha contribuído para a imagem misteriosa desses animais.

CECÍLIAS: ANFÍBIOS MUITO TÍMIDOS

Conhecemos um monte de lendas, crendices e contos do folclore envolvendo sapos, rãs, pererecas e até salamandras. É raro, no entanto, ouvirmos histórias sobre as cecílias, que são os anfíbios de corpo alongado e sem patas.

No Brasil as cecílias também recebem outros nomes populares, como minhocão, cobra-cega, cobra-pilão, entre outros. Entre os biólogos, são chamadas de gimnofionos (nome que significa “serpente nua”).

O nome “cecília” tem origem no latim e significa “cego”.

Talvez as cecílias não sejam muito populares devido ao seu modo de vida: elas vivem escondidas entre a camada de folhas sobre a terra ou escavando túneis no solo, iguais aos das minhocas. Algumas espécies de cecílias são aquáticas e passam a vida em rios ou lagoas de água doce. O grupo das cecílias é encontrado em algumas regiões tropicais do mundo.

Quando se fala em anfíbios, o mais provável é que se pense em um sapo ou até mesmo em uma salamandra. Em sua aparência, as cecílias são muito diferentes dos outros anfíbios, por causa de seu corpo alongado, sem patas. A cecília apresenta características que refletem adaptações à vida subterrânea:

[Entra figura: cecília – detalhe da cabeça e dos primeiros *annuli*, com indicação dos itens 1 a 7 a seguir]

- 1- A cabeça é pequena, o corpo é alongado e coberto de muco, características que facilitam a locomoção na terra.
- 2- Seu crânio é bastante rígido. A cecília escava o solo com a cabeça.
- 3- As pernas não lhe fazem falta: ela se locomove como as serpentes, através de ondulações do corpo.
- 4- Os olhos são pequenos e cobertos por uma grossa camada de pele (em algumas espécies os olhos estão cobertos por osso). Elas não enxergam imagens, mas são capazes de distinguir claridade e sombra.

5- A cecília possui um par de tentáculos localizados entre os olhos e as narinas, que funcionam como um sensor, detectando a presença de alimento ou de corpos estranhos na terra. Assim o animal pode localizar seu alimento mesmo sendo praticamente cego. Esses tentáculos podem se esticar e se retrair.

6- Suas refeições prediletas são cupins, minhocas, lagartas, centopéias e insetos que ela encontra embaixo da terra. A captura é feita com uma rápida e poderosa mordida .

7- Outra característica das cecílias é o corpo dividido em anéis, que nada mais são do que dobras na pele. Os anéis não são rígidos e permitem que o corpo da cecília fique esticado ou encurtado, como se fosse uma sanfona; com esses movimentos ela se move na terra. O número de anéis é uma das características utilizadas na identificação das espécies.

O formato do corpo e a presença de anéis deixam cecílias e minhocas bastante parecidas entre si. É daí que vem o nome de "minhocão", pelo qual é chamada em alguns lugares do Brasil. Assim como as minhocas, as cecílias ajudam na aeração do solo graças aos túneis que cavam. Mas cecílias e minhocas são animais muito diferentes.

[Entra figura → ilustração do quadro comparativo: minhocas x cecílias]

MINHOCA	CECÍLIA
Animal invertebrado (sem coluna vertebral)	Possui coluna vertebral
Hermafroditas	Machos e fêmeas
Não possui olhos	Possui olhos (eles são reduzidos e não formam imagens)
A boca é uma pequena “tromba”, sem dentes	A boca possui osso mandibular e dentes
Alimentação: restos orgânicos na terra	Alimentação: insetos e larvas de corpo alongado, centopéias e... minhocas!

Legenda: Algumas diferenças entre minhocas e cecílias, principalmente em suas características externas. Existem muitas outras diferenças entre esses dois animais, que não possuem parentesco evolutivo próximo. A minhoca da foto mede cerca de 8 cm de comprimento; a cecília mede cerca de 25 cm de comprimento.

Muita gente confunde as cecílias com serpentes. Aliás, a confusão já vem no nome “cobra-cega”. As cecílias podem ser cegas, mas com certeza não são cobras!

Existe um réptil que também é chamado vulgarmente de cobra-cega, cobra-de-duas-cabeças ou anfisbena. À primeira vista as cecílias e as anfisbenas podem ser parecidas, mas se você olhar com atenção verá muitas diferenças:

[**Entra figura** → ilustração para quadro comparativo: cobra-de-duas-cabeças (*Amphisbena*) x cecília]

Cobra-de-duas-cabeças RÉPTIL	Cecília ANFÍBIO
Pele com escamas	Pele de aparência lisa (lembre-se que o nome <i>gymnophiona</i> significa “cobra nua”)
Pele seca; respiram apenas por pulmões	Pele úmida devido à produção de muco; respiram por pulmão e através da pele.
Desenvolvimento: do ovo com casca sai uma miniatura do adulto.	Desenvolvimento: o ovo é gelatinoso e ocorre metamorfose dentro do ovo.

O formato alongado do corpo e os olhos reduzidos são características relacionadas à vida subterrânea, cavando túneis, e por isso essas características podem ser observadas na cobra-de-duas-cabeças e na cecília.

As cecílias são animais inofensivos ao ser humano. Elas produzem toxinas na pele junto com o abundante muco, assim como outros anfíbios, embora faltem informações sobre a maioria espécies de cecílias.

Reprodução

As cecílias apresentam cuidado parental, ou seja, possuem estratégias que garantem a sobrevivência de pelo menos alguns filhotes. O cuidado parental é uma característica geral dos anfíbios.

Para as espécies de cecílias terrestres, seria um problema

As mesmas crenças e lendas associadas à cobra-de-duas-cabeças podem ser, em alguns lugares, se referir às cecílias. Uma delas é a crença de que se olhar um desses animais de perto, pode-se ficar cego (crendice registrada na região centro-oeste no Brasil).

promover o encontro dos gametas se fossem lançados diretamente no solo. Também seria difícil um abraço nupcial sem ter patas! No momento da reprodução, o macho deposita espermatozóides dentro do corpo da fêmea por meio da cloaca.

A fêmea constrói um “ninho” subterrâneo onde deposita os ovos. Os ovos enterrados poderiam ser destruídos por fungos que crescem no solo. A fêmea evita essa contaminação enrolando-se em torno dos ovos e movimentando-se no ninho. Com esse movimento, os ovos recebem oxigênio e são envolvidos pelo muco da mãe, que possui substâncias antimicrobianas.

[**Entra figura** → fêmea de *Siphonops* sp. enrolada em torno de ovos]

Legenda: Cecília fêmea enrolada em torno dos ovos.

Nas espécies aquáticas, a fecundação também é interna, mas todo o desenvolvimento acontece na água.

Em algumas espécies, os ovos permanecem dentro do corpo da fêmea e lá ocorre o desenvolvimento da larva. A fêmea “dá a luz” às cecilinhas, fazendo-as sair pela cloaca. Elas estão prontas para enfrentar a vida fora do corpo da mãe.

Pesquisadores brasileiros observaram um fenômeno curioso de cuidado parental em uma espécie que ocorre no sul da Bahia: os filhotes ficavam com a mãe o tempo todo, passeando sobre seu corpo, enquanto a fêmea permanecia parada, sem se alimentar.

A fêmea também apresentava uma alteração na cor de sua pele nesse período. A mudança de cor chamou a atenção dos pesquisadores e serviu de “pista” para uma investigação: será que alguma modificação na pele da fêmea estaria atraindo os filhotes para junto da mãe? Pesquisadores de outros países se juntaram ao projeto e foi o estudo de uma espécie africana que permitiu responder à questão. Quando os filhotes dessa espécie são liberados, a pele da cecília-mãe passa a descamar intensamente. Os filhotes comem avidamente a pele descamada, que para eles é

[**Entra figura:** cecília com filhotes – *Siphonops* sp.]

Legenda: Uma forma curiosa de cuidado parental: as “cecilinhas” permanecem junto da mãe, movendo-se sobre a pele dela.

muito nutritiva.

Não é intrigante o fato de uma característica ter sido observada em uma espécie de cecília que ocorre no Brasil e em uma espécie africana? Os pesquisadores acreditam que esse comportamento reprodutivo deve ter surgido há mais de 150 milhões de anos, quando América do Sul e África estavam unidas como parte de um grande continente.

A pesquisa que vimos acima traz informações muito interessantes sobre duas espécies de cecílias. No entanto, faltam informações sobre o modo de vida, acasalamento e desenvolvimento da maioria das espécies de cecílias. Talvez por serem animais “tímidos”, silenciosos, que vivem no subterrâneo e não gozam da fama de seus parentes sapos e salamandras, as cecílias ainda não são muito conhecidas na cultura popular, tampouco na ciência!

O SAPO NÃO LAVA O PÉ... PORQUE A LAGOA ESTÁ SUJA!

Os grupos atuais de anfíbios habitam a Terra há mais de 250 milhões de anos. Alguns deles já foram bastante estudados, mas o conhecimento científico sobre esses animais ainda é pequeno; a cada ano, dezenas de novas espécies são identificadas pelos biólogos. No entanto, toda essa diversidade está ameaçada. Para muitos anfíbios os dias estão contados.

[**Entra figura** – espécie em extinção (ex.: *Holoaden bradei*, criticamente ameaçada, com último registro em 1977)]

A interferência humana nos ambientes naturais traz consequências para os mais diversos grupos de seres vivos, até para microrganismos. Os anfíbios, por terem a pele extremamente permeável, sofrem brutalmente as consequências de qualquer desequilíbrio ecológico.

Existem muitas espécies que vivem apenas em uma determinada região. Geralmente esses organismos não se adaptam a ambientes diferentes e desaparecem quando seu hábitat sofre alterações.

Os anfíbios que vivem apenas em determinadas regiões são considerados **indicadores da qualidade do ambiente**. Estudando as populações desses anfíbios é possível saber se a região apresenta poluição no ar, na água ou no solo. Mesmo níveis baixos de poluição, que não poderiam ser percebidos pelos seres humanos ou por outros animais mais resistentes, podem afetar as condições de vida dos anfíbios.

Vamos conhecer algumas das principais ameaças à sobrevivência dos anfíbios, de forma simplificada. O declínio de espécies de anfíbios é explicado por uma combinação de vários desses fatores, entre outros.

A extinção de espécies é um fenômeno constante na história da vida na Terra. Enquanto novas espécies surgem pelo processo de evolução, outras desaparecem. O que vamos analisar aqui são as ameaças de extinção que têm relação, direta ou indireta, com a ação humana no meio ambiente.

* Poluição

Os ovos e a pele dos anfíbios absorvem substâncias tóxicas com facilidade. Os cientistas acreditam que várias populações de anuros sumiram do mapa devido à poluição da água de rios e lagos.

Mesmo em regiões protegidas, como em parques e reservas florestais, pesquisadores encontraram anfíbios com anormalidades no seu ciclo reprodutivo ou no corpo. Em diversas regiões do mundo, foram encontrados anfíbios deformados, como sapos com um olho nas costas, com uma perna a mais, entre outras deformidades. Verificou-se que em muitos casos a presença de substâncias tóxicas na água ou no solo pode ser a causa dessas anormalidades.

[Entra figura – anuro com deformidade associada a poluentes no meio]

*“Eu estou triste como sapo
na lagoa... Não, a cantiga é
outra como toada rida:
Eu estou triste como o sapo
na lagoa suja.”*

Guimarães Rosa – trecho
do livro *Sagarana* (1979)

O caso dos anfíbios
deformados pode estar
associado também aos
raios ultravioletas do sol
ou às infecções por
determinados parasitas,
entre outras causas.

* Aquecimento global

O aquecimento global é causado pelo acúmulo de gases que aumentam o efeito estufa na atmosfera do planeta. Com isso, a atmosfera passa a reter mais calor em sua superfície, o que causa mudanças no clima do planeta.

As pesquisas que relacionam o desaparecimento de anfíbios com o aquecimento global ainda são poucas, mas já foi comprovado que qualquer alteração no clima pode causar problemas para a sobrevivência de diversas espécies de anfíbios. Foi comprovado, por exemplo, que em uma região da Mata Atlântica houve declínio de algumas espécies de anuros após invernos excepcionalmente secos.

* Destruição do hábitat

O desmatamento e a construção de represas já provocaram o desaparecimento de diversas espécies de seres vivos, incluindo aí os anfíbios. A maioria dos anfíbios não se adapta com facilidade a

outros ambientes e não conseguem **migrar** para outras regiões quando seu hábitat é devastado.

Quando uma árvore é cortada na mata, desaparecem as pererecas que vivem em seus galhos e os sapinhos que vivem nas bromélias que crescem sobre a árvore. Sem árvores, as condições do solo também se alteram, pois não há sombra. O ar se torna mais seco. Os sapos e as jias que vivem no solo ficam mais expostos ao sol. Aumenta o risco de contrair doenças, pois o seu sistema imunológico fica enfraquecido com o excesso de raios solares. Existem vermes, carrapatos, fungos e bactérias que parasitam anfíbios e se beneficiam dessa situação.

O “lar” de um anfíbio pode não desaparecer, mas pode sofrer alterações que impedem sua sobrevivência. É o caso de lagoas que perdem a vegetação das margens, quando o gado solto nos campos se alimenta dessas plantas. Os sapos, rãs e pererecas que depositam seus ovos nesse tipo de vegetação são afetados. Noite de verão e silêncio na lagoa.

Conhecendo um problema, podemos encontrar uma solução. A construção de estradas, por exemplo, causou o declínio de diversas espécies de anfíbios que tiveram suas populações separadas com o aparecimento de uma rodovia. Uma forma de minimizar o problema é a construção de túneis: os carros e caminhões passam por dentro do túnel e os animais podem “atravessar” por cima, onde se preserva um trecho do ambiente original.

*** Restaurantes**

Em diversos países do mundo, pernas de rã são um prato considerado apetitoso. Em alguns países, toneladas de rãs são consumidas por ano e diversas espécies estão ameaçadas por causa disso. Para reduzir a captura de rãs na natureza, existem criadouros que abastecem restaurantes, mas essa alternativa também não salvou a pele – e todo o resto – dos anuros, como veremos a seguir.

*** Invasão de espécies não-nativas**

A introdução de espécies em um ambiente pode causar desequilíbrios irreversíveis. O melhor exemplo envolvendo anfíbios é o da rã-touro norte-americana. Como seu próprio nome popular indica, ela é nativa dos Estados Unidos, mas atualmente é encontrada em diversas regiões do Brasil, inclusive na Amazônia.

A rã-touro norte-americana é o anfíbio mais criado em cativeiro, para abastecer os restaurantes e para outros propósitos. É uma das poucas espécies que se adapta com facilidade a diferentes condições climáticas; por isso os ranários (nome que se dá aos criadouros de rãs) podem ser encontrados em vários pontos do mundo.

[Entra figura – adulto de *Rana catesbeiana*]

Legenda: A rã-touro norte-americana é uma espécie nativa do hemisfério Norte que é encontrada em diversas regiões do Brasil. Os adultos e os girinos da espécie consomem anuros de espécies brasileiras.

A rã-touro norte-americana tem sido encontrada livre na natureza, em regiões nas quais ela não é nativa, ao mesmo tempo em que populações de espécies nativas estão em declínio. A rã pode ser liberada no ambiente em torno do ranário por descuido na criação ou de propósito. Ao sair dos ranários, está bem alimentada e saudável. Assim, ela apresenta condições vantajosas em relação aos anfíbios nativos, escapando de predadores e vencendo a competição por alimento. Além disso, com seu grande apetite, a rã-touro norte-americana alimenta-se de girinos e adultos de sapos, rãs e pererecas.

*** Estilingues em ação**

Além de marcarem presença em restaurantes, rãs também são capturadas para comércio em lojas de animais de estimação e para servirem de isca em pescarias e caçadas. Algumas espécies estão ameaçadas de extinção porque os indivíduos são capturados para serem vendidos ilegalmente para colecionadores.

[Entra figura: – *Ceratophrys joazeirensis*]

Legenda: Esta espécie de sapo-de-chifre da caatinga está ameaçada de extinção, principalmente devido à captura para comércio ilegal de animais silvestres. Eles são vendidos clandestinamente para colecionadores e lojas de animais de estimação.

[Entra figura: *Lyciasalamandra luschanii*]

Legenda: Esta pequena salamandra ocorre apenas em determinados ambientes do sudoeste da Turquia. A espécie está ameaçada de extinção pela captura de indivíduos por colecionadores, entre outros fatores.

Existem anuros ameaçados por serem perseguidos e mortos devido à crença de que são venenosos ou perigosos. É o caso de uma espécie de sapo-de-chifre que ocorre no sul do Brasil, Argentina e Paraguai. Ele é inofensivo aos seres humanos.

[Entra figura: *Ceratophrys cranwelli*]

Legenda: Este sapo-de-chifre ocorre no Sul do Brasil, Paraguai e Argentina. Entre as causas de ameaça à espécie, estão as mortes motivadas pela crença de que são perigosos aos seres humanos.

Alerta!

O alerta sobre situações de desequilíbrio ambiental e extinção de espécies resulta de um número ainda pequeno de pesquisas. Cientistas vêm elaborando programas de monitoramento de populações de anfíbios na natureza, especialmente daqueles que servem como indicadores ecológicos, para termos uma idéia das dimensões desses prejuízos. Uma população em declínio ou a descoberta de espécies em extinção pode indicar que algo está errado com o ambiente da floresta.

Para saber se uma espécie está ameaçada de extinção, é preciso conhecer suas características e modo de vida. Por isso, é importante o investimento nas pesquisas que têm por objetivo desvendar a vida dos anfíbios.

Sem esse conhecimento, como saber qual é o ritmo da extinção de anfíbios? É preciso conhecer para preservar. Talvez muitos anfíbios ainda totalmente desconhecidos dos seres humanos estejam desaparecendo. Se fossem conhecidos, imagine quantas histórias, ainda mais fascinantes, poderiam estar neste livro...

Não são apenas os anfíbios que vem desaparecendo... Muitas histórias do folclore sobre esses animais também estão ameaçadas de extinção! As fábulas, as cantigas, as lendas eram contadas de pai para filho e as tradições eram mantidas. Hoje o hábito de contar histórias não é tão comum, principalmente nas grandes cidades. Falta tempo para jogar conversa fora... Que tal conhecer mais a respeito da comunidade onde você vive, suas tradições, as crendices, os personagens? Não deixe esse conhecimento se extinguir!

Sugestões de leitura

Amazonas – no coração encantado da floresta

Thiago de Mello (Ed. Cosac Naify, 2003)

O poeta Thiago de Mello conta lendas e mitos da Amazônia, onde vive. O autor afirma: “O que escutava de menino, escuto hoje, homem pra lá de vivido, no meio dessas brenhas misteriosas. O caboclo não mente ao contar o que viveu. Quando muito, inventa um pouquinho, mas só para enfeitar a história.” (pág. 7).

Anfíbios

Jaime Bertoluci (Ed. Ática, 2002)

O autor é professor e pesquisador da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. O livro traz informações gerais sobre os anfíbios e entrevistas com herpetólogos, cientistas que se dedicam ao estudo dos anfíbios e répteis.

Ciência Hoje na escola volume 9: Evolução

(Ed. Global e Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2001)

Neste livro você encontra textos escritos por cientistas brasileiros, apresentando os principais conceitos da teoria da evolução dos seres vivos, em uma linguagem simples, com muitas ilustrações.

Como nasceram as estrelas – doze lendas brasileiras

Clarice Lispector (Ed. Nova Fronteira, 1987)

Clarice Lispector reconta doze lendas indígenas brasileiras, uma para cada mês do ano. A lenda do mês de fevereiro é *Alvorço de festa no céu*, uma versão da famosa história do urubu e do sapo.

Fábulas

Monteiro Lobato (Ed. Brasiliense, sem data)

O livro faz parte da coleção *Sítio do Pica-pau amarelo* e traz fábulas recontadas por Monteiro Lobato – entre elas a fábula da rã e do boi.

Histórias africanas para contar e recontar

Rogério Andrade Barbosa (Editora do Brasil, 2001)

O autor reuniu sete histórias da tradição oral africana que explicam certos comportamentos ou características dos animais, como *Por que o morcego só voa de noite* e *Por que a zebra é toda listrada*.

Lendas do Brasil

Blandina Franco (Ed. Odisseus, 2006)

Quer entender a diferença entre mitos e lendas? Então leia este livro, que apresenta as lendas e os mitos brasileiros mais conhecidos através de versos bem bolados.

Meu livro de folclore

Ricardo Azevedo (Ed. Ática, 2000)

Neste livro você encontra o conto *Sapo com medo d'água*, além de adivinhas, trava-línguas, parlendas e outros contos populares brasileiros, compilados por Ricardo Azevedo, que também fez as ilustrações.

O sapo apaixonado – uma história inspirada em uma narrativa indígena

Donizete Galvão (Musa Editora, 2007)

Conheça a divertida história do índio Piapá e do sapo-cururu Ai-Ai, inspirada na narrativa *O sapo Tsüib*, do povo indígena Gavião-Ikolen, de Rondônia.

Sapos, rãs e pererecas: desvendando o segredo dos anfíbios

Bastos, Lima & Pasquali (R. P. Bastos, 2003)

Os autores são pesquisadores da Universidade Federal de Goiás e apresentam as características básicas dos anfíbios anuros. O livro também apresenta uma cartela de adesivos e um jogo para entender a metamorfose.

Na internet:

O rei sapo

O registro mais antigo da história do príncipe transformado em sapo é o dos irmãos Grimm, no início do século 19.

Você encontra uma adaptação de Bianca Encarnação no *site* Ciência Hoje das Crianças On-line:

<http://cienciahoje.uol.com.br/3995> (acesso em 17 de março de 2008)

Para ouvir:

Guia sonoro dos anfíbios anuros da Mata Atlântica

Célio Haddad, João Giovanelli, Luís Giasson e Luís Felipe Toledo (Biota FAPESP)

São gravações do canto de 76 espécies de anuros que ocorrem na Mata Atlântica, mais 4 registros de agregados de anuros cantando. Você pode acompanhar o som observando uma pequena fotografia e lendo informações básicas sobre a espécie.