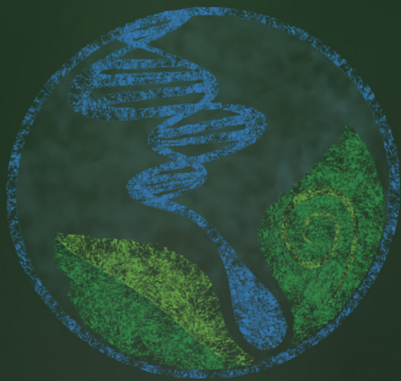


# TEORIA E PRÁTICA DIFERENTES ABORDAGENS NO ENSINO DE BIOLOGIA



LUCAS RIBEIRO MARIOTTO  
GUSTAVO D'ABRANTES VAZ

MSC. LUCAS RIBEIRO MARIOTTO  
MSC. GUSTAVO D'ABRANTES VAZ  
(organizadores)

# Teoria e Prática

## Diferentes Abordagens No Ensino De Biologia

1ª Edição

Ribeirão Preto - SP  
JLM Assessoria Empresarial LTDA.  
2017

Direitos autorais © 2017 JLM Assessoria Empresarial  
LTDA

Capa e ilustrações: Paulo Ricardo Mendonça Lopes

Direitos reservados

ISBN: 978-85-94053-00-8

# SUMÁRIO

---

. Prefácio.....	i
. Do organizador.....	1
. Capítulo 1.....	12
Sistemática Filogenética e o moderno sistema de classificação biológica: panorama histórico e aplicabilidade na educação básica	
. Parte 1 - Introdução.....	13
. Parte 2 - Roteiro Didático.....	39
Entendendo as relações de parentesco entre os seres vivos	
. Parte 3 - Vivência da Atividade.....	43
. Capítulo 2.....	46
Grandes eventos de extinções na história biológica da Terra	
. Parte 1 - Introdução.....	47
. Parte 2 - Roteiro Didático.....	70
Jogo Galápagos	
. Parte 3 - Vivência da Atividade.....	75
. Capítulo 3.....	83

Afinal, o que é Evolução?  
Desmistificando o conceito por meio de  
jogos educativos

. Parte 1 - Introdução.....	84
. Parte 2 - Roteiro Didático.....	98
Evolução na ponta do bico	
. Parte 3 - Vivência da Atividade.....	109
. Capítulo 4.....	117
Tomada de decisões: como discutir alguns aspectos da conservação da biodiversidade no ensino básico?	
. Parte 1 - Introdução.....	118
. Parte 2 - Roteiro Didático.....	131
Tomada de decisões	
. Parte 3 - Vivência da Atividade.....	139
. Capítulo 5.....	150
E eu com isso? Como trabalhar conceitos ecológicos a partir de situações do cotidiano do aluno	
. Parte 1 - Introdução.....	151
. Parte 2 - Roteiro Didático.....	181
Ecologia do dia a dia	
. Parte 3 - Vivência da Atividade.....	198
. Anexos.....	205
. Anexo 1.....	206
. Anexo 2.....	207

. Anexo 3.....	208
. Anexo 4.....	209
. Anexo 5.....	210
. Anexo 6.....	212
. Apoio e Patrocinadores.....	213

# Prefácio

PROF. DR. MARCELO MOTOKANE<sup>1,2</sup>

---

Inicialmente quero deixar expresso meus agradecimentos pelo convite de fazer o prefácio desse livro. Fico muito honrado com essa tarefa, pois prefacio um produto do mais alto nível acadêmico e com as propostas que mais dialogam com o “além muros” dos cursos de pós-graduação.

A **universidade** tem recebido várias críticas sobre seu **distanciamento** dos interesses da **sociedade**. Em alguns momentos da nossa história recente, dirigentes criticam a aplicabilidade de **conhecimentos científicos** de base esquecendo a importância dos mesmos para o **crescimento** de um país. A população, de um modo geral, não tem possibilidades e ter acesso às mais **novas pesquisas** produzidas no meio acadêmico. Porém, produções como essa podem levar um conhecimento inédito ou de ponta para o lugar

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP  
<sup>2</sup> Laboratório de Ensino de Biologia – USP Ribeirão Preto

mais democrático de acesso ao saber científico: a escola.

A escola é a única instituição de grande acesso à população que ensina **ciências naturais**. Quando discentes do curso de pós-graduação em **Biologia Comparada** decidem fazer um material didático para professoras e professores de Ciências e Biologia, nos deparamos com a possibilidade de levarmos para a sala de aula os temas, assuntos e conceitos mais recentes da produção acadêmica. Esse material propicia a “**luz no fim do túnel**” para o ostracismo acadêmico. Ele parte de um curso de extensão para professoras e professores e oferece um produto que pode ser adaptado às diferentes realidades escolares. Mais ainda, o material propõe metodologias **participativas**, buscando o engajamento de **estudantes** durante as aulas.

A ampliação do repertório das professoras e professores de Ciências e Biologia é de grande importância para que as/os estudantes percebam como



a ciência é **dinâmica**, tem preocupação com a sociedade e pode ser uma possibilidade de profissão para os jovens desse país.

Por fim, parabenizo a iniciativa e desejo que este material tenha ampla divulgação e aplicação nas escolas de todo país.

# Do organizador

MSC. LUCAS RIBEIRO MARIOTTO <sup>1,2</sup>

---

A **extensão** é um dos três alicerces que conferem o status de Universidade para as instituições acadêmicas [1]. A Universidade é encarregada de gerar conhecimento científico através da pesquisa, replicá-lo através do ensino e transmiti-lo para a sociedade através da extensão [2]. Contudo, ela falseia quando se distancia da sociedade sem trabalhar as atividades de extensão, dando ênfase somente no ensino e pesquisa, com formação de profissionais e pesquisadores [3] [4]. A **extensão universitária** não tem por objetivo apenas disseminar o conhecimento científico para a sociedade uma vez que, ao incentivar atividades de extensão, estará contribuindo também para a formação do jovem universitário, incentivando uma nova consciência social [3].

Ainda, ocorre um distanciamento mútuo e não intencional entre os professores do ensino básico (fundamental e médio) e as Universidades. Depois de formados na graduação ou pós-graduação, faltam oportunidades de se atualizarem sobre os novos conhecimentos que são desenvolvidos dentro da Universidade e de elaborarem práticas que venham aperfeiçoar o ensino e a aprendizagem nas escolas. Essa realidade se confirma ao utilizarmos como exemplo os professores da rede pública de ensino de Ribeirão Preto, município do estado de São Paulo. Faz em média 15 anos que os professores se formaram no curso de graduação, e somente 48% realizaram alguma pós-graduação, das quais 34% foram especializações. Em média, eles são professores em mais de uma escola, atuam tanto no ensino fundamental quanto no médio (53% dos entrevistados) e têm uma carga de trabalho acima de 30 horas semanais (média de 34 horas) \*. Portanto, além de uma grande carga de aulas por semana, os

\*Informações obtidas a partir de entrevista realizada com os professores que participaram do I Workshop de Extensão em Biologia Comparada

professores precisam lidar com turmas em diferentes idades e escolas, o que torna o desenvolvimento de atividades em sala de aula um desafio **didático** e **pedagógico**.

Hoje em dia, existem uma série de obstáculos no ensino das **ciências naturais**, sendo estes: diferentes contextos sociais e culturais, inclusão de novas tecnologias e uma mídia mais acessível, depreciação do sistema escolar, inconstância das políticas públicas relacionadas à educação, e a demanda por temáticas interdisciplinares ou transversais para formação do aluno como cidadão. Para transpor esses obstáculos, são necessárias abordagens diferenciadas, que neste contexto, necessitam de um foco no desenvolvimento de **conteúdos conceituais**, diante de conteúdos procedimentais e atitudinais [5].

Nesse sentido, existe um processo de transposição didática externa e interna, na qual o conhecimento científico produzido na Universidade chegará aos alunos nas escolas [6] por meio de

**conceitos.** A extensão universitária atua justamente na **transposição didática externa**, onde realizará esta ponte entre a **Universidade e a Sociedade**.

Algo quase exclusivo do curso de pós-graduação em Biologia Comparada da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto é que, além de desenvolver linhas de pesquisa diversificadas com diferentes modelos de organismos, há entre as linhas de pesquisa, uma dedicada à filosofia e ao ensino de ciências. Desta forma é coerente, senão um dever, os alunos e professores do curso de Biologia Comparada exercerem atividades de extensão no âmbito educacional, transmitindo o conhecimento gerado pelas diferentes linhas de pesquisa para a sociedade, no caso deste livro, professores do ensino básico.

Desta forma, aproveitando o **Encontro de Biologia Comparada**, evento bienal organizado pelos alunos de pós-graduação do curso de Biologia Comparada, sentiu-se a necessidade de criar o **I Workshop de Extensão em Biologia Comparada**. O

objetivo desse workshop é promover aos professores do ensino básico a **revisão** de alguns temas considerados importantes, mas defasados ou pouco explorados no currículo didático das escolas, como: Evolução, Sistemática e Taxonomia, Extinções, Biogeografia e Ecologia.

Para isto, abriu-se a oportunidade aos alunos do Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada de inscreverem propostas que envolvessem estes cinco temas. A comissão de organização do I Workshop de Extensão em Biologia Comparada selecionou cinco propostas: “**Sistemática filogenética e o moderno sistema de classificação biológica: panorama histórico e aplicabilidade na educação básica**”, “**Os grandes eventos de extinção na história biológica da Terra**”, “**Afinal, o que é Evolução? Desmitificando o conceito por meio de jogos educativos**”, “**Take action: como discutir alguns aspectos da conservação da biodiversidade no ensino básico?**” e “**E eu com isso? Como trabalhar conceitos ecológicos a partir de situações do cotidiano do**

aluno”. Infelizmente, o tema biogeografia não foi contemplado com nenhuma proposta.

O I Workshop de Extensão em Biologia Comparada foi desenvolvido durante um dos dias do VII Encontro de Biologia Comparada. Durante, os proponentes de cada proposta realizaram uma breve explicação **teórica** sobre o tema no período matutino, e posteriormente, a **prática didática** foi executada com os professores no período vespertino. Os professores puderam também avaliar cada workshop que participaram. Oferecer esse cunho **recíproco** para o workshop foi um aspecto interessante, de forma a proporcionar aos pós-graduandos um aprendizado com a experiência dos professores. Foi possível aprender com a vivência em sala de aula dos professores e nos aproximar, os alunos da pós-graduação, da realidade em **sala de aula**, o que permite que essas práticas sejam cada vez mais aperfeiçoadas.

Este livro foi concebido em cinco capítulos, um para cada tema, sendo que cada capítulo foi dividido em três partes. A primeira parte traz uma contextualização teórica e uma justificativa da problemática abordada por este tema. Presumiu-se que seria importante oferecer um material que permitisse ao professor não apenas obter o embasamento **teórico**, mas ter uma lista compilada de referências para que realize sua consulta, para elaboração da aula. A segunda parte consiste na **proposta prática** a ser realizada na sala de aula. Nesse capítulo, os autores descrevem detalhadamente as atividades, seguindo uma **sequência didática**, desde a contextualização até a atividade avaliativa. E finalmente, a terceira parte é o diferencial deste livro, o resultado da aplicação desta prática com os participantes do workshop. Por mais que nem todas as práticas sejam totalmente novas, sendo que algumas, adaptações de práticas já existentes, o fato de compilar diversas práticas em um único material e conseguir suceder um parecer sobre o desenvolvimento desta atividade em sala de aula, faz



deste material único e **inovador**. Portanto, a terceira parte de cada capítulo desse livro consiste dessa avaliação crítica, resultado dessa **interação** entre proponentes e participantes do workshop.

Finalmente, este livro vem ao encontro da discussão da nova proposta curricular do ensino básico elaborado pelo MEC (Ministério da Educação) [7]. Nesta proposta, a **Base Nacional Comum Curricular**, observa-se a inclusão e destaque para o **ensino da evolução**, vinculada com as relações de **parentesco** entre os seres vivos e na **diversificação** da vida em uma escala geológica. Além disso, percebe-se uma ênfase no âmbito da **educação ambiental**. Ensinar aos alunos que fazemos parte deste planeta e que somos responsáveis pelas atitudes que geram o desenvolvimento da nossa sociedade contemporânea, promove uma nova consciência sobre tomada de decisões e as consequências delas para o **meio ambiente** e a **biodiversidade**.

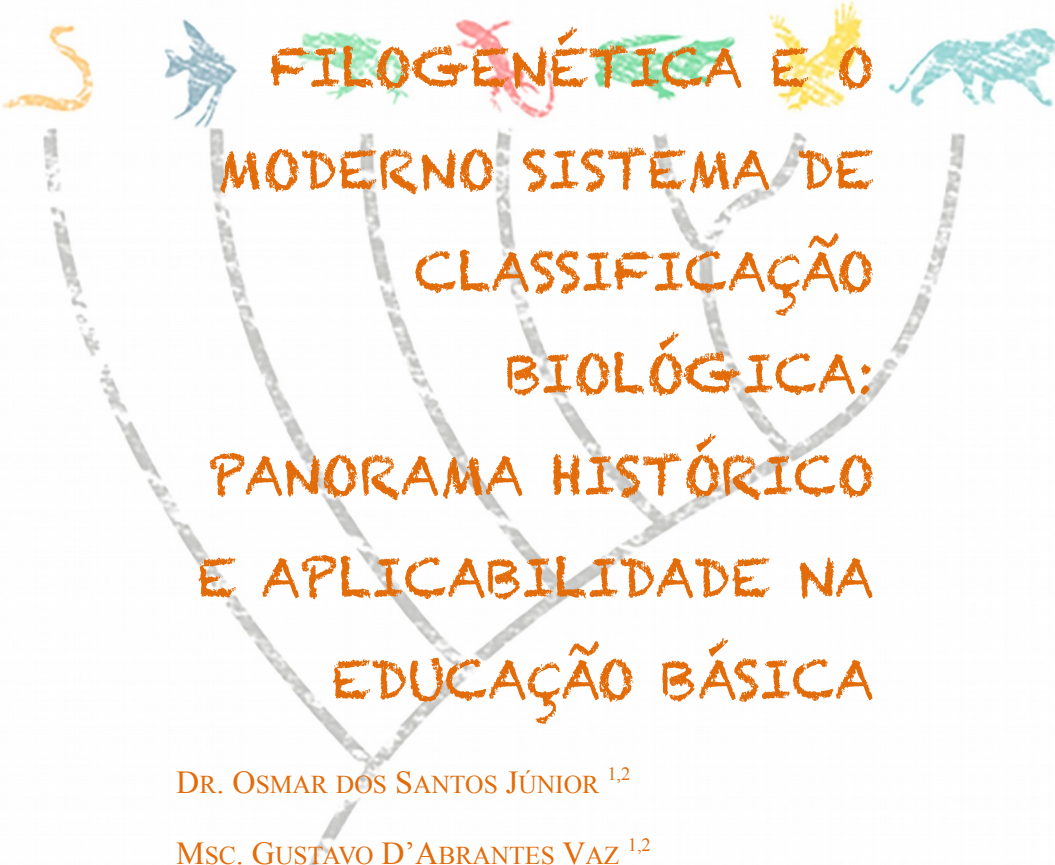
Portanto, elaborar um **livro didático** atualizado, gratuito e de fácil acesso para qualquer profissional da educação no país, e oferecer um momento de discussão desse material, foram as principais metas deste livro e do I Workshop de Extensão em Biologia Comparada.

## REFERÊNCIAS

- [1] Do Amor, D.; Anne, E. et al. 2013. A extensão universitária quebrando barreiras. *Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT*, 1(2): 135-140.
- [2] Corrêa, E. J. 2003. Extensão universitária, política institucional e inclusão social. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 1(1): 12-15.
- [3] Severino, A. J. 2002. Educação e universidade: conhecimento e construção da cidadania. *Interface Comunicação, Saúde, Educação*, 6(10): 117-24.
- [4] Moita, F. M. G. S. C.; Andrade, F. C. B. de. 2009. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. *Revista Brasileira de Educação*, 14(41): 269-393.
- [5] Caldeira, A. M. de A.; Bastos, F. I. 2009. A Didática como área de conhecimento. In: *Introdução à didática da biologia* - Ana

Maria de Andrade Caldeira, Elaine Sandra Nicolini Nabuco de Araújo (orgs). 1ª Edição. Escrituras Editora, São Paulo, p. 13-33.

- [6] Carvalho, G. S. de. 2009. A transposição didática e o ensino da biologia. In: *Introdução à didática da biologia* - Ana Maria de Andrade Caldeira, Elaine Sandra Nicolini Nabuco de Araújo (orgs). 1ª Edição. Escrituras Editora, São Paulo, p. 34-57.
- [7] Ministério da Educação 2015. Base Nacional Comum Curricular. MEC – Ministério da Educação, Brasil. Disponível em: [basenacionalcomum.mec.gov.br/](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/). Acesso: 26 de novembro de 2015.



SISTEMÁTICA  
FILOGENÉTICA E O  
MODERNO SISTEMA DE  
CLASSIFICAÇÃO  
BIOLÓGICA:  
PANORAMA HISTÓRICO  
E APLICABILIDADE NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA

DR. OSMAR DOS SANTOS JÚNIOR <sup>1,2</sup>

MSc. GUSTAVO D'ABRANTES VAZ <sup>1,2</sup>

MSc. DAHYES FELIX REGASSO <sup>1,2</sup>

## INTRODUÇÃO

---

A classificação biológica diz respeito à descrição e à distinção das espécies viventes e fósseis em níveis hierárquicos, facilitando o estudo dos diferentes organismos. A descrição das espécies é a tarefa mais importante dos taxonomistas, sendo a organização de toda a diversidade biológica em grupos distintos, realizada a partir de parâmetros arbitrariamente estabelecidos ao longo do tempo. Nesse caso, conforme nova informação é descoberta, novos parâmetros são utilizados para a classificação dos organismos.

Na atualidade, os processos evolutivos estão fortemente relacionados com a classificação dos seres vivos, sendo a utilização de reconstruções filogenéticas o método mais aceito para a construção de classificações. Assim, os sistemas que procuram compreender as relações de parentesco evolutivo entre os diferentes grupos de seres vivos são considerados

**naturais**; em oposição aos sistemas de classificação que não procuram compreender essas relações, sendo chamados de **artificiais**.

Historicamente, antes de 1858, quando dois pesquisadores ingleses, Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913), divulgaram suas ideias sobre evolução por seleção natural, aceitas até hoje, a classificação era limitada a meras descrições e catálogos de espécies. Na antiguidade, os naturalistas estavam mais interessados nas questões práticas, como a organização alfabética e a identificação correta dos seres vivos que são úteis ao homem (por exemplo, plantas que são utilizadas como fonte de alimentos, remédios e óleos); além da necessidade de desvendar a obra do Criador, revelada pela natureza.

Um grande marco na classificação dos seres vivos foi estabelecido a partir dos trabalhos do botânico, zoólogo e médico sueco Carolus Linnaeus

(1707-1778) – “Lineu” em português –, cuja obra mais famosa foi o *Systema Naturae* (Sistema Natural), publicada pela primeira vez em 1735, tendo várias edições posteriores, sendo a décima edição composta por dois volumes: o primeiro publicado em 1758 e o segundo em 1759. Nesta obra, Lineu desenvolveu o sistema binomial e um sistema artificial de classificação dos seres vivos a partir de hierarquias taxonômicas (reino, classe, ordem, gênero e espécie), que, apesar de não considerar as relações de parentesco evolutivo entre os diferentes seres vivos, é empregado, com modificações, até os dias de hoje. Desse modo, seu método de classificação era a divisão lógica que consistia na separação dos organismos a partir de poucas características comparáveis, em detrimento da sua história evolutiva.

Lineu, como quase todos os naturalistas de sua época, acreditava que os organismos eram criados por uma divindade com sua forma definitiva e que o



número dos diferentes tipos de organismos era constante desde a criação do mundo. Esse tipo de ideia sobre a classificação aplica uma **visão tipológica/essencialista** de origem aristotélica, pois é baseada em uma essência imutável de cada grupo taxonômico. Nesse contexto, as semelhanças entre as espécies teriam sua origem em essências compartilhadas, atemporais e, conseqüentemente, fixas.

Após a publicação em 1859 do mais importante livro da história da Biologia: **Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural**, de Charles Darwin, surge a ideia de ancestralidade comum, que se torna um paradigma para as classificações. Esta proposta que remete o **critério histórico-evolutivo** difere do outro sistema de classificação porque agrupa as espécies através de características homólogas que, de forma mais fiel,

conseguem representar o processo histórico-evolutivo, ou seja, as relações de parentesco entre as espécies.

Desde então, as semelhanças morfológicas e estruturais passaram a ser complementadas com informações sobre as relações de parentesco evolutivo entre os grupos e a se construir **filogenias** ou **filogênese** dos diferentes grupos de seres vivos. Entretanto, um dos primeiros trabalhos de filogenia que se tem notícia foi a “árvore da vida” (1866) do naturalista alemão Ernst Haeckel (1834-1919), grande defensor das ideias darwinianas, além de autor do termo filogenia, entre outros usados na Biologia.

Da primeira filogenia produzida por Haeckel até meados do século XX, muitas das propostas filogenéticas produzidas eram construídas por uma autoridade em um dado grupo taxonômico, sem a utilização de um método explícito. Assim, em resposta a falta de objetividade e rigor nos estudos

filogenéticos, as escolas de classificação fenética (taxonomia numérica), evolutiva (taxonomia evolutiva) e a sistemática filogenética (cladística) buscaram trazer métodos explícitos para o campo da sistemática.

## Noções básicas de sistemática filogenética

As duas principais escolas de classificação que se baseiam em princípios evolutivos são a **sistemática evolutiva** (tradicional) e a **sistemática filogenética** ou **cladística**, que ganhou preferência dos pesquisadores a partir de 1966, com a divulgação dos trabalhos do entomólogo alemão Willi Hennig (1913-1976).

A escola evolutiva prediz que as classificações devam ser filogenéticas até certo ponto, não havendo um método adequado para testar

hipóteses. Entretanto, a escola filogenética desenvolveu um método objetivo e replicável que considera um grande número de caracteres (anatômicos, fisiológicos, comportamentais, moleculares) que reflete, com a menor subjetividade possível, as relações evolutivas entre os diferentes grupos de seres vivos.

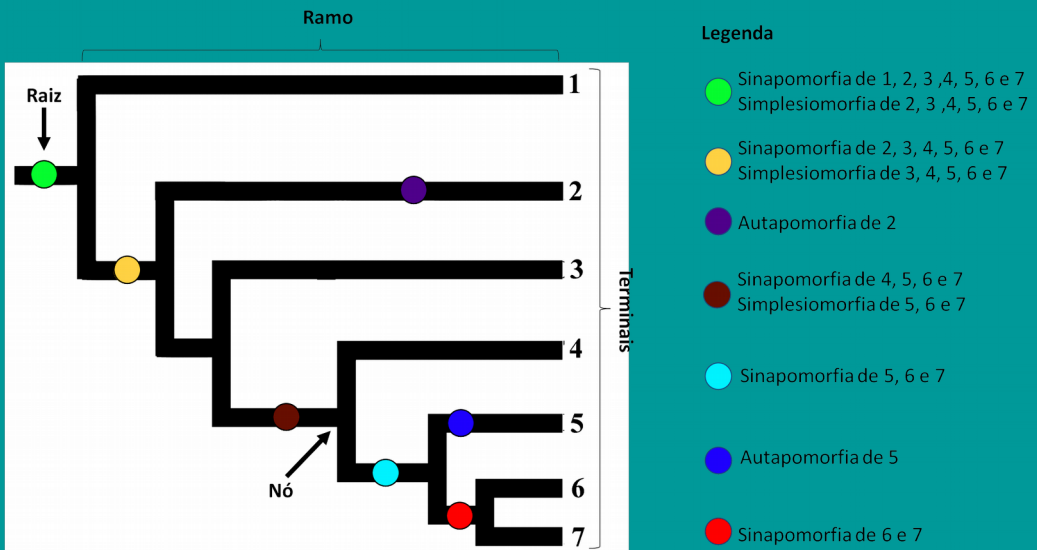
Na sistemática evolutiva, por exemplo, o grupo dos peixes é aceito como um agrupamento taxonômico válido (Classe Peixes), porém não é aceito pela cladística, sendo visto como termo coletivo, sem valor taxonômico. O método da sistemática filogenética utiliza o fator ancestral-descendente estabelecendo, desse modo, relações estritamente genealógicas (verticais) entre as espécies. Assim sendo, os “peixes” não têm origem a partir de um único grupo ancestral comum e exclusivo e, portanto, não formam um grupo natural e válido.

Nas reconstruções evolutivas, a partir da análise do maior número de características, o método analítico filogenético permite a diferenciação dos **caracteres homólogos**, ou seja, as características que refletem ancestralidade comum e, portanto, devem ser usadas nos sistemas de classificação pelo desenvolvimento do conceito de **homologia** na época de Darwin. Este conhecimento passou a relacionar as observações provenientes da anatomia comparada com o pensamento evolutivo que começava a se desenvolver no final do século XIX. Desse modo, as semelhanças estruturais entre os membros anteriores de diferentes animais vertebrados, como a nadadeira de uma baleia e a mão de um ser humano, por exemplo, puderam indicar que ambas deveriam ser derivadas de uma estrutura única presente no ancestral comum de todos esses animais. No entanto, nas décadas de 1950 e 1960, o método filogenético proposto por Hennig permitiu lidar com todos os caracteres morfológicos gerados pelos sistematas de

uma só vez e, desta maneira, determinar quais seriam homólogos.

Na sistemática filogenética, considera-se que um determinado caráter presente no ancestral comum e exclusivo de todos os seus herdeiros, poderá apresentar-se com modificação ou variação nos descendentes. Entretanto, essa nova variação ou estado do caráter (**novidade evolutiva**) é considerado uma **condição derivada**, ou seja, uma **apomorfia**. Assim, uma apomorfia pode ser exclusiva de um grupo (**autapomorfia**) ou compartilhada por dois ou mais grupos (**sinapomorfia**). A condição derivada tem o potencial para definir um novo grupo. No entanto, há casos em que o caráter herdado do ancestral não apresenta modificação na descendência, falando-se em estado **plesiomórfico**, e não servindo para definir um novo grupo. Ainda, quando o estado plesiomórfico é compartilhado por dois ou mais

agrupamentos é chamado **simplesiomórfico** (Figura 1).



**Figura 1.** Representação de um cladograma hipotético com os termos empregados para identificar suas partes. A legenda remete aos caracteres hipotetizados no cladograma, e seu significado filogenético.

Os caracteres semelhantes que surgem em linhagens não aparentadas são chamados de **análogos**,

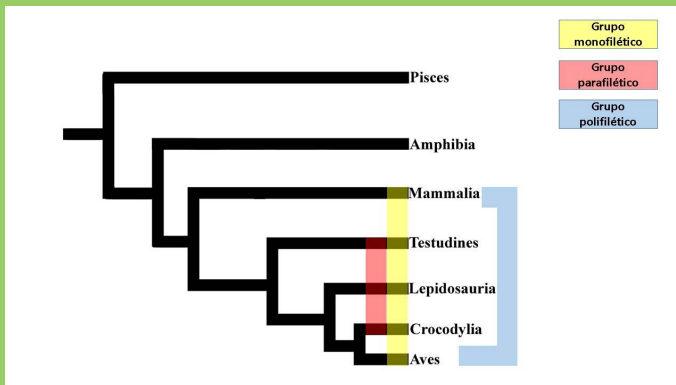
e são interpretados na filogenética como **homoplasias**. As homoplasias são semelhanças estruturais decorrentes de paralelismo, convergência evolutiva ou reversão, e não de ancestralidade comum. Um caso de homoplasia seria a presença de asas em organismos não aparentados (pterossauros, insetos, aves e morcegos, por exemplo), tratando-se de convergência evolutiva, ou seja, a partir de estados plesiomórficos distintos surgem estados apomórficos em organismos diferentes.

Na filogenética, os caracteres de interesse são os apomórficos (derivados de um estado ancestral), sendo que os grupos reunidos por novidades evolutivas são chamados de **monofiléticos**, e são considerados naturais no paradigma estabelecido por Hennig.

Desse modo, os grupos monofiléticos são representados por um ancestral único e exclusivo e



todos os seus descendentes. No entanto, agrupamentos que excluem uma das linhagens descendentes são chamados **parafiléticos**, e no caso de excluir mais de uma das linhagens descendentes formam-se os grupos **polifiléticos** (Figura 2).

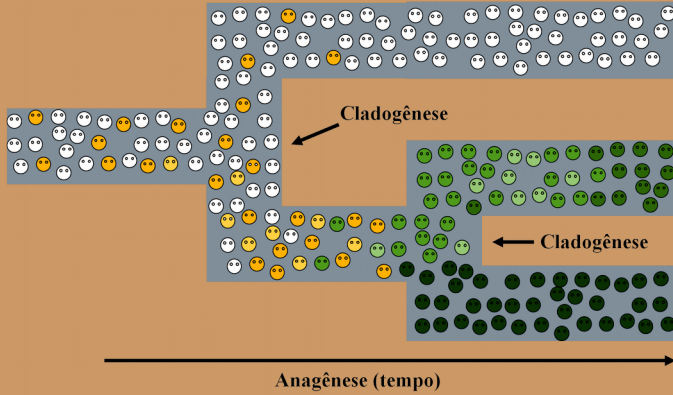


**Figura 2.** Árvore enraizada dos tetrápodes vivos. Os amniotas, um grupo monofilético, são definidos, em parte, pela novidade evolutiva, âmnio; Os répteis, um grupo parafilético, são definidos, em parte, pelo caráter plesiomórfico, pele escamosa; Os tetrápodes alados vivos, um grupo polifilético, são caracterizados pela combinação de uma característica plesiomórfica (quatro membros) e de uma característica homoplástica (convergente), as asas (Adaptado de Stearns & Hoekstra, 2003).

Em termos filogenéticos, a explicação mais simples de relação de parentesco entre seres vivos é aquela que assume o menor número de **passos evolutivos**, ou seja, o menor número de mudanças no estado dos caracteres. Desse modo, é aplicado o **princípio da parcimônia**, que sugere o surgimento único na evolução de um grupo de uma determinada característica derivada. No entanto, através de programas computacionais, ou, em alguns casos, manualmente, pode-se calcular qual árvore possui o menor número de passos. Assim, a característica derivada deve ser apontada no diagrama filogenético (**dendrograma**) uma única vez (**Figura 1**).

Os dendrogramas do tipo **cladograma** são representações esquemáticas, por meio de diagramas ramificados, que contam a história evolutiva dos grupos de seres vivos. Nesse caso, os comprimentos relativos dos ramos não representam unidades de tempo. Assim, entende-se que a evolução dos seres

vivos ocorra basicamente por eventos de **cladogênese** e **anagênese**. Nesse contexto, os processos responsáveis pela ruptura na coesão inicial de uma população natural, impedindo o fluxo gênico (uma barreira geográfica, por exemplo), separando uma população inicial (ancestral) em duas ou mais (descendentes), caracterizam os **eventos cladogenéticos**. Já os processos evolutivos (mutação, deriva genética, seleção natural, por exemplo) pelos quais uma novidade evolutiva surge, modifica-se e acaba fixando-se numa população natural ao longo do tempo, evidenciam as características próprias que surgiram nas populações separadas que não se comunicam mais, caracterizam os **eventos anagenéticos** (Figura 3).



**Figura 3.** Representação de formação de espécies por eventos cladogenéticos e anagenéticos.

De acordo com o cladograma hipotetizado na Figura 1, nota-se que os *terminais* representam as entidades de estudo (espécies, gêneros, famílias, entre outros níveis hierárquicos) e são colocados no ápice dos ramos. As linhas que saem dos terminais representam os *ramos*, sendo os pontos de onde partem os ramos, os *nós*. Os nós representam ancestrais hipotéticos, ou seja, não representam

fósseis; os nós também simbolizam pontos de provável ocorrência de eventos **cladogenéticos** e, conseqüentemente, a atuação de eventos **anagenéticos** ao longo do tempo em populações descendentes separadas. Ainda, a base de onde partem os ramos é chamada **raiz**, que é uma representação hipotética da mais antiga linhagem do grupo.

Nos cladogramas hipotetizados (**Figuras 1, 2 e 3**), a seqüência hierárquica dos ramos demonstra a seqüência de subdivisões de linhagens observadas ao longo do tempo. Desse modo, os grupos que partem de um mesmo nó são tratados como **grupos-irmãos**, e, em termos evolutivos, são mais proximamente relacionados entre si do que com grupos que partem de outro nó.

Na construção de um cladograma que se pretende expressar as relações filogenéticas dentre diferentes terminais, deve-se analisar

comparativamente os caracteres homólogos presentes no grupo de estudo (**grupo interno**), e como esses caracteres variam comparando-se com o **grupo externo**. Desse modo, é possível definir homologias e comparar os estados de cada caráter para definir as apomorfias (novidades evolutivas). Entretanto, o grupo externo trata-se de uma ou várias linhagens que não fazem parte das linhagens de interesse (grupo interno), mas geralmente são grupos aparentados das linhagens internas. Na construção das **árvores enraizadas** é imprescindível definir o posicionamento da raiz com base na determinação de pelo menos um grupo externo, próximo evolutivamente das linhagens internas e que tenha surgido antes na história evolutiva (**Figura 2**).

Enfim, as análises filogenéticas são bastante complexas e envolvem grande número de caracteres (dados morfológicos e moleculares, principalmente), e apesar dos avanços nessa área da Biologia, ainda

existem dúvidas na compreensão das relações filogenéticas entre vários grupos de seres vivos. Assim, a classificação dos seres vivos tem estado em constante revisão e ainda há muito a se descobrir sobre as relações evolutivas entre as diferentes espécies.

## Classificação biológica na educação básica

Na educação básica atual, o estudo da diversidade biológica e, conseqüentemente sua classificação, continua baseando-se principalmente no “Sistema de Cinco Reinos”. Esse sistema foi proposto inicialmente por Robert H. Whittaker (1959) e modificado posteriormente por Margulis & Schwartz (1982).

O sistema de cinco reinos baseia-se na classificação de hierarquias lineares [1]. Desta forma,

considera o **tipo celular** dos diferentes seres vivos e mantém todas as formas unicelulares de organização estrutural procariótica no Reino Monera; em contrapartida, as formas eucarióticas estão alocadas em outros quatro reinos (Protista, Plantae, Fungi e Animalia), com base na condição unicelular, multicelular ou multinucleado. Dentre os multicelulares ou multinucleados, considera-se o **tipo de nutrição** (fotossíntese, absorção ou ingestão) e a **posição na cadeia alimentar** para o estabelecimento de linhas evolutivas distintas [2].

Assim, este sistema de classificação tem como princípio básico uma visão tipológica e essencialista de origem aristotélica, e prega com grande ênfase o conhecimento das características dos grupos taxonômicos, em detrimento da sua história evolutiva [1] [3]. Desse modo, a alternativa plausível é a utilização do “**Sistema de Domínios**”, categoria superior a de Reinos, proposto formalmente por Carl



Woese e colaboradores em 1990, que propõem uma **árvore filogenética universal**.

Desta forma, através de comparações moleculares, como a análise do RNA ribossômico, as formas procarióticas foram arranjadas em dois domínios distintos (Domínio Archaea e o Domínio Bacteria); já os eucariontes estão reunidos em um único domínio, chamado de Domínio Eucarya. Segundo essa proposta, os procariontes são muito diferentes entre si, sendo as arqueas filogeneticamente relacionadas aos eucariontes [4]. Entretanto, mais recentemente está sendo discutida a possível origem e a alocação dos eucariontes no grupo das arqueas e, desse modo, teríamos somente dois domínios primários da vida: Bacteria e Archaea [5].

Não obstante, nas propostas mais recentes, o Reino Monera deixa de existir, sendo tratado como um termo coletivo para procariontes, e dentro do

diversificado grupo dos eucariontes, o Reino Protista também deixa de existir, sendo tratado como um termo coletivo para todos os eucariontes unicelulares, inclusive as algas multicelulares. Entretanto, os reinos Fungi, Plantae e Animalia são válidos, mas com problemas taxonômicos e sistemáticos a serem resolvidos. Ainda, nestas propostas, os vírus são tratados como formas particulares de vida, que, provavelmente, derivaram de seres celulares, portanto, mais recentes na árvore da vida, ou foram efetivamente as primeiras formas de vida na Terra.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de repensar as abordagens pedagógicas utilizadas na educação básica para explicar a diversidade biológica para os estudantes. Assim, é pertinente a aplicação de atividades, sequências didáticas que envolvam a história evolutiva dos organismos e a elaboração de planos de aula que garantam motivação e contribuam por aumentar a compreensão dos conceitos evolutivos

existentes no ato de classificar os organismos [6] [7]. Desse modo, essas atividades colocam os estudantes em contato constante com o pensamento evolutivo, levando-os a questionar sobre os mecanismos utilizados pela ciência para explicar a diversidade biológica, enfatizando o critério histórico-evolutivo.

Em síntese, a atividade teórico-prática a seguir permite a distinção entre o sistema de classificação tradicional adotado nas escolas e o sistema de classificação moderno, que enfatiza a abordagem evolutiva, ou seja, as relações de parentesco entre os seres vivos.

## REFERÊNCIAS CITADAS

- [1] Roma, V. N. & Motokane, M. T. 2007. Classificação Biológica nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, Florianópolis – SC. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências*, Belo Horizonte: ABRAPEC.
- [2] Whittaker, R. H. 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms: Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. *Science*, 163 (3863): 150-160.
- [3] Amorim, D. S. 2008. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, 36: 125-150.

- [4] Woese, C. R.; Kandler, O. & Wheelis, M. L. 1990. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proceeds of National Academic of Science*, 87: 4576-4579.
- [5] Williams, T. A.; Foster, P. G.; Cox, C. J. & Embley, T. M. 2013. An archaeal origin of eukaryotes supports only two primary domains of life. *Nature*, 504: 231-236.
- [6] Santos, C. M. D. & Calor, A. R. 2008. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, 48(18): 199-211.
- [7] Costa, L. O. & Waizbort, R. F. 2013. Concepções de alunos do ensino médio sobre o tema Classificação Biológica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(3): 667-680.

## Referências consultadas

- Amorim, D. S. 2002. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. 1ª. Edição, Holos Editora, Ribeirão Preto, 154p.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetics Systematics*. Urbana, University of Illinois Press, 263p.
- Lopes, S. & Rosso, S. 2010. *Bio (volume 3)*. 1ª. Edição, Saraiva Editora, São Paulo, 480p.
- Ridley, M. 2006. *Evolução*. 3ª. Edição, Artmed Editora, Porto Alegre, 752p.
- Stearns, S. C. & Hoekstra, R. F. 2003. *Evolução: uma introdução*. Atheneu Editora, São Paulo. 379p.

## Referências recomendadas

- Baldauf, S. L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal of Systematic and Evolution*, 46(3): 263-273.
- Ku, C.; Nelson-Sathi, S.; Roettger, M.; Sousa, F. L.; Lockhart, P. J.; Bryant, D.; Hazkani-Covo, E.;

- McInerney, J. O.; Landan, G. & Martin, W. F. 2015. Endosymbiotic origin and differential loss of eukaryotic genes. *Nature*, 524: 427-432.
- Nasir, A. & Caetano-Anollés, G. 2015. A phylogenomic data-driven exploration of viral origins and evolution. *Science Advances*, 1, 1-25.
- Ruggiero, M. A.; Gordon, D. P.; Orrell, T. M.; Bailly, N.; Bourgoin, T.; Brusca, R. C.; Cavalier-Smith, T.; Guiry, M. D. & Kirk, P. M. 2015. A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE*, 10(4): 1-60.

## ROTEIRO DIDÁTICO: Entendendo as relações de parentesco entre os seres vivos

---

### Justificativa e objetivo da prática

Nos dias de hoje, o material didático (por exemplo, livros didáticos, apostilas, etc) e as aulas de Biologia do ensino médio da educação básica, ainda tendem a tratar os seres vivos como formas constantes e totalmente descontínuas, o que não corrobora com a abordagem evolutiva amplamente aceita na atualidade.

A atividade prática em questão justifica-se pela necessidade de demonstrar o método de classificação filogenético, cujo principal papel é organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica, priorizando o processo histórico-evolutivo e permitindo o



entendimento das relações de parentesco entre os grupos de seres vivos.

Desse modo, espera-se que os alunos tenham uma melhor compreensão acerca do padrão evolutivo de como os seres vivos conectam-se ao longo de sua história; além de permitir a familiarização com os principais conceitos e termos utilizados no contexto da Sistemática Filogenética na educação básica.

### Duração da prática

Essa atividade terá duração de 100 minutos, que corresponde o tempo de uma aula dupla.

### Etapas de realização

A atividade poderá ser realizada em pequenos grupos ou individualmente. Para a realização da mesma serão necessários os seguintes materiais: folhas de sulfite, caderno, lápis e borracha.

Em um primeiro momento será feita a distribuição dos “organismos hipotéticos” impressos (**Anexo I**), e será pedido que os alunos realizem o agrupamento desses organismos, utilizando parâmetros por eles estabelecidos, nomeando os agrupamentos formados. Tempo: 15 minutos.

Em um segundo momento serão utilizados os mesmos organismos hipotéticos (**táxons 1-7**) para o levantamento de caracteres morfológicos comparáveis e a elaboração de uma matriz (**Anexos II e III**). O professor deverá indicar o grupo externo (nesse caso, o táxon “7”), ou seja, o grupo que possui a condição ancestral dos caracteres em questão, sendo codificados (“anotados”) na matriz como estado de caráter zero (0). Caracteres distintos do estado ancestral (“**novidade evolutiva**”) encontrados nos demais táxons, quando comparados ao grupo externo, serão codificados com o estado de caráter um (1) ou dois (2), no caso de haver variação. Tempo: 30 minutos.

Em um terceiro momento serão utilizados os caracteres morfológicos levantados para a elaboração de um cladograma que demonstre as relações de parentesco evolutivo do grupo hipotético apresentado.

Enfim, será possível discutir as diferenças entre o sistema de classificação tradicional (**catalográfico**) no primeiro momento da atividade, diferenciando as classificações por similaridade, da classificação baseada em novidades evolutivas (**método filogenético**).

## **Proposta de avaliação**

Inserção de um novo organismo hipotético (“táxon 8”) na matriz e discussão dos possíveis cladogramas obtidos dentro do escopo do método filogenético (**Anexo I**).

## VIVÊNCIA DA ATIVIDADE

---

Infelizmente, por se tratar de temas difíceis de serem ensinados nas escolas – **Sistemas de Classificação Biológica e Sistemática Filogenética** –, apenas oito participantes do evento interessaram-se pela realização da atividade prática proposta, sendo somente dois professores, e o restante, seis alunos de graduação de cursos de Biologia. A atividade prática proposta foi entendida de forma satisfatória pelos alunos de graduação, entretanto, os dois professores que lecionam no ensino fundamental e médio da rede pública se mostraram divididos acerca da prática. Assim, o professor mais experiente em salas de aula argumentou não ser possível aplicar a prática devido à “**capacidade intelectual**” dos alunos que chegam ao ensino médio. Ele pontou alguns problemas de **base educacional brasileira**, que não discutiremos aqui, mas apontou, principalmente, a falta de tempo decorrente

de um **cronograma de aulas exaustivo**, que prioriza atividades teóricas, não havendo tempo para atividades um pouco mais detalhadas, como a prática sugerida aqui. Por outro lado, o outro professor que leciona há aproximadamente três anos mostrou-se bastante confiante em abordar a prática com seus alunos por se tratar de uma **atividade inovadora** para um conteúdo abordado na atualidade.

Desse modo, no que tangenciou as discussões que envolveram os participantes da atividade prática, chegou-se a um consenso de que há a necessidade de **atualização dos conteúdos** disponibilizados aos professores, em especial, os conteúdos trazidos nos livros didáticos, uma vez que o sistema atual de ensino acaba por limitar o acesso dos professores a meios variados, principalmente devido às **cargas horárias semanais extensas**. Ainda, concordou-se que a Universidade, como um local de produção de conhecimentos, deva cumprir com um de

seus papéis: a extensão ao conhecimento à sociedade. Dessa forma, surgiu o interesse da criação de datas semanais, quinzenais ou mesmo mensais, em horários alternativos, para que os professores do ensino básico possam assistir aulas ministradas por alunos de pós-graduação sobre diferentes temas correntes em salas de aula. Assim, ocorreria uma preparação de futuros professores e atualização dos já catedráticos por meio da troca de experiências e conteúdo, que, em suma, só seria possível mediante um empenho conjunto de todos os envolvidos. No entanto, um passo foi dado com a publicação deste livro, e, acreditamos que em um futuro recente a interação **Universidade-Sociedade** será ainda maior.

# GRANDES EVENTOS DE EXTINÇÕES NA HISTÓRIA BIOLÓGICA DA TERRA

MSC. MARCOS CÉSAR BISSARO JÚNIOR <sup>1,2</sup>

MSC. GIOVANNE MENDES CIDADE <sup>1,2</sup>

MSC. PAULO RICARDO MENDONÇA LOPES <sup>1,2</sup>

THIAGO SCHNEIDER FACHINI <sup>1,2</sup>

MSC. SÍLVIO YUJI ONARI ALVES <sup>1,2</sup>



## INTRODUÇÃO

---

Pense em um passeio no zoológico ao fim de semana: podemos ver leões, tigres, jacarés, aves, macacos e uma infinidade de animais que couber naquele lugar. Todos os organismos presentes ali, inclusive nós mesmos, somos frutos do **processo evolutivo**, ao longo de um enorme intervalo de tempo [1].

Porém o que vemos dessa biodiversidade é algo momentâneo nesse espaço e tempo que habitamos. A idade estimada da Terra, segundo muitas evidências, é de cerca de 4,5 bilhões de anos, sendo que a primeira ocorrência de vida é datada em 3,5 bilhões de anos [2].

Durante todo esse tempo, os organismos não foram os mesmos, se modificaram, surgiram e desapareceram muitas vezes na história profunda da Terra. Alguns seres desapareceram por completo,



contudo, nos deixaram evidências em formas de **fósseis** para que pudéssemos entendê-los.

A vida ou a morte de um organismo depende de uma série de fatores, especialmente as condições ambientais, que em muitas vezes podem afetar a existência de diversos tipos de espécies. Para determinados eventos que culminaram na mortandade de muitos organismos em determinada escala de tempo, damos o nome de: **grandes eventos de extinções**.

No registro geobiológico da Terra são reconhecidos cinco destes grandes eventos, conhecidos pelos paleontólogos como *Big Five* (**Grandes Cinco**).

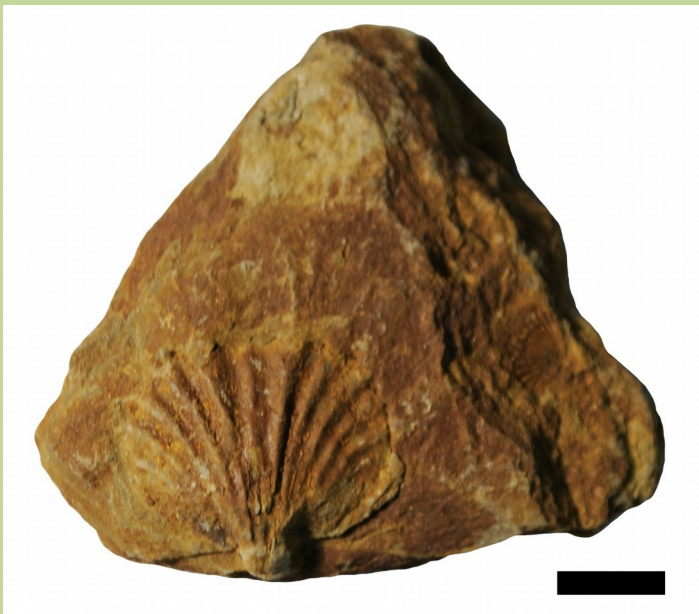
Será ainda abordado neste capítulo um sexto e mais recente (**em termos geológicos**) evento de extinção em massa que, segundo alguns pesquisadores, está diretamente ligado à ação dos seres humanos.

## Extinção Ordoviciano - Siluriano

A primeira grande extinção da história biológica do nosso planeta se deu aproximadamente há 445-446 milhões de anos, entre os períodos **Ordoviciano** e **Siluriano**. Esta extinção, classificada como a segunda maior já ocorrida, **eliminou aproximadamente 85% das espécies marinhas**. Vale lembrar que toda a vida conhecida neste intervalo de tempo, estava restrita aos mares.

Há dois grandes pulsos de extinção entre os períodos Ordoviciano e Siluriano, separados por um intervalo de aproximadamente um milhão de anos, mas ambos ligados diretamente às **mudanças climáticas**. O primeiro pulso (**445,2 milhões de anos**) coincide com um rápido crescimento das calotas polares (**glaciação**) o que teria causado uma diminuição do nível dos mares, além, da diminuição da temperatura da água. Este conjunto de fatores teria afetado diretamente os organismos adaptados à águas mais quentes levando-as à extinção. Braquiópodes

(Figura 1), bivalves, equinodermos, briozoários e corais foram os grupos de organismos mais afetados (aproximadamente dois terços das famílias de braquiópodes e briozoários foram extintas).



**Figura 1.** Braquiópode fóssil da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná). Fóssil depositado na coleção científica do Laboratório de Paleontologia da USP - Ribeirão Preto (SP). Escala da imagem = 1cm.

O segundo e menor pulso coincide com um aumento na temperatura do planeta e consequente **aumento na temperatura das águas marinhas**. Estes fatores causaram a extinção de um grupo de braquiópodes adaptados às condições mais frias (**fauna de Hirnantia**).

## **Extinção Devoniano - Carbonífero**

A extinção do **Devoniano - Carbonífero** se deu a partir de uma série de fatores atuando em conjunto. Essas sucessões de ocorrências culminaram em uma grande extinção em massa, ocorrida em um intervalo de 10 milhões de anos.

Popularmente o **Devoniano** é conhecido como o “**período dos peixes**” (**Figura 2**), e de fato a diversidade de peixes e outros organismos marinhos era muito grande. Contudo, ao mesmo tempo, a vida começava a dar os seus “primeiros passos” no ambiente terrestre, com a expansão das florestas, o surgimento de insetos e anfíbios.

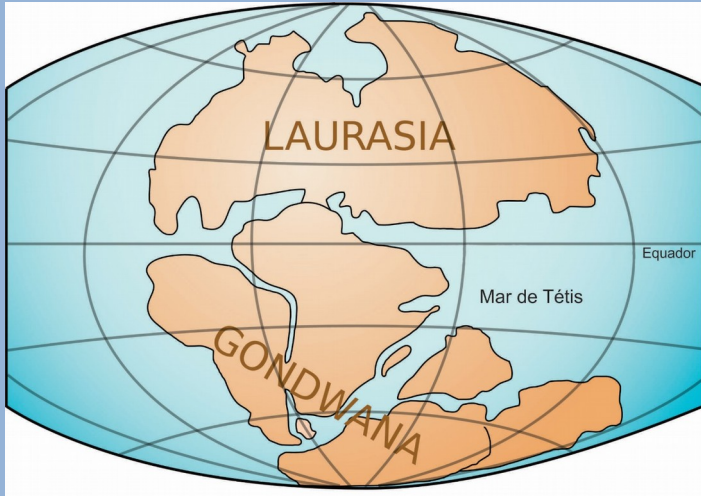


**Figura 2.** Fóssil de peixe da Formação Santana (Cretáceo, Bacia do Araripe) depositado na coleção científica do Laboratório de Paleontologia da USP - Ribeirão Preto (SP). Escala da imagem = 1cm.

As plantas invadiram o ambiente terrestre, produzindo muita matéria orgânica e remodelando a composição geoquímica da Terra, além de contribuir para a diminuição de  $\text{CO}_2$  pelo processo da fotossíntese.

A real explicação para a ocorrência de tal extinção ainda continua sendo muito debatida entre os cientistas, contudo alguns eventos concomitantes se apresentam como principais agentes.

A transição do supercontinente **Gondwana** (**Figura 3**) para o pólo-sul desencadeou um processo de resfriamento global, que aliado ao grande influxo de matéria orgânica dos continentes para os oceanos, acarretou em oscilações térmicas e menor disponibilidade de oxigênio nas águas.



**Figura 3.** Imagem ilustrativa da disposição dos dois grandes supercontinentes (Laurásia e Gondwana) há 200 milhões de anos (Período Triássico). Modificado de: <https://en.wikipedia.org/wiki/Gondwana>

O grande evento de glaciação global ganhou forças com a diminuição do  $\text{CO}_2$  disponível na atmosfera, uma vez que, esse gás auxilia no **efeito estufa** (**conservação de calor terrestre**).

Tais fatores foram limitantes para determinados organismos tanto no ambiente terrestre,

quanto aquático. Estima-se que em torno de 70 a 80% das espécies marinhas, foram extintas nesse evento. Dentre os principais grupos afetados, encontram-se os placodermes, trilobitas, crinoides e cefalópodes.

## Extinção Permiano - Triássico (Permo - Triássica ou PT)

A extinção **Permo - Triássica (PT)**, ocorrida há aproximadamente 251 milhões de anos, é o maior evento de extinção conhecido na história da vida na Terra. Estima-se para este evento um intervalo de aproximadamente 600.000 anos.

As causas desta extinção têm sido intensamente debatidas. Fatores como anoxia da água, euxinia (**águas anóxicas com grande quantidade de ácido sulfídrico**), **aquecimento global** e acidificação dos oceanos, são algumas das principais causas apontadas pelos pesquisadores.

Um dos principais “gatilhos” que teria disparado estas mudanças abruptas nas condições



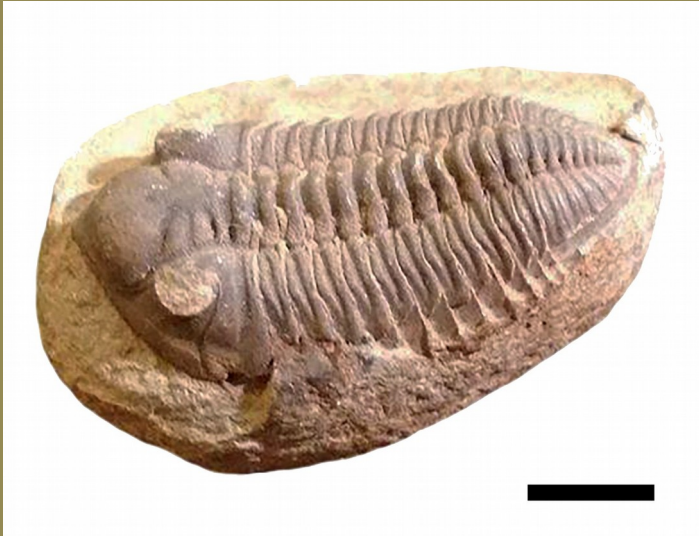
ambientais é o vulcanismo na região da Sibéria, que segundo fontes geológicas, coincide com o período de deposição de 600.000 anos. Sabe-se que erupções vulcânicas liberam uma grande quantidade de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera favorecendo o aumento do efeito estufa, elevando as temperaturas globais. Ademais, essa grande quantidade de  $\text{CO}_2$ , possivelmente também ocasionou eventos de anoxia na água afetando diretamente a vida aquática.

Outra evidência diz respeito ao **isótopo de carbono  $^{12}\text{C}$** . Este isótopo foi encontrado em quantidades acima do normal nas rochas da transição **PT**. Tal concentração anormal estaria relacionada ao gás metano, com indicativo direto da relação com o evento de vulcanismo na Sibéria.

Possivelmente uma conjunção de fatores culminou com a extinção em massa na transição **PT**. Aproximadamente **96% de todas as espécies marinhas e mais de 70% das espécies de vertebrados terrestres desapareceram**. Estima-se que mais de 50% de todas

as famílias de animais terrestres e aquáticos tenham sido extintas.

Trilobitas (Figura 4), foraminíferos fusulinídeos, corais rugosos (tetracorais) e tabulados, peixes acantódios, sinápsidos pelicossauros, dinocefálios e terocefálios estão entre os grupos de animais que foram extintos. Briozoários estenolemados, braquiópodos articulados, crinóides fixos, amonóides, tubarões, peixes ósseos, euripeterídeos, ostracodes e equinodermos são exemplos de grupos que sofreram severa redução em diversidade após o evento de extinção PT.



**Figura 4.** Exemplar de trilobita. Imagem cedida pelo Dr. Renato Pirani Ghilardi (Unesp-Bauru). Escala da imagem = 1cm.

## Extinção Triássico - Jurássico

O Evento de Extinção **Triássico - Jurássico** ocorreu há cerca de 200 milhões de anos atrás, afetando profundamente organismos aquáticos e terrestres. **No ambiente marinho, 34% de todos os gêneros existentes desapareceram**, como moluscos

(várias famílias de cefalópodes, bivalves e gastrópodes), ostrácodes, cnidários e poríferos, inclusive toda uma classe de vertebrados (os Conodontes). Já no ambiente terrestre, vários grupos se extinguíram: todos os membros de um grupo chamado Pseudosuchia (com exceção de Crocodylomorpha), alguns membros do grupo dos Terápsidos e muitos dos anfíbios basais.

Acredita-se que pelo menos metade das espécies que hoje se sabe que viviam na época foram extintas nesta ocasião. Este evento acabou por deixar vagos vários nichos ecológicos terrestres, permitindo que os dinossauros se irradiassem e assumissem papéis ecológicos predominantes durante o período Jurássico. Além disso, estima-se que a Extinção Triássico - Jurássico aconteceu em menos de 10 mil anos, ocorrendo em um período imediatamente anterior ao começo da fragmentação do supercontinente Pangea.

Algumas possíveis explicações para este evento de extinção já foram cogitadas, mas todas elas possuem impasses que ainda estão por ser resolvidos. Entre elas, estão: uma **mudança climática gradual**, **flutuações no nível do mar** ou **um pulso de edificação oceânica** durante o Triássico final teriam atingido um ponto de inflexão, ou seja, chegado a um momento em que houve uma mudança definitiva de um estágio climático para outro; este processo, no entanto, não explica o caráter instantâneo das extinções dos organismos no ambiente marinho.

O **impacto de um asteroide** teria sido a causa da extinção, no entanto, até o momento não foi encontrada nenhuma cratera suficientemente grande que tenha sido originada na época da transição entre o Triássico e o Jurássico que poderia ser uma evidência de tal impacto. A explicação de que **erupções vulcânicas massivas**, especificamente as que ocasionaram as inundações de basalto da Província Magmática Centro-Atlântica (**CAMP, na sigla em inglês**), teriam lançado ou **dióxido de carbono** ( $\text{CO}_2$ )

ou dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) em conjunto com gases aerossóis na atmosfera e, dessa forma, enquanto o dióxido de carbono poderia ter causado um aquecimento global intenso (em conjunto com a dissociação de grandes quantidades de hidratos de metano, provocados pelo próprio CO<sub>2</sub>). O dióxido de enxofre e os aerossóis poderiam ter causado um acentuado esfriamento global, pois qualquer um desses dois processos poderia ter sido o gatilho para os eventos de extinções em massa neste período.

## Extinção Cretáceo-Paleógeno

### ("Extinção K-Pg")

O Evento de Extinção Cretáceo-Paleógeno ("Extinção K-Pg") – também chamado de Evento de Extinção Cretáceo-Terciário ("Extinção K-T") foi um processo de extinção em massa no qual aproximadamente 75% das espécies de plantas e animais do planeta acabaram por se extinguir e que ocorreu em um tempo relativamente curto – em

termos geológicos – há cerca de 66 milhões de anos atrás.

Atualmente acredita-se que a Extinção K-Pg foi iniciada pelo impacto massivo de um **asteroide** ou de um **cometa**, cujos efeitos catastróficos incluíram um prolongado **“Inverno de Impacto”** que tornou a realização da fotossíntese impossível. A hipótese do impacto foi reforçada pela descoberta, no início da década de 1990, de uma cratera de 180 quilômetros de largura localizada no Golfo do México. Denominada Cratera Chicxulub, forneceu evidências conclusivas de que a argila encontrada nas rochas das camadas do **“Nível K-Pg”** apresenta resquícios do impacto de um asteroide. Essa argila exibe um alto nível de irídio, um elemento raro na Crosta Terrestre, mas comum em asteroides, o que reforça a hipótese de que tal extinção teve como pelo menos uma de suas causas o impacto de um grande asteroide.

No entanto, alguns cientistas defendem que a **Extinção K-Pg** pode ter sido causada – ou ao menos

intensificada – por outros fatores, como **erupções vulcânicas** (especialmente as que formaram as **inundações de basalto do Platô de Deccan, na Índia**), **mudanças climáticas** e **mudanças no nível do mar**, com tais fatores atuando separadamente ou em conjunto.

Um grande número de espécies acabou perecendo devido à **Extinção K-Pg**. As “vítimas” mais conhecidas são os **dinossauros não-avianos**, mas a extinção também afetou vários outros grupos de organismos terrestres, como, por exemplo, os répteis voadores (**pterossauros**), além de vários grupos de mamíferos, aves, lagartos, crocodilos, insetos, plantas, e entre outros.

Nos oceanos, a **Extinção K-Pg** resultou no desaparecimento de vários grupos, como os répteis marinhos (**Mosasauroidea e Plesiosauridae**), peixes ósseos, tubarões, moluscos (**especialmente amonites**) e muitas espécies de organismos planctônicos. Estima-se que 75% ou mais de todas as espécies



existentes na Terra naquele momento acabaram por se extinguir. No entanto, a devastação causada pela extinção também deu origem a **oportunidades evolutivas**. Os mamíferos, em particular, se diversificaram muito durante o período geológico posterior à extinção, **o Paleógeno**, ocupando nichos e habitats que haviam sido deixados vagos pelos grupos extintos.

## **Extinção Megafauna Pleistocênica**

Mesmo não sendo classificada entre as cinco grandes extinções em massa, a extinção da chamada **Megafauna Pleistocênica** (animais com peso corporal acima de 1.000 kg que foram extintos no final do **Pleistoceno**) será aqui abordada.

A coexistência do *Homo sapiens* e de representantes da megafauna (**mastodonte, preguiça gigante, toxodontes, macraquênias, entre outros**) em várias partes do globo é, por meio de inúmeras datações, inquestionável. O grande debate se dá nas

questões envolvidas na extinção desses animais na transição **Pleistoceno/Holoceno**.

Duas principais hipóteses buscam explicar esse fenômeno. A **1ª hipótese** considera o homem como agente único causador da extinção, conhecida mundialmente como *Overkill* (**matança rápida**). Já a **2ª hipótese** leva em consideração **questões ambientais e paleoclimáticas** da transição **Pleistoceno/Holoceno**. Por volta de 13,5 – 11,5 mil anos atrás, a Terra sofreu um rápido resfriamento. Tal resfriamento, seguido de eventos de secas prolongadas, teria favorecido, a extinção da megafauna.

As duas hipóteses foram tratadas, a princípio, como mutuamente exclusivas, mas o que se vê atualmente é uma soma de fatores (**antrópicos e climáticos**) para explicar a extinção. Na América do Norte evidências demonstram que a extinção da megafauna no registro paleontológico se dá concomitantemente à entrada dos primeiros grupos humanos na região (**cultura Clovis**), durante o período

de mudanças climáticas abruptas. Na Austrália há evidências de que os seres humanos e a megafauna conviveram por mais de 15.000 anos, descartando assim a hipótese de rápida extinção por *overkill*.

Na América do Sul, especificamente no Brasil, as causas da extinção destes grandes animais no final do Pleistoceno também são controversas. São poucas as evidências arqueológicas e paleontológicas inequívocas da utilização destes animais por populações humanas. Ao que tudo indica, as mudanças ambientais e climáticas do final do **Pleistoceno** e início do **Holoceno** parecem ter contribuído de forma significativa para a extinção destes animais na América do Sul. O processo de extinção da megamastofauna no território Brasileiro pode ter sido mais complexo e mais disperso ao longo do Pleistoceno do que defendido atualmente.

Dada a grande importância das extinções na determinação da diversidade e manutenção da vida na Terra, associado à carência de informações sobre esta

temática nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), bem como nos materiais didáticos do Ensino Fundamental e Médio, o presente capítulo possui por objetivo explanar o pressuposto estocástico do processo das extinções, por meio de um jogo lúdico, previamente publicado, “**Jogo Galápagos**” [3].

## REFERÊNCIAS CITADAS

- [1] Cohen, K. M., Finney, S. C., Gibbard, P. L. & Fan, J. X. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, 36: 199-204.
- [2] Schopf, J. W. & Packer, B. M. 1987. Early Archean (3.3-billion to 3.5-billion-year-old) microfossils from Warrawoona Group, Australia. *Science*, 237 (4810): 70-73.
- [3] Oliveira, M. V.; Araújo, W. A.; Oliveira, A. C. e Soares, T. N. 2008. Jogo Galápagos: a extinção e a irradiação de espécies na construção da diversidade biológica. *Genética na escola*, 3(1): 49-57.
- [4] Soares, M. B. 2015. *A Paleontologia na sala de aula*. 1ª Edição, Sociedade Brasileira de Paleontologia. 714p. Disponível em: <http://www.paleontologianasaladeaula.com>.

## Referências consultadas

- Dawkins, R. 2009. *O maior espetáculo da Terra - As evidências da evolução*, 1ª Edição, Companhia das Letras. 472p.
- Gould, S. J. 1989. *Wonderful Life - The Burgess Shale and the Nature of History*. 1ª Edição, W.W. Norton & Co., United States. 347p.

## Referências recomendadas

- Benton, M. & Harper, D. A. T. 2013. *Introduction to paleobiology and the fossil record*. John Wiley & Sons.
- Carvalho, I. S. 2011. *Paleontologia*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 3 volumes.

## ROTEIRO DIDÁTICO: Jogo Galápagos

---

### Justificativa e objetivo da prática

Usualmente a temática extinções é contemplada de maneira breve e superficial nos materiais didáticos do Ensino Fundamental e Médio. Trata-se de um tema multidisciplinar que exige noções de probabilidade (**matemática**), evolução biológica (**Ciências e Biologia**) e Geologia (**Ciências e Geografia**). O emprego do jogo “Ilha Galápagos” integra todo esse contexto, podendo ser extrapolado para a ideia geral das extinções ao longo da história da Terra. O principal objetivo da prática é levar os envolvidos a refletirem a dinâmica dos eventos de extinções, diversidade biológica e dinâmica da Terra, baseando-se em um micro-modelo do jogo de tabuleiro “Galápagos” [3].

## Duração da prática

A atividade prática, como já consta previamente reportada [3], dura em torno de 15 a 30 minutos.

## Etapas de realização

Previamente é interessante imprimir e preparar os materiais do jogo Galápagos, como descrito no artigo original [3]. Já em sala de aula, deve-se fazer a divisão dos alunos em grupos, aqui fica a critério do professor o número e a quantidade de alunos em cada grupo. A realização do jogo segue-se a isso, mediante as regras tratadas no próprio artigo [3].

Por fim, espera-se que a partir dos resultados obtidos durante o jogo de tabuleiro ocorra uma discussão teórico-reflexiva onde o professor tenha o papel de instigar o debate e direcionar os alunos a



questionarem os conteúdos relativos aos grandes eventos de extinções.

## Proposta de avaliação

A proposta de avaliação é a utilização de uma explanação teórico-reflexiva, com a participação direta dos alunos envolvidos, constituindo uma prática dialógica entre a classe e o docente.

A utilização de algumas questões norteadoras pode auxiliar o docente a avaliar o grau de compreensão e entendimento da prática, tais como:

*“Os resultados obtidos nos jogos são iguais entre os distintos tabuleiros?”*

*As extinções possuem papel na formação de espécies e populações?*

*Existe um papel do “acaso” no estabelecimento das espécies?*

*Se vocês jogassem vinte vezes o jogo, o resultado seria o mesmo?*

*Se pudéssemos “voltar à linha do tempo” e modificar os cinco grandes eventos de extinções, o que ocorreria?”*

Sendo para tanto sugerido algumas possíveis linhas de condução da explanação:

*É muito improvável que os jogos entre tabuleiros distintos sejam iguais. A probabilidade de ocorrência para tal é baixa, dada a variabilidade de número de populações das espécies e as chances entre o balanço de colonização e extinção;*

*Sim, os processos de extinções são cruciais para determinar eventos chaves na diversificação e/ou manutenção das espécies e populações envolvidas. Se determinada espécie/população se extingue, o nicho ecológico ocupado previamente, pode ser utilizado por outro, modificando e possivelmente gerando outras sub-populações e ao longo do tempo geológico, espécies (especiação alopátrica no caso do jogo);*

*Ainda que não seja o evento estocástico que determine o estabelecimento de uma espécie, ao longo do tempo geológico o “acaso” passa a ter um papel determinante na dinâmica de especiação, uma vez que, grandes eventos de extinções, mesmo que com causas definidas, são majoritariamente estocásticos.*

*Muito provavelmente não. Devido o fator “acaso” e as probabilidades alternantes nas rodadas, os resultados seguidamente após 20 partidas tendem a ser totalmente distintos;*

*Se realmente houvesse uma “volta à linha do tempo” com a modificação dos grandes eventos de extinções, muito provavelmente a diversidade de espécies seria totalmente distinta e não previsível dada a enorme quantidade de eventos estocásticos envolvidos na diversificação da vida da Terra [5]. A evolução de organismos distintos e a possível ocorrência da não extinção de certos táxons poderia levar o planeta Terra a possuir outra configuração, com outra biodiversidade. Entre outras possíveis ocorrências, destaca-se a não existência da vida, uma vez que a pressão seletiva junto com outros fatores estocásticos poderia eliminar todos os organismos em determinado tempo e espaço.*

## VIVÊNCIA DA ATIVIDADE

---

A parte teórica consistiu em uma aula dialógica - explanativa. A temática abordada foi a história dos seis **eventos de extinções**, elucidando os principais aspectos, causas e consequências para o estabelecimento da biodiversidade ao longo do tempo. A prática consistiu no emprego do jogo “**Galápagos**” [3].

Estiveram presentes na atividade vinte e quatro participantes, sendo, entre estes, dez professores de escolas públicas de Ensino Fundamental, Médio e Ensino de Jovens e Adultos. Os participantes foram divididos em grupos de seis, cada qual, sendo acompanhado por um responsável ministrante.

A atividade dialógica - explanativa ocorreu de maneira bem-sucedida. Houve uma grande interação entre o público e os ministrantes. Diversos questionamentos foram feitos, sendo comuns perguntas direcionadas para questões metodológicas da ciência paleontológica. Entre alguns exemplos, destaca-se: “Como fósseis e rochas são datadas? ”; “Como são procurados determinados fósseis? ”; “Como os organismos se fossilizam? ”; “Os continentes se moviam em alguma direção específica? ”. Esses questionamentos ressaltam o interesse profissional dos professores na atualização dos conhecimentos específicos, conhecendo a importância da abordagem desses conteúdos em sala de aula.

Dos dez docentes atuantes na região de Ribeirão Preto, 60% alegaram que os conteúdos “Extinções e Paleontologia” são abordados de maneira superficial nos materiais didáticos disponibilizados. Portanto, a possibilidade de

intercâmbio direto entre pesquisadores da área com os docentes do Ensino Básico se faz imprescindível para preencher essa lacuna.

A totalidade dos docentes envolvidos na atividade teórica - explanativa alegou que a abordagem teórica ministrada pelos integrantes do workshop foi esclarecedora e agregou conteúdos específicos que podem ser trabalhados em salas de aula de Ensino Básico. Dessa maneira, a abordagem teórica utilizada se mostrou eficaz para **práticas educativas**.

Um fator chave para o êxito da atividade teórica consistiu na utilização de diversos diagramas, representações artísticas e esquemas, os quais são imprescindíveis para a educação em questões paleontológicas. Uma vez que eventos de extinções lidam com uma grande escala de tempo e espaço, e organismos extintos (**com pouca ou nenhuma**

semelhança com organismos vivos), representações tendem a facilitar e aperfeiçoar o processo de **ensino-aprendizado** sendo, portanto, essenciais para tal abordagem.

Apesar do uso de imagens serem impactante e positivo para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, a falta de recursos midiáticos nas escolas dificulta grande parte do ensino, não só em Geologia e Paleontologia, como também na grande área das Ciências Biológicas. Este fato que foi trazido em pauta pelos docentes que participaram da atividade.

Diante das diferentes condições de trabalho encontradas pelos professores, a abordagem lúdica ilustrativa empregada deve ser repensada e adaptada nestes contextos. Segundo os próprios participantes, a impressão em folhas de papel das principais imagens pode ser uma saída para o problema.

A parte prática com o emprego do jogo “Galápagos” [3] correspondeu a uma pequena fração do tempo disponibilizado para o Workshop tendo, em partes, fragilizado o bom andamento da atividade. No entanto, a prática demonstrativa do jogo foi de grande aceitação por parte dos docentes, havendo relatos de que o emprego da atividade prática seria de grande valia para o ensino dos conteúdos de “**Extinções**” para os alunos de Ensino Médio e Fundamental.

A utilização de uma atividade prática (i.e. jogos) desperta o interesse dos alunos, auxiliando de maneira positiva o processo de ensino-aprendizagem. Tal importância para o ensino foi frisada por muitos docentes participantes, relatando que há um maior envolvimento dos alunos na ocorrência de atividades diferenciadas, fugindo da prática tradicional explanativa.



Ainda que o uso do jogo possua diversas vantagens para o aprendizado diferenciado, alguns docentes alegaram que é necessária uma abordagem teórica bem guiada em relação ao jogo para que a atividade seja, além de lúdica, informativa. Outra consideração bem pontuada é a dificuldade de lidar com **turmas com muitos alunos** (mais de 40), fato que potencialmente causaria problemas quanto à dinâmica exploratória de conteúdos aliados ao jogo.

O Workshop intitulado “**Grandes eventos de extinções na história biológica da Terra**” se mostrou potencialmente importante para a construção e atualização de conhecimentos para docentes de escolas públicas da região de Ribeirão Preto. A abordagem dialógica - explanativa representou um marco de novos conhecimentos e aprofundamento metodológico na área **paleontológica** para o público-alvo. Apesar da curta duração, o jogo “Galápagos” [3] pode ser empregado em salas de aula do Ensino

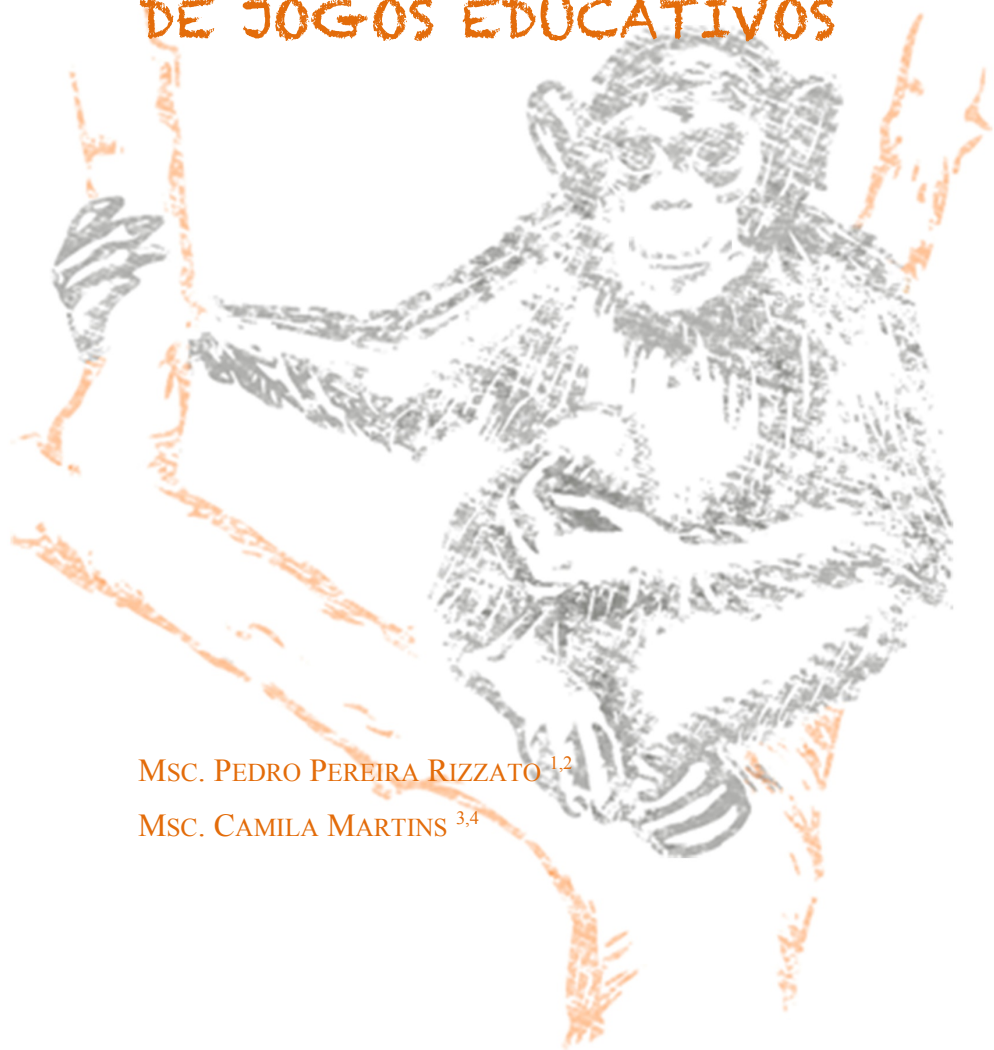
Básico, ainda que necessite do acompanhamento ideal da abordagem teórica, além de um baixo número de alunos (menos do que 30).

Vale frisar que a grande maioria dos participantes mostrou grande interesse em conhecer o Laboratório de Paleontologia da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP – Ribeirão Preto. Os ministrantes do workshop se dispuseram a agendar visitas guiadas de alunos ao laboratório, para que eles tenham contato direto com os fósseis e com outras atividades desenvolvidas pela equipe de paleontólogos.

Recentemente foi lançado um **livro digital**, de divulgação gratuita, organizado pela paleontóloga Dra. Marina Bento Soares, chamado “*A Paleontologia na sala de aula*”, que aborda de maneira clara e objetiva os principais temas que permeiam a ciência paleontológica, trazendo ainda

uma grande quantidade de jogos didáticos-educativos para aplicação em sala de aula. [4].

AFINAL, O QUE É  
EVOLUÇÃO?  
DESMISTIFICANDO O  
CONCEITO POR MEIO  
DE JOGOS EDUCATIVOS



MSC. PEDRO PEREIRA RIZZATO <sup>1,2</sup>

MSC. CAMILA MARTINS <sup>3,4</sup>

## INTRODUÇÃO

---

A Teoria da Evolução, desenvolvida independentemente por Charles Darwin e Alfred Russel Wallace no século XIX, é considerada a teoria unificadora da Biologia [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8]. Isso se deve ao fato de seu conteúdo explicativo se aplicar aos mais variados desdobramentos dessa ciência, permitindo compreender diferentes aspectos relacionados à diversidade do mundo orgânico, desde a origem e diversificação das espécies até processos que operam em níveis moleculares [9].

A famosa frase “Nada em Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução”, de um dos responsáveis pela Síntese Moderna da Teoria Evolutiva, Theodosius Dobzhansky, faz jus e enfatiza a importância da compreensão do conceito de Evolução e dos mecanismos evolutivos para entender

1 Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP

2 Laboratório de Ictiologia – USP Ribeirão Preto

3 Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – USP

4 Laboratório de Educação Ambiental e Formação de Professores - USP

os diferentes fenômenos e processos relacionados aos seres vivos na natureza. A contribuição da Teoria da Evolução e do conceito de **Evolução Biológica** para a Ciência é incontestável quando se considera a revolução resultante da aplicação desse conceito nas ciências naturais ao longo dos últimos anos.

Contudo, a importância da Teoria da Evolução vai muito além do meio científico e da Academia. Desde a, e por conta da publicação da “**Origem das Espécies**” [10], livro que foi o principal responsável pela divulgação da Teoria da Evolução, a ideia de Evolução Biológica tornou-se conhecida do público em geral. Sua fama foi impulsionada em grande parte pela **controvérsia** gerada entre os intelectuais da época por conta das ideias subjacentes à teoria, que incluíam a noção de que as espécies não eram fixas, imutáveis, mas que **se transformavam ao longo do tempo**. Além disso, as espécies eram relacionadas entre si, de forma que seria possível traçar retrospectivamente as relações evolutivas entre

todos os seres vivos (o homem incluso) até uma **origem comum única de toda a diversidade da vida.**

Desde aquela época, a Teoria da Evolução tem se destacado dentre as teorias científicas como uma das mais conhecidas pelo público em geral. Uma das razões para isso é, certamente, a controvérsia gerada pelas implicações da aceitação do conceito de Evolução Biológica, que se colocariam em conflito com as narrativas tradicionais sobre a origem do homem e da diversidade dos seres vivos baseados nas diferentes **correntes e tradições religiosas.** Mais do que isso, o apelo da Teoria da Evolução se justifica pelo fato de seu conteúdo relacionar-se de forma muito íntima com alguns dos principais questionamentos filosóficos feitos pela humanidade em sua história: “**quem somos?**”, “**de onde viemos?**”, e “**para onde vamos?**”.

Nesse sentido, fica evidenciada a importância da Teoria da Evolução e da ideia da Evolução Biológica, tanto dentro quanto fora dos limites da

Ciência, uma vez que ela se apresenta como uma das mais poderosas ideias sobre a humanidade, com suas diversas **implicações científicas, culturais, históricas e filosóficas**. Fica também evidente a necessidade e importância do **ensino da Teoria da Evolução durante a formação dos cidadãos**, dentro e fora do contexto escolar.

No contexto escolar, no que se refere à realidade do ensino de Evolução no Brasil, os principais documentos que tratam do ensino nos níveis fundamental e médio destacam a importância do tema para a formação dos cidadãos no conjunto das ciências da natureza. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) destacam, embora de maneira genérica, que “**explicações evolucionistas**” deveriam ser abordadas nos últimos ciclos do ensino fundamental (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série) [11]. Assim como, todos os conteúdos biológicos deveriam ser conectados transversalmente a partir de um **eixo ecológico-evolutivo**. Já no ensino médio, o destaque dado à Teoria da Evolução é mais discreto, sendo que figura



mais como um exemplo a ser explorado sobre como ocorre a construção do conhecimento científico, do que como um paradigma unificador da Biologia. Não obstante, a origem e evolução da vida são tratadas como um dos **temas estruturadores da Biologia** no ensino médio.

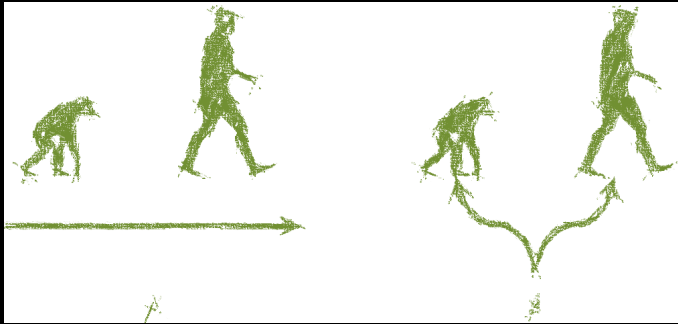
A despeito disso, o ensino de Evolução no Brasil, não muito diferentemente da realidade em outros países, permanece deficiente e enfrenta desafios muito grandes. Diversas pesquisas recentes apontam **dificuldades, lacunas e fragilidades** para abordar na educação básica essa temática tão complexa.

Para Bizzo e El-Hani [12] tais dificuldades não estão limitadas somente aos conhecimentos dos professores ou às habilidades cognitivas dos alunos. Destacando as etapas da investigação científica realizadas pelos naturalistas, os autores argumentam que um **enfoque histórico da construção do pensamento evolutivo**, poderia trazer um maior

entendimento e superação dos problemas de ensino-aprendizagem da Evolução Biológica. Outros autores também discutem sobre as principais dificuldades no ensino da Evolução (e.g. [3] [7] [13]). Ao investigarem as percepções de professores sobre o ensino de Evolução, Tidon e Lewontin [13] destacaram as seguintes questões que são comumente encontradas: **ausência de material didático e propostas educativas** para abordar a temática; pouco tempo para discutir de maneira reflexiva o processo evolutivo no currículo escolar; e falta de preparo dos alunos na compreensão dos conteúdos. Além disso, também observaram que a maioria dos professores apresentava **conceitos equivocados**, como a concepção de que a Evolução Biológica é direcional, progressista e que ocorre nos indivíduos (**e não no nível populacional**). Oleques e colaboradores [8] também apontam que as **crenças** são aspectos importantes que devem ser considerados para a superação de possíveis obstáculos existentes no processo de ensino-aprendizagem do conceito de Evolução.

Na nossa visão e experiência, essas duas últimas concepções estão por trás de grande parte das dificuldades no **ensino-aprendizagem da Evolução**. Enquanto, a concepção direcional e progressista da Evolução traz dificuldades conceituais, a visão de que a aceitação da Teoria da Evolução impediria ou impossibilitaria a manutenção das crenças e ideias religiosas, resulta de forma geral em uma barreira para os alunos, deixando-os com a falsa impressão de que devem abdicar de suas crenças para poder aceitar as ideias evolutivas, ou manter suas ideias religiosas a despeito da aceitação da Teoria da Evolução.

Como desconstruir essas concepções equivocadas e superar esses desafios para o ensino da Evolução? No que se refere à ideia direcional de Evolução, é importante que o professor explore o **aspecto ramificador do processo evolutivo**, tanto conceitualmente, quanto nas representações das relações evolutivas entre os organismos (**Figura 1**).



**Figura 1.** Duas formas de representar a relação evolutiva entre os organismos. Em “A”, uma representação linear, que resulta numa concepção direcionada ou finalista da Evolução. Em “B”, uma representação ramificadora, em que as espécies são tratadas como equivalentes, desconstruindo a ideia de evolução direcionada a um fim.

Em processos ramificadores de forma geral, todos os terminais resultantes da ramificação encontram-se em um mesmo patamar, devendo ser tratados como equivalentes entre si. Essa abordagem, quando aplicada aos seres vivos, além de ser cientificamente mais precisa e mais condizente com o processo evolutivo, auxilia na quebra da ideia de linearidade entre os seres vivos atuais. A ideia da linearidade também permite a interpretação equivocada de que um ou alguns deles podem ser

tratados como superiores ou mais evoluídos do que outros. (Figura 2).



**Figura 2.** Os chimpanzés (*Pan troglodytes*) são considerados por muitas pessoas como “menos evoluídos” ou “mais primitivos” do que o homem. Isso se deve a uma visão equivocada do processo evolutivo. Quando se compreende que a Evolução Biológica é um processo ramificador, fica claro que homens e chimpanzés estão num mesmo patamar em relação ao processo evolutivo.

Já em relação ao conflito que surge entre as ideias evolutivas e as crenças dos alunos, entendemos que a visão de que as explicações científicas e as

religiosas devem ser **confrontadas**, como preconiza o próprio PCN para o ensino médio [14], é contraproducente. Tratar Ciência e Religião como lados opostos em embate cria nos alunos e nas pessoas em geral uma ideia de disputa, estimulando a ideia de que ambas não podem ser aceitas ao mesmo tempo por uma mesma pessoa. Isso coloca os alunos na posição de ter que decidir entre aceitar uma ou outra ideia, a científica *ou* a religiosa.

Em nossa opinião, é mais produtivo que o professor deixe bem claro que Ciência e Religião têm propósitos distintos. Enquanto, a Ciência “enxerga” o universo apenas no que diz respeito ao que é sensível, material, físico e natural, a Religião aborda também aspectos concernentes ao que está além do mundo natural, ou seja, o sobrenatural, o metafísico, o que está além do material e do sensível. Portanto, quando se discutem ideias científicas (**por exemplo, a gravidade, a origem da vida, e a Evolução Biológica**), não faz diferença a aceitação da existência de um mundo sobrenatural subjacente ao mundo natural,

uma vez que as explicações científicas se restringirão ao que faz parte do **mundo natural**, enquanto que o mundo sobrenatural, existindo ou não, está além dos limites que a Ciência pode, ou pretende, abarcar. Uma vez que o aluno compreenda esse panorama, ele se abre para a possibilidade de aprender sobre Evolução sem a impressão equivocada de que esse aprendizado possa ser de alguma forma prejudicial para a manutenção de suas crenças religiosas.

Tidon e Vieira [5] trazem algumas sugestões para a superação das dificuldades no ensino de Evolução, como a promoção de cursos e processos educativos de **formação continuada** de professores, utilizando os pré-conceitos e concepções apresentadas pelos professores para, então, realizar a **mudança conceitual** necessária atrelada ao desenvolvimento **de estratégias e instrumentos didáticos** que possam ser usados em sala de aula. Nós também acreditamos ser fundamental oferecer aos professores do Ensino Básico um **suporte conceitual atualizado** sobre a Evolução Biológica em uma linguagem acessível, sem

perder seu rigor científico. Da mesma maneira, apresentar **propostas didáticas** para uma abordagem do tema em sala de aula, que permita a construção e compreensão do conceito entre os alunos de forma **lúdica e interativa**, mas ao mesmo tempo **sólida e objetiva**.

Nesse contexto, apresentamos aqui uma proposta educativa que permite ao professor discutir com os alunos aspectos mais conceituais sobre a Evolução como processo, mas que abrem também a possibilidade de despertar nos alunos discussões mais profundas sobre o papel do acaso na evolução. Sobre a evolução não ser um processo direcionado para um propósito ou fim (evolução direcional ou progressista). Além disso, a proposta permite ao professor explorar também aspectos ecológicos relacionados ao processo evolutivo, em concordância com a abordagem ecológico-evolutiva sugerida pelo PCN [14].



## REFERÊNCIAS CITADAS

- [1] Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 797p.
- [2] Dobzhansky, T. 1970. *Genetics of the evolutionary process*. Columbia University Press, New York, 505p.
- [3] Goedert, L.; Delizoicov, N. C. & Rosa, V. L. 2003. A formação de professores de biologia e a prática docente – o ensino de evolução. *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências*, Bauru.
- [4] Ridley, M. 2006. *Evolução*. 3ª. Edição, Artmed Editora, Porto Alegre, 752p.
- [5] Tidon, R. & Vieira, E. 2009. O ensino de evolução biológica: um desafio para o século XXI. *Revista ComCiência*, Campinas, n. 107.
- [6] Souza, E. C. F. & Dorvillé, L. F. M. 2014. Ensino de evolução biológica: concepções de professores

- protestantes de ciências e biologia. *Revista da SBenBio*, 7, 1855-1866.
- [7] Santos, J. V. A. & Pereira, B. P. 2014. O ensino de evolução na perspectiva da formação de professores: aspectos da prática como componente curricular. *Revista da SBenBio*, 7, 4182-4193.
- [8] Oleques, L. C.; Boer, N.; Temp, D. C. & Bartholomei - Santos, M. L. 2011. Evolução biológica como eixo integrador do ensino de biologia: concepções e práticas de professores do ensino médio. *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campinas.
- [9] Mayr, E. & Provine, W. B. 1998. *The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*. Harvard University Press, 487p.

- [10] Darwin, C. 1959. *On the origins of species by means of natural selection*. London: Murray, 551p.
- [11] Brasil. 1998. *Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental). Brasília: MEC, 115p.
- [12] Bizzo, N. & El-Hani, C. N. 2009. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, 4: 235-257.
- [13] Tidon, R. & Lewontin, R. C. 2004. Teaching Evolutionary Biology. *Genetics and Molecular Biology, Brasil*, 27(1): 124-131.
- [14] Brasil. 2000. *Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 109p.

- [15] Mori, L.; Miyaki, C. Y. & Arias, M. C. 2006. Os tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants virão. *Genética na Escola*, 1(1): 1-3.

### Referências consultadas

Mayr, E. 2005. *Biologia, Ciência Única*. Editora Companhia das Letras, São Paulo, 272p.

### Referências recomendadas

Moreira, J. M. & Medeiros, M. B. 2014. *O Legado de Darwin e a Pesquisa Agropecuária*. Editora Embrapa, Brasília, 341p.

Meyer, D. & El-Hani, C. N. 2005. *Evolução: o sentido da biologia*. Coleção Paradidáticos. Editora UNESP, São Paulo, 132p.

Dawkins, R. 2009. *As evidências da evolução - O maior espetáculo da Terra*. 1ª Edição, Companhia das Letras, 472p.

Website “Ensinando Evolução”. Disponível em  
<<http://www.ib.usp.br/evosite/evohome.html>>  
Acesso em: 15 de Novembro de 2015.

## ROTEIRO DIDÁTICO: Jogo Evolução Na Ponta Do Bico

---

### Justificativa e objetivo da prática

Diante das dificuldades encontradas em sala de aula para abordar os conceitos e conteúdos relacionados com a Evolução Biológica, o objetivo dessa atividade é desenvolver um jogo educativo que permita abordar, de forma lúdica e participativa, os seguintes aspectos: a ação da seleção natural no processo evolutivo ao longo das gerações, desmitificando a ideia progressista e aleatória da evolução dos seres vivos, bem como a questão se a seleção natural age sobre os indivíduos ou sobre as gerações. A prática permite ainda abordar conceitos como adaptação, especialização alimentar, nicho ecológico e coexistência ecológica entre espécies.

## Duração da prática

100 minutos (duas aulas de 50 minutos).  
Sugerimos a aplicação do jogo na primeira aula, e a discussão dos resultados do mesmo na segunda aula.

## Etapas da realização

O jogo educativo intitulado “Evolução na ponta do bico” deverá ser desenvolvido com todos os estudantes e o professor deverá estimular a participação e coletividade.

Em um primeiro momento o professor precisará organizar duas mesas, **uma mesa contendo o prato com todos os feijões** (aproximadamente 100), quatro copinhos de plástico, uma pinça de sobancelha, uma colher, uma tesoura e 1 hashi; e **outra mesa contendo o prato com os papéis picados** (aproximadamente 20 pedaços de papel higiênico picados) bem como os demais itens.

Após a preparação das duas mesas, deve-se escolher 8 alunos para serem divididos igualmente entre as mesas (4 alunos na Mesa dos feijões e 4 alunos na Mesa dos papéis picados). Em cada mesa, cada aluno ficará com um copinho plástico e apenas um tipo de instrumento (1 aluno com a pinça, 1 aluno com o hashi, 1 aluno com a tesoura e 1 aluno com a colher).

Na sequência, deve-se escolher outros 8 alunos para substituir seus colegas escolhidos anteriormente. Isso ocorrerá ao longo do número de rodadas que o professor achar necessário para atender a todos os alunos. Peça para que esses alunos fiquem aguardando sentados em suas mesas. O último grupo de 8 alunos deve ser formado por 4 alunos que estavam na mesa dos feijões e 4 que estavam na mesa dos papéis picados, esses deverão contar os feijões e papéis acumulados nos copinhos de plástico ao final de cada rodada. Para facilitar a organização do jogo, é



interessante anotar os dados referentes à captura e melhor ferramenta de captura rodada após rodada, o que pode ser feito diretamente na lousa ou por meio de tabelas semelhantes às disponíveis no **anexo 4**.

## **Desenvolvimento do jogo**

Para iniciar o jogo, todos os alunos deverão estar ao redor de suas respectivas mesas e segurando, apenas com uma mão, o instrumento que lhe foi entregue. É importante que o professor destaque as seguintes regras antes de iniciar: **não é permitido que os alunos usem as duas mãos ou os dedos ao longo das rodadas**. Também não é permitido que atrapalhem seus colegas que estarão ao lado.

O **objetivo do jogo** é que cada aluno consiga pegar, apenas com seu instrumento, o maior número de feijões ou de papéis picados em **20 segundos**, os quais devem ser depositados no copinho de plástico. É

permitido que o aluno pegue mais de um item por vez para jogar no copinho. Ao término do tempo, os alunos deverão soltar os instrumentos e um aluno deverá contar os feijões/papéis coletados por cada aluno. Para não perder a contagem, a mesma pode ser anotada na lousa ou usando tabelas impressas ([Anexo 4](#)).

Na primeira etapa é preferível usar a mesa dos feijões. A primeira rodada inicia com quatro alunos segurando quatro instrumentos distintos, um para cada. Ao final dos 20 segundos propostos pelo professor, os feijões serão contabilizados. Os dois instrumentos que conseguirem coletar a maior quantidade de feijões (1º e 2º lugar) serão duplicados na próxima rodada, ou seja, na segunda rodada teremos 4 alunos, mas apenas dois instrumentos (2 alunos com um, 2 alunos com outro). Por exemplo: se após a primeira rodada, os instrumentos que tiverem coletado o maior número de feijões forem pinça e

colher, na segunda rodada teremos 1 aluno com uma pinça + 1 aluno com uma pinça + 1 aluno com uma colher + 1 aluno com uma colher.

A segunda rodada inicia da mesma forma que a anterior, ainda fazendo uso da mesa dos feijões. No entanto, é preciso que todos os alunos que participaram da primeira rodada sejam substituídos por outros 4 alunos, que participarão da segunda rodada. Os alunos terão 20 segundos para coletarem o máximo de feijões que conseguirem utilizando seus instrumentos. Ao final dessa rodada, os feijões nos copinhos de cada aluno serão contabilizados na tabela desenhada na lousa ou impressa. Além disso os melhores instrumentos de captura também devem ser anotados na tabela.

Já a segunda etapa, utiliza-se a mesa dos papéis picados. Então, o mesmo procedimento realizado na mesa de feijões deverá ser repetido, mas

agora na mesa com os papéis. Mais uma vez, é preciso que os 4 alunos de cada rodada sejam substituídos.

Na etapa final, será montada uma mesa com um prato contendo os feijões e os papéis picados misturados, e os instrumentos que tiverem coletado o maior número de itens em cada uma das etapas anteriores.

Exemplo: na primeira etapa, a da mesa dos feijões, o instrumento que mais coletou feijões foi a colher. Na segunda etapa, a da mesa dos papéis, o instrumento que mais coletou papéis picados foi a pinça. Na terceira etapa, a mesa conterà 4 alunos, 1 com uma colher + 1 com uma colher + 1 com uma pinça + 1 com uma pinça.

Na primeira rodada desta etapa, serão necessários 4 alunos, e dois de cada um dos instrumentos. É preciso que os 4 alunos dessa etapa

sejam diferentes dos alunos das etapas anteriores. Mais uma vez, os alunos terão 20 segundos para coletar o maior número de itens. Os alunos podem escolher quais itens irão coletar, uma vez que cada folha de papel picado corresponderá igualmente a um grão de feijão. Ao final da rodada, serão contabilizados, em cada copinho, o número de feijões e de papéis picados. Esses dados deverão ser anotados na tabela da lousa.

O mesmo procedimento será realizado na **segunda rodada**, com o mesmo número de instrumentos. No entanto, é preciso mais uma vez substituir todos os alunos que participaram da rodada anterior. Ao final da rodada, serão contabilizados, em cada copinho, o número de feijões e de papéis picados. Esses dados deverão ser anotados na tabela da lousa.

## Proposta de avaliação

Após a realização de todas as rodadas e etapas desenvolvidas no jogo, o professor deverá fazer uma roda para iniciar a discussão e reflexão dos resultados, que será a forma de avaliação dessa atividade.

Ressaltamos que essa atividade poderá ser utilizada para introduzir os conceitos sobre a compreensão do processo evolutivo, ressaltando suas principais características relacionadas ao tempo, à adaptação e à seleção natural.

Para conduzir as discussões, sugerimos as seguintes perguntas:

*- O que aconteceu na primeira rodada da primeira etapa? Por que dois instrumentos foram retirados do jogo? Por que dois instrumentos permaneceram no jogo?*

*- Na segunda rodada da primeira etapa, por que apenas um instrumento permaneceu?*

- Na segunda etapa, quando o alimento era diferente, o resultado foi o mesmo da primeira etapa? Ou seja, o instrumento mais bem sucedido para coletar papéis picados foi o mesmo que foi o mais bem sucedido para coletar feijões?

- Quais foram os resultados observados na última etapa? Houve uma preferência de alimentos por parte dos indivíduos usando cada tipo de instrumento? Por que isso aconteceu?

- Após esse jogo, podemos dizer que a evolução acontece ao acaso?

- Repensando o resultado do jogo, você diria que a evolução parece direcionar para a escolha de um ou outro instrumento em especial? Existe um tipo de instrumento que é melhor que todos os demais? Por quê?

- A mudança ao longo das rodadas de cada etapa, que representa a evolução, ocorreu dentro da mesma rodada, ou ao longo das rodadas? Comparando isso com o processo evolutivo na natureza, você diria que as mudanças ocorrem ao longo da vida de um indivíduo da população, ou que elas ocorrem na população como um todo, ao longo das gerações?

- Pensando no processo evolutivo dos seres vivos na natureza, podemos comparar esses instrumentos com alguma característica de algum animal? Aqui, sugerimos que o professor compare a forma e função dos instrumentos utilizados no jogo com o bico das seguintes aves: Colher: *Platalea ajaja*, colhereiro; Tesoura: *Rhyncops niger*, talhador; Pinça: *Chloroceryle torquata*, martim-pescador; Hashi: *Ardea alba*, garça-branca-grande.

Por fim, o professor pode então pedir para que os alunos reflitam sobre a influência do processo evolutivo na modificação da forma do bico dessas 4 espécies de aves relacionada com as diferenças na dieta entre elas. O professor pode ainda puxar uma discussão ecológico-evolutiva, comentando com os alunos sobre o fato de essas 4 espécies coexistirem em ambientes lacustres de água doce no Pantanal. A discussão pode girar em torno do fato de a diferença na forma do bico e na dieta permitir a coexistência entre as espécies pela segregação de nichos.



## VIVÊNCIA DA ATIVIDADE

---

No total, participaram da aplicação da proposta **27 participantes**. Isso foi uma vantagem, uma vez que, segundo os professores suas turmas costumam ter em geral por volta de 20 e 40 alunos. O que significa que o número de participantes do workshop foi semelhante ao número médio de alunos com os quais os professores aplicariam a proposta. Os participantes do workshop se sentiram estimulados a participar do jogo e inclusive incentivaram uns aos outros, o que foi bastante positivo. O fato de vários participantes terem se envolvido potencializou a atividade, e espera-se que isso também ocorra com os alunos em sala de aula.

Quanto aos itens utilizados na proposta, os participantes do workshop, principalmente os professores, consideraram de **fácil obtenção** e mesmo

de **baixo custo**, caso seja necessário adquirir algum dos itens. Além disso, muitos apontaram a possibilidade de substituir alguns dos itens propostos para serem utilizados no jogo, de acordo com as possibilidades de cada professor.

No que se refere à aplicação em si, vários professores ressaltaram que é preciso conhecer bem a turma para verificar a possibilidade de realização do jogo. Segundo eles, algumas turmas participariam de forma organizada, enquanto outras poderiam causar problemas quanto ao barulho e mesmo no cumprimento das regras do jogo. Isso vai depender do contexto de cada sala de aula e sugerimos que as regras sejam construídas juntamente com os alunos.

Ao aplicarmos o jogo, um resultado inesperado foi obtido: nas duas etapas iniciais, o mesmo item foi igualmente bem-sucedido para coletar tanto feijões quanto papéis, no caso, a colher. Isso

inviabilizou a realização da terceira etapa do jogo, e também fez com que algumas das discussões relacionadas aos conceitos que seriam estimuladas pelas perguntas finais da proposta educativa não pudessem ser iniciadas, sob pena de causar confusão quanto a alguns conceitos. Embora tenhamos testado a aplicação do jogo várias vezes anteriormente sem nunca ter chegado a esse resultado, a aplicação do jogo durante o workshop demonstrou que esse resultado também é possível.

Apesar disso, explicamos aos professores que mesmo com esse resultado inesperado, ainda é possível ressaltar algumas das discussões relativas aos **conceitos evolutivos**. Numa situação como essas é importante que o professor apresente argumentos e explicações que acharem pertinentes de acordo com o resultado obtido no jogo durante a aplicação em sala de aula. Para isso, é preciso conhecer muito bem as características do jogo para saber quais aspectos e

conceitos podem ser abordados e explorados. Quanto mais experiência com a aplicação desse jogo, maior a facilidade do professor explorar os aspectos que julgar pertinentes, mesmo numa condição como essa em que o resultado obtido com a aplicação do jogo não foi o esperado, no entanto, vale deixar claro que tal resultado não deve acontecer com frequência.

Além disso, discutimos também com os participantes uma das características mais vantajosas da proposta, que é sua **maleabilidade**. Por se tratar de um modelo muito simples de jogo, a proposta permite que o professor realize várias alterações nos detalhes do mesmo, de acordo com seu interesse. É possível imaginar várias modificações da estrutura básica do jogo para incluir a representação de diversos outros conceitos evolutivos. De maneira surpreendente e bastante positiva, os próprios participantes do workshop, durante a discussão após a aplicação da proposta, sugeriram e imaginaram diversas alterações

na estrutura do jogo e de que forma essas alterações permitiriam abordar vários outros conceitos evolutivos, desde **deriva genética**, **mutações**, **evolução neutra**, entre outros.

A discussão dirigida pelas perguntas foi também avaliada de forma positiva pelos participantes. Foi considerado pelos participantes um dos pontos mais importantes, o fato das perguntas relacionarem as características do jogo com as características do processo evolutivo, pois faz com que os alunos **assimilem os conceitos evolutivos a partir da experiência da aplicação do jogo**. Após a aplicação do jogo e da discussão sobre o resultado, conduzida pelas perguntas, muitos participantes valorizaram e enfatizaram a importância de relacionar as características funcionais dos instrumentos utilizados com as características funcionais dos bicos das aves, conforme sugerido no final da proposta educativa. Isso evita um pouco da abstração do jogo

em si e permite aos alunos imaginar de que forma as características dos bicos das aves podem ter evoluído a partir de um processo evolutivo guiado pela seleção natural. Em um primeiro momento, os bicos parecem ter sido dirigidos para cumprir as finalidades com as quais são utilizadas, porém evolui sem nenhum componente de direcionamento a um determinado fim.

No geral, a avaliação dos professores sobre o jogo foi positiva. Muitos apontaram como vantagens do jogo a **facilidade de aplicação** e seu **caráter lúdico e participativo**, permitindo que os alunos se envolvam de maneira mais divertida com o aprendizado. O fato do jogo envolver muitos alunos foi apontado também como uma vantagem ao permitir a **colaboração** e o **trabalho em equipe** entre eles, além de contribuir para diminuir a passividade dos alunos em relação ao conteúdo.

Os professores levantaram também o fato do jogo permitir a assimilação das características do processo evolutivo, a partir da comparação com as características do jogo e seu resultado. Segundo os professores, o jogo pode ser utilizado para iniciar as discussões sobre os aspectos mais conceituais do processo evolutivo. Uma das professoras, por exemplo, julgou o jogo muito relevante para a compreensão de conceitos como **adaptação**, **competição** e **seleção natural**.

Dessa forma, concluímos que a presente proposta educativa tem grande potencial para ser utilizada em sala de aula, e teve aceitação positiva por parte dos participantes do workshop, em especial por parte dos professores. Vale ressaltar que Mori, Miyaki e Arias [15] apresentam estratégias educativas que se assemelham ao jogo apresentado nesse material. Entretanto, este foi reestruturado e, além disso, contou com sugestões advindas da experiência de professores

para que pudéssemos realizar as necessárias alterações após o Workshop, no sentido de contribuir para o oferecimento de materiais educativos que fortaleçam o aprendizado significativo dos alunos.

Esperamos que o jogo “Evolução na ponta do bico” seja utilizado pelos professores como uma estratégia suporte para o ensino de conceitos importantes acerca da Teoria da Evolução e dos processos envolvidos na Evolução Biológica.



TOMADA DE DECISÕES:  
COMO DISCUTIR  
ALGUNS ASPECTOS DA  
CONSERVAÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE NO  
ENSINO BÁSICO?

DRA. CAMILA SANCHES MIANI<sup>1,3</sup>

MSC. GISELLE ALVES MARTINS<sup>2,3</sup>



## INTRODUÇÃO

---

A variedade de organismos vivos juntamente com os **complexos ecológicos** o qual fazem parte são considerados, de acordo com a Convenção da Biodiversidade [1], como a **Diversidade Biológica**, ou **Biodiversidade**. Entretanto há outras definições para o termo Biodiversidade que ampliam esse conceito, como por exemplo, de considerar que a biodiversidade deve ser abordada em níveis de complexidade crescente: diversidade genética, diversidade de espécies, diversidade de ecossistemas e de paisagens [2].

Nesse sentido, a compreensão sobre a complexidade das relações entre os seres vivos e o ambiente que resultam na biodiversidade existente no planeta, depende do estudo da dinâmica das espécies,

**1 Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências de Bauru - UNESP**

**2 Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP**

**3 Laboratório de Epistemologia e Didática da Biologia – USP Ribeirão Preto**

do genoma e dos ecossistemas, de forma articulada e contextualizada [3] [4].

Cabe ressaltar que não apenas o ser humano modifica o ambiente, pois este está sempre em constante **transformação**. A Terra passou por períodos de transformações muito severas ao longo de sua história, sofrendo inclusive com extinções em massa de inúmeras espécies, o que favorece um entendimento que a vida sempre enfrentou modificações. Contudo, deve-se considerar que as **ações antrópicas** modificam o ambiente e que tais modificações tomaram grandes proporções.

Após o século XIX, é possível observar a preocupação humana com a **degradação ambiental** decorrente de suas atividades. Essa preocupação é evidente em diferentes ações que possuem o intuito de **conservar biodiversidade** [5]. As principais estratégias para conservação da biodiversidade e do **desenvolvimento sustentável** vêm enfatizando a

importância da educação na formação e informação sobre a perda da biodiversidade [6].

Pesquisadores ressaltam que a discussão em torno da conservação da biodiversidade é uma demanda atual. Assim, o tema ganha relevância nos espaços educativos. Deve-se considerar a importância do conhecimento adquirido na escolaridade básica para compreensão da problemática ambiental sobre a conservação da biodiversidade [7].

Nesse sentido, as sociedades modernas e pós-modernas devem ter crescentes preocupações com a educação científica, pois, para assumir a **cidadania**, o indivíduo necessita de informação, conhecimento e formação, que o habilitem e possibilitem a intervenção de forma mais consciente, responsável, empenhada e democrática no seu cotidiano [8]. Assim, a importância da conservação da diversidade biológica está relacionada com questões de ordem ética e cultural, questões sociais e econômicas, científicas, ecológicas e educativas [9].

Desse modo, entende-se que as discussões a respeito da conservação da biodiversidade, considerando seus diversos aspectos, devem ser promovidas, principalmente, nos ambientes formais de ensino. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) ressaltam a abordagem de determinados temas que envolvem diversos aspectos da biodiversidade. O documento também destaca que o conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento humano, ao aproveitamento de **recursos naturais** e à utilização de **tecnologias** que implicam na intensa intervenção humana no ambiente. E que essa avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa [10]. No documento também é evidenciado que conhecimento acerca da biodiversidade é um dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Segundo o PCN, é essencial que os alunos percebam que os **desequilíbrios ambientais** intensificados pela intervenção humana, têm reduzido a diversidade biológica, o que está ameaçando a existência da própria vida no planeta. Nesse tema, importantes competências podem ser desenvolvidas, como analisar a distribuição da vida no planeta para perceber que, em determinadas regiões do globo, a biodiversidade é muito maior. Essas regiões, no entanto, geralmente coincidem com aquelas em que as desigualdades sociais são mais acentuadas e os índices de desenvolvimento humano são os mais baixos. Portanto, equacionar as questões relativas à manutenção da biodiversidade, nessas regiões, passa necessariamente por reduzir as **desigualdades sociais** [10].

A socialização dos conteúdos com as competências, habilidades e referências bibliográficas relacionadas à Biodiversidade auxilia na construção de uma sensibilização pública de valorização dos bens biológicos, em esfera local, via processo educacional.

A educação para ser considerada válida precisa, necessariamente, estar precedida de uma **reflexão** sobre o meio de vida concreto do homem, para que ele possa intervir nessa realidade e mudá-la [11].

De acordo com pesquisas, quando se educa para conservar a biodiversidade, o indivíduo estará preparado para enfrentar discussões pertinentes ao uso do **patrimônio** biológico de determinada região. Desse modo, as metodologias de ensino não podem considerar o aluno como um sujeito que apenas recebe informações passivamente. Uma educação preocupada com as diversas variáveis que envolvem a conservação da biodiversidade deve priorizar metodologias que propiciem a participação ativa dos alunos [12].

As atividades de aprendizagem precisam ser entendidas no contexto das demandas sociais que as geram, devem considerar que em diferentes culturas os processos de aprendizagem variam. Isso nos leva a outro fator que dificulta a aprendizagem, as diversas

tentativas de inserção dos mesmos métodos e conteúdos para públicos tão diversos, expostos a diferentes contextos sociais, desconsiderando a realidade dos indivíduos. Entende-se que se a situação não desperta o interesse, não motiva o aluno, e assim, dificilmente será capaz de gerar aprendizagem [12].

No entanto, a pequena variedade de estratégias didáticas empregadas por alguns professores, tão importantes na ação didática [13] [14], pode levar a uma dificuldade maior na assimilação pelo aluno de seu papel na atividade. O uso de recursos didáticos diversificados na sala de aula é fundamental na contextualização dos conteúdos curriculares, principalmente quando o objetivo é permitir que o aluno aplique o conhecimento discutido em sala em situações do cotidiano.

A experiência de elaborar e aplicar diferentes metodologias utilizando recursos didáticos diversificados durante a formação docente, tanto na inicial quanto na continuada, além de incentivar o



estudo, a criatividade e as habilidades, faz o docente repensar sobre os conhecimentos que possui, sobre os interesses e possibilidades relacionadas à faixa etária dos alunos e ainda sobre as formas de desenvolver o conhecimento [15].

Nesse sentido, o objetivo desta proposta é de apresentar aos estudantes e profissionais da biologia, bem como aos outros interessados, uma proposta de discussão sobre conservação da biodiversidade em diferentes níveis de ensino. Além de, discutir alguns fundamentos da Biologia da Conservação e sua utilização pelos professores e contextualizar os conteúdos biológicos tratados pelo tema, estimulando a reflexão em situações práticas que confrontam as necessidades dos seres humanos e prioridades de conservação ambiental.

## REFERÊNCIAS CITADAS

- [1] Convenção da Diversidade Biológica (CDB). 1992. *Artigo 13: Educação e Conscientização Pública*, Brasília.
- [2] Dajoz, R. 2005. *Princípios de Ecologia*. Porto Alegre, Artmed, 520p.
- [3] Miani, C. S. 2013. *Ensino de Biodiversidade: Análise do conceito em manuais e proposição de jogo digital educativo*. Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- [4] Caldeira, A. M. A.; Miani, C. S. & Brando, F. R. 2014. Ensino sobre biodiversidade no ensino médio: uma análise do tema em livros didáticos brasileiros. In: Kobayashi, M. C. M.; Pirola, N. A. & Rossi, F. *Cadernos de docência na Educação Básica III: contribuições da pesquisa para educação básica*. Editora Cultura Acadêmica, São Paulo.

- [5] Diegues, A. C. 1998. *O mito moderno da natureza intocada*. 2ª edição. São Paulo: Hucitec.
- [6] Wilson, J. 2003. *Educação ambiental em jardins botânicos: diretrizes para o desenvolvimento de estratégias individuais*. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos.
- [7] Monaco, L. M. & Marandino, M. 2010. Biodiversidade nos museus: discussões sobre a (in)existência de um discurso relativo à conservação em ações educativas dos museus de ciências. In: Marandino, M. *Olhares sobre os diferentes contextos da biodiversidade: pesquisa, divulgação e educação*. São Paulo: GEENF/FEUSP/INCTTOX, p. 13-29.
- [8] Marques, L.; Praia. J. & Trindade, V. 2001. *Geociências nos Currículos dos ensinos Básico e Secundário*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- [9] Soutinho, M. R. L. 2007. *Biodiversidade e Educação Ambiental no 1º ciclo do Ensino Básico*. Dissertação apresentada à Universidade

de Aveiro para obtenção do grau de mestre em Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico.

- [10] Brasil. 2000. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 58p.
- [11] Freire, P. 1980. *Conscientização: teoria e prática da libertação - uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Moraes.
- [12] Motokane, M. T.; Kawasaki, C. S.; Oliveira, L. B. 2010. Por que biodiversidade pode ser um tema para o ensino de ciências? In: Marandino, M. *Olhares sobre os diferentes contextos da biodiversidade: pesquisa, divulgação e educação*. São Paulo: GEENF/FEUSP/INCTTOX, p. 30-60.
- [13] Krasilshik, M. 2004. *Prática de Ensino de Biologia*. 4ª edição. São Paulo: EDUSP.
- [14] Haidt, R. C. H. 2004. *Curso de Didática Geral*. 7ª Edição. São Paulo: Ática.

- [15] Borges, R. M. R. & Schwartz, V. 2005. O papel dos jogos educativos no processo de qualificação de professores de ciências. *IV Encontro Ibero - Americano de Coletivos Escolares e Redes de professores que fazem investigação na sua escola.*

### Referências consultadas

- Almeida, A. C. 2007. Que razões para preservar a biodiversidade? Resultados de uma investigação. *Santiago de Compostela: I Congreso Internacional de Educación Ambiental dos países Lusófonos e Galicia.*
- Metzger, J. P. & Cassati, L. 2006. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. *Biota Neotropica*, 6(2): 1-23.
- Primack, R. B. 2010. *Essentials of Conservation Biology*. 5ª Edição. Sinauer Associates. 601p.

- Caravita, S.; Valente, A.; Pace P.; Khalil I.; Valanides N.; Berthou G.; Kozan-Naumescu A. & Clement P. 2008. Construction and validation of textbook analysis grids for ecology and environmental education. *Science Education International*, 19(2): 97-116.
- Anastasiou, L. G. C. & Alves, L. P. 2004. Estratégias de Ensino. In: Anastasiou, L. G. C.; Alves, L. P. (Orgs.). *Processos de ensino na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. 3ª Edição. Joinville: Editora Univille, p.68-100.

## ROTEIRO DIDÁTICO: Tomada de decisões

---

### Justificativa e objetivo da prática

Atividades que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem são ferramentas importantes nas aulas de Biologia. Nessas situações o aluno pode mobilizar conhecimentos, **solucionar problemas** e **tomar decisões** pautadas no conhecimento científico. As questões ambientais, devido a sua complexidade, são interessantes na elaboração desse tipo de atividade, pois, nessas **situações-problema** o aluno precisa utilizar seus conhecimentos, se posicionar e defender seus argumentos, assumindo um papel ativo durante sua aprendizagem. Desse modo, o objetivo desta atividade é permitir que os estudantes se posicionem em relação a questões ambientais que envolvem a **conservação da**

**biodiversidade**, utilizando o conhecimento biológico construído em sala de aula.

### **Duração da prática**

Aproximadamente 100 minutos (duas aulas).  
A prática foi desenvolvida para alunos do Ensino Médio.

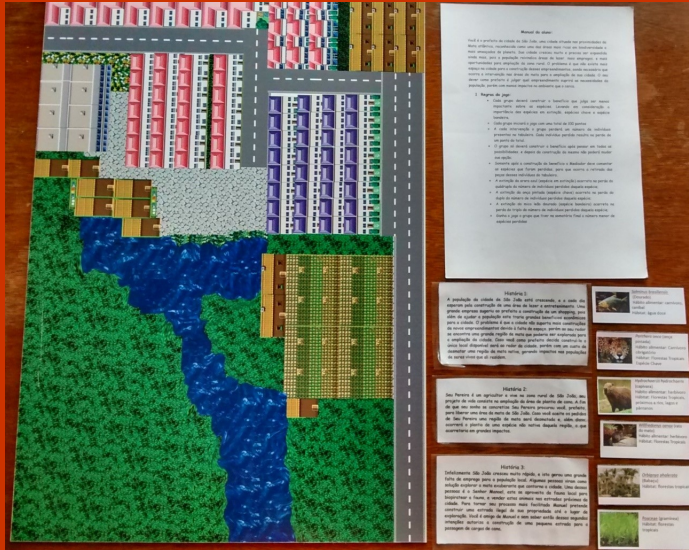
### **Etapas de realização**

A dinâmica consiste em dividir a sala em grupos (5 a 6 alunos), é interessante que os grupos sejam heterogêneos, para permitir a discussão de diferentes opiniões que possam surgir. O professor deverá preparar a atividade e levar os “kits” (manual do aluno, fichas com as situações-problema elaboradas, fichas das espécies presentes na região e suas respectivas características) montados para cada grupo. Além disso, os alunos precisarão de material para fazer anotações durante a prática. Um exemplo



de kit elaborado está representado na **figura 1**. É indicado o uso de livros e da própria internet para a consulta dos termos usados na prática.

Com o material devidamente distribuído o professor deve fazer uma orientação geral, para esclarecer como será feito o uso dos “kits” e qual objetivo é pretendido.



**Figura 1.** Exemplo de kit que pode ser elaborado para o desenvolvimento da atividade com os alunos. Adaptado do jogo desenvolvido em parceria com alunos da UNESP/Bauru.

Por se tratar de um tema abrangente, mediante a elaboração do kit, o professor tem a flexibilidade para trabalhar com diversos temas:

- Conceitos de ecologia (cadeia alimentar, teia alimentar, níveis tróficos, etc.)
- Importância das relações entre espécies e com o ambiente
  - Consequências da intervenção humana no ambiente
    - Poluição
    - Desmatamento
  - Introdução de espécies exóticas
  - Manejo de espécies
  - Biopirataria

## Desenvolvimento

Após a divisão dos grupos, entrega dos materiais e orientações gerais, fazer a leitura da situação problema:

*“Você é o prefeito da cidade de São João. Sua cidade cresceu muito e precisa de novas expansões, pois a população reivindica áreas de lazer, mais empregos, e mais oportunidades para ampliação da zona rural. O problema é que não existe mais espaço na cidade para a construção desses empreendimentos, sendo necessário que ocorra a intervenção nas áreas de mata para a ampliação da sua cidade. O seu dever como prefeito é julgar as propostas de*

*empreendimento que foram sugeridas por membros da comunidade e que podem suprir as necessidades da população, porém, com menor impacto para o ambiente e para as espécies que vivem nesse local. ”*

Então, cada grupo deverá ler as propostas de empreendimento (fichas com as situações-problema elaboradas pelo professor, alguns exemplos estão no Anexo 5), e discutir o que poderá ser feito. Solicitar que os grupos estabeleçam as relações entre as espécies por meio de uma teia alimentar que deverá ser esquematizada na folha de sulfite. Os alunos também devem distribuir as espécies no tabuleiro (botões coloridos), com intuito de visualizar a disposição e outras interações que possam ocorrer.

Algumas histórias sugeridas foram adaptadas do jogo desenvolvido em parceria com alunos da UNESP/Bauru durante a disciplina de Educação Ambiental no ano de 2014.

Por fim, é importante propor um debate em que cada grupo apresente sua escolha e sua defesa, nesse momento os outros grupos podem perguntar, dar sua opinião, questionar ações propostas. O professor deverá mediar o debate, inclusive trazendo informações sobre conservação da biodiversidade, questionando, permitindo uma reflexão a respeito do assunto.

### Proposta de avaliação

A atividade desenvolvida permite diversos momentos de avaliação ao longo do seu desenvolvimento e uma avaliação ao final do debate. A produção da teia alimentar ressaltando as relações alimentares entre as espécies, a elaboração do relatório, a apresentação do debate e as discussões estabelecidas funcionam como momentos que permitem a avaliação.

Cabe ressaltar que dependendo das situações que forem elaboradas pelo professor, não existe certo e errado, o que é relevante é observar como os alunos constroem seu raciocínio e usam o conhecimento biológico na tentativa de atender os **interesses dos seres humanos** e a **conservação da biodiversidade**. Após a aplicação da atividade e de acordo com a análise das produções dos alunos, o professor pode preparar um material ou uma aula de acordo com as dúvidas e principais dificuldades apresentadas pela turma.

## VIVÊNCIA DA ATIVIDADE NO WORKSHOP

---

A aproximação dos docentes com discussões biológicas atuais é fundamental para minimizar os efeitos da demora no processo de **transposição didática** de conteúdos nos materiais didáticos disponibilizados na escola. E até mesmo para proporcionar a compreensão de temas que não foram discutidos durante o período de formação inicial do docente ou que ele evita trabalhar na sala de aula, porque acredita não ter domínio pleno. Dessa forma, temos a apresentação teórica do tema como fundamental dentro da proposta do evento. Nos questionários, os professores abordam essa importância como “**atualização de conteúdos**”.

A discussão sobre aspectos que envolvem a conservação da biodiversidade com o grupo de

professores foi essencial no posterior desenvolvimento da prática, pois os conceitos apresentados foram utilizados durante toda a atividade proposta. Ficou evidente o interesse dos docentes pelo tema, muitos relataram que a rotina da sala de aula não permite, muitas vezes, esse momento de estudo aprofundado de um tema da Biologia e sua respectiva aplicabilidade em sala de aula.

Como o público alvo foi majoritariamente professores do ensino básico, o objetivo da prática foi que ao final eles conseguissem elaborar as histórias, denominadas **situações-problema**, para que a atividade fosse aplicada futuramente aos seus alunos. Para isso, a turma contendo cerca de 20 pessoas entre professores biólogos e estudantes de graduação em Ciências Biológicas foi dividida em dois grupos: **Grupo de verbalização (GV)** e **Grupo de observação (GO)**. Os grupos se organizaram em dois círculos, o



de observação externamente e o de verbalização na parte interna.

Essa metodologia foi adotada, pois, na construção do conhecimento, essa dinâmica possibilita melhores resultados por exigir dos participantes algumas operações do pensamento, como, o poder de síntese, o envolvimento com a situação, a interpretação, análise e críticas aos posicionamentos em questão, e a necessidade de pesquisas em livros e internet sobre as demandas que forem aparecendo [16].

A atividade que seria executada pelos alunos foi desenvolvida pelo GV, ou seja, a tomada de decisões sobre as áreas do mapa que seriam destruídas. Enquanto, o GO foi subdividido, os chamados atores sociais, em que cada grupo representava uma imagem pública: prefeito, ministério público, ONG, Comunidade tradicional e

Empresários. Em um primeiro momento o grupo interno verbalizou, expondo e discutindo o tema, enquanto o GO observava, registrava conforme a tarefa que lhe tenha sido atribuída. Posteriormente o GO ofereceu sua contribuição expondo e discutindo os diferentes pontos de vistas em relação à decisão tomada pelo GV.

A prática desenvolvida com o grupo de professores foi adaptada para funcionar como momento de **reflexão** sobre o tema, com intuito de permitir no grupo um efeito que pudesse resultar em ações específicas de cada professor com sua turma e não somente a apresentação de um material pronto que não pudessem utilizar em suas aulas. No início o grupo se mostrou resistente à ideia, afirmando que gostariam de utilizar a proposta finalizada, porém, com o desenvolvimento da atividade os professores se envolveram e participaram ativamente compreendendo o objetivo proposto.

A atividade de “tomada de decisões” apresentada foi utilizada como um exemplo do que pode ser feito pelo professor em sala de aula. Ao final da discussão, os professores elaboraram uma situação-problema no formato de “história” que poderia ser utilizada para a discussão de conservação de biodiversidade no Ensino Básico (Quadro 1). A autonomia do professor para desenvolver suas próprias atividades práticas de acordo com o seu grupo de alunos e sua realidade escolar é fundamental, assim, entendemos que contribuir para o desenvolvimento da autonomia do professor é mais importante do que apenas apresentar atividades práticas prontas.

**Quadro 1.** Situação de aprendizagem elaborada pelo grupo de professores.

<b>A construção de uma hidrelétrica</b>
<p><i>“Apresentar aos alunos um mapa com duas áreas que podem ser destinadas a construção da hidrelétrica, ressaltando que existe uma área de nascente e a importância da água para os seres vivos. Descrever os conflitos de interesses da população representados por empresas que irão se beneficiar com a construção e de membros da comunidade, benefícios e prejuízos para as cidades próximas. Com isso, o aluno seria instigado à escolher entre duas áreas qual seria o melhor local para a construção da barragem”.</i></p>

Ao final da atividade notamos que os professores se sentiram motivados com a dinâmica que foi estabelecida e que consideraram a prática de “tomada de decisões” como algo possível de ser feito com seus alunos. Podemos observar essa motivação no questionário de avaliação preenchido pelo grupo de professores. Os questionários e as falas dos professores durante a atividade revelam que, todos

consideram a utilização de práticas como recurso didático essencial para o ensino, como facilitadoras da aprendizagem dos alunos. Eles consideraram a prática de “tomada de decisões” como uma abordagem lúdica que se aproxima de um jogo com capacidade de motivar.

Por meio da análise dos questionários também foi possível perceber que os professores consideraram a prática apresentada como relevante no contexto do ensino de Biologia. Todos afirmaram que ela permite que o aluno desperte o interesse e comece a pensar sobre questões ambientais. Os professores afirmaram que a “tomada de decisões” representa uma novidade como forma de abordar conteúdos em sala de aula.

No entanto, durante a discussão da atividade prática “tomada de decisões” foi possível perceber alguns problemas que podem surgir em sua aplicação

na sala de aula. A primeira dificuldade é o **tempo**, a atividade foi prevista para duas aulas de 50 minutos e se o professor não conseguir conduzir e dosar o tempo destinado para cada momento, ele poderá ter dificuldade em encerrar a atividade da maneira correta, impossibilitando o debate de encerramento.

A segunda ressalva está relacionada com a competição entre os alunos. Para algumas atividades, a competição pode ser interessante, entretanto, a prática “tomada de decisões” não visa estabelecer ganhadores e perdedores. O objetivo da prática é permitir que os alunos usem seus conhecimentos e tomem suas decisões de maneira crítica e pautada em argumentos plausíveis. Quando tratamos de questões complexas como problemas ambientais, dificilmente é possível determinar o certo e o errado, já que tudo depende de um conjunto de fatores e de interesses. Desse modo, o professor deve conduzir a atividade

sem utilizar o recurso competição para motivar a participação dos alunos.

A última dificuldade que observamos é com relação ao tipo de situação de aprendizagem que o professor pode elaborar. As situações de aprendizagem (histórias disponibilizadas aos alunos) devem ser claras, objetivas e, principalmente, devem permitir uma ampla discussão de situações complexas, mas adequadas ao público alvo. O grande desafio é a elaboração dessas histórias, pois elas são a chave da atividade. Um dos professores disse que uma possibilidade é trabalhar com um problema local, próximo do contexto do aluno, o que poderia facilitar o envolvimento na atividade.

Após a atividade ter sido aplicada, algumas considerações gerais podem ser mencionadas. Em um primeiro momento, percebeu-se que os professores da rede básica gostariam que passássemos a atividade

pronta para que eles aplicassem com seus alunos. Somente após a aplicação da prática, eles perceberam que o objetivo seria justamente tornar eles capazes de construir atividades semelhantes, sem que fosse necessário partir de um recurso já pronto.

Nesse sentido, notou-se uma grande diferença entre a participação dos alunos de graduação em Ciências Biológicas e os professores. Os alunos procuravam aprender sobre o como fazer a metodologia de construção do jogo, enquanto os professores tinham como principal atenção o próprio jogo, seus conceitos e regras. Essa diferença foi percebida através dos comentários, entretanto não foi percebido um prejuízo na aplicação da atividade.

Como produto final da atividade foi construída uma situação-problema a ser trabalhada futuramente com os alunos. Essa tarefa foi cumprida coletivamente por todo grupo e realizada com êxito.



Segundo um dos professores: “*Nesse tipo de atividade os alunos se envolvem mais, pois, o tema fica mais próximo da realidade deles. As aulas rendem mais, se tornam mais atrativas e eles conseguem desenvolver um raciocínio, tomar decisões e construir argumentos*”, de forma que é possível perceber o valor e necessidade de atividades práticas, contextualizadas aos conteúdos ensinados/aprendidos em sala de aula e a importância que o papel do professor tem de orientação e direcionamentos para tomadas de atitude.



E EU COM ISSO? COMO  
TRABALHAR CONCEITOS  
ECOLÓGICOS A PARTIR DE  
SITUAÇÕES DO COTIDIANO  
DO ALUNO

MSC. ROBERTA MONTANHEIRO PAOLINO<sup>1,3</sup>

MSC. JOANA CARVALHAES BÓRBA DE ARAUJO<sup>1,3</sup>

MSC. NIELSON PASQUALOTTO<sup>1,3</sup>

MSC. LAURA DE CASTRO LAMONICA<sup>2,4</sup>

## INTRODUÇÃO

---

Tradicionalmente, há nas escolas brasileiras uma preocupação dos professores em cumprir o currículo escolar, restrito ao material didático compartimentalizado [1] e, portanto, muitas vezes distante da realidade dos alunos. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca deixa enorme lacuna na formação dos estudantes, uma vez que sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo e, por consequência, a aprendizagem significativa [2].

Diante disso, os PCNs propõem um ensino focado no desenvolvimento de competências, o que significa considerar os conteúdos como meios e não fins da aprendizagem [3]. *“Um ensino por competências nos impõe o desafio de organizar o*

**1 Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP**

**2 Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade – Escola de Artes Ciências e Humanidades – USP**

**3 Laboratório de Ecologia e Conservação – USP Ribeirão Preto**

**4 Agenda Ambiental**

*conhecimento a partir [...] de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir”* [4].

Cabe ao professor, então, escolher estratégias de se trabalhar o conteúdo de forma a aproximá-lo da realidade do aluno, valorizando conhecimentos prévios, considerando a interdisciplinaridade e a investigação. As **concepções prévias**, adquiridas pela vivência e pela cultura [2], são desencadeadoras de aprendizagem [3] e devem consistir no ponto de partida para a construção de uma compreensão sobre os fenômenos naturais [5]. Para essa construção, estudiosos do ensino de Ciências ressaltam a importância da **alfabetização científica** na educação escolar, por meio de atividades de caráter investigativo, discussão de conceitos, fatores éticos e políticos da Ciência, de forma a trabalhar com informações e situações do dia-a-dia do aluno,

incluindo reflexões sobre seu contexto [6]. Isso deve proceder-se por meio de sequências didáticas interdisciplinares [6], uma vez que as questões do **cotidiano**, inclusive aquelas relacionadas aos fenômenos naturais, apresentam caráter **interdisciplinar**. O professor tem papel de explicitar as inter-relações de um problema [1].

Assim, consideram-se formas de ensinar que aproximem o conteúdo da realidade do aluno e que instiguem seu potencial investigativo. O estudante deve adquirir autonomia, **senso crítico** e capacidade de avaliar e resolver problemas [7]. Essa educação consiste em uma oportunidade dos alunos tomarem decisões em suas próprias vidas com base em argumentos consolidados. Esse é o pressuposto básico da **educação para a autonomia**, proposta por Paulo Freire, o qual deve ser conquistado e construído a partir de decisões, vivências e da própria **liberdade**.

Apenas assim, o aluno poderá modificar seu entorno, cumprindo seu papel como **cidadão** [8].

Nesse sentido, nosso objetivo é apresentar possibilidades de se trabalhar conteúdos de **ecologia** em contextos cotidianos para os alunos, a partir de situações que os afetem e lhes despertem interesse, possibilitando, assim, que o aluno se sinta *“integrante, dependente e agente transformador do ambiente [...], contribuindo ativamente para a melhoria do meio”* [5]. Por fim, almejamos que a presente articulação permita reflexões sobre possíveis extrapolações além dos nossos exemplos.

Um primeiro exemplo da abordagem aqui proposta é trabalhar os conteúdos a partir de uma temática que interfira diretamente na vida dos alunos e que esteja em evidência nos meios de comunicação, como a *“crise hídrica”*. Dessa forma, o professor é capaz de chamar a atenção do aluno, pois pode

começar a aula perguntando: quantos deles já ficaram sem água em casa? Quais os problemas isso causou e qual a opinião deles a respeito disso? Assim, inicia-se um processo de investigação, através do qual o aluno perceberá a importância de conhecer o conjunto de relações na natureza, para compreender o papel fundamental das Ciências Naturais na tomada de decisão sobre problemas ambientais [5]. Além disso, esse tema possibilita relacionar conteúdos de biologia, química, física, geografia, bem como discutir aspectos sociais, econômicos e políticos, permitindo que o aluno se reconheça como ator das próprias consequências que ele vem sofrendo. Desta forma, adquira uma consciência de **consumo sustentável** e de atuação política. Assim, é um tema interdisciplinar, que atua como ponte para a Educação Ambiental, características recomendadas pelos PCNs [2] [4] [5].

No ano de 2014, a grave seca vivenciada no país, unida à má gestão dos recursos hídricos, fez com

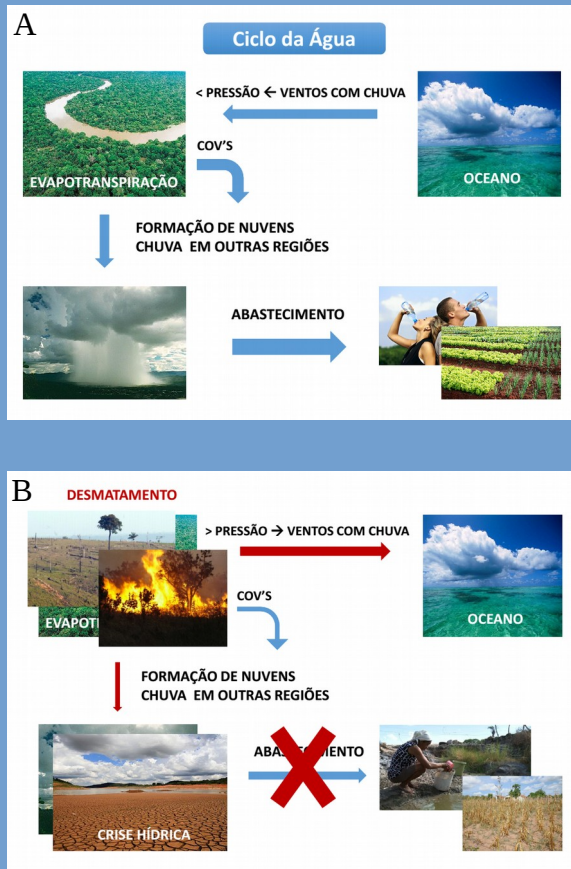
que o Sistema Cantareira, que abastece a grande São Paulo, chegasse a 2,9% de sua capacidade. Também no interior do estado de São Paulo, a falta de água atingiu mais de um milhão de pessoas em 10 municípios na região de Campinas. A seca no Sudeste atingiu a principal nascente do rio São Francisco, prejudicando gravemente cultivos e a navegação na região Nordeste [9]. Sabendo disso, o aluno pode ser questionado dos motivos que levaram a tal crise e, conseqüentemente, a uma mudança nos seus próprios hábitos em função do racionamento. Assim, para compreender as causas da crise hídrica, os conteúdos do **ciclo da água**, da formação das massas de ar e dos **padrões climáticos globais** precisam ser trabalhados.

Ao tratar o ciclo da água, é preciso ressaltar o papel de regulação do ciclo hidrológico pelas florestas e, portanto, as conseqüências do **desmatamento** para as **mudanças climáticas** (Figura 1). Por exemplo, o aluno pode pensar que ao viver em outra região do



país, não é afetado pelo desmatamento da Amazônia, e não se sente responsável por ele. Contudo, as plantas são fundamentais para fazer com que a água do solo retorne à atmosfera pela **evapotranspiração**, e vinte bilhões de toneladas de água por dia são transpiradas por todas as árvores na bacia amazônica [10]. Além disso, quase 90% de toda a água que chega à atmosfera, oriunda dos continentes, vem da transpiração das plantas. Essa água evaporada se condensa e forma nuvens, processo facilitado por gases emitidos pelas plantas na atmosfera, conhecidos como compostos orgânicos voláteis (COVs). A grande quantidade de evaporação e condensação gerada pelas florestas provoca mudanças de pressão que orientam a direção dos ventos, trazendo do oceano as massas de ar úmidas. Além disso, grande parte do vapor da atmosfera amazônica é exportada para outras regiões do continente, irrigando outras bacias hidrográficas e sendo, portanto, uma das principais causas das chuvas no Sudeste [10]. Assim,

o professor deixa claro ao aluno como o desmatamento da Amazônia pode ser fatal para a economia e a qualidade de vida em outras regiões do continente [10]. É possível, também, abordar os conteúdos dos Biomas brasileiros nesse tema, ao relacionar as características das florestas pluviais tropicais, perenes e latifoliadas, como a Amazônia e a Mata Atlântica, ao clima quente e úmido, além das consequências da enorme devastação da Mata Atlântica para a água e o solo [11].



**Figura 1.** Ciclo da água e consequências do desmatamento. **A.** Papel da vegetação na formação das chuvas, possibilitando o abastecimento da população. **B.** Impactos do desmatamento na regulação do ciclo hidrológico, uma das causas da crise hídrica, que prejudica o abastecimento. **Fonte:** Nobre, 2014.

Nas regiões em que o abastecimento de água para a população é dado pelos **lençóis freáticos** e **aquíferos**, é importante ressaltar o papel das matas nas regiões de recarga, descompactando o solo e permitindo a infiltração da água. O conceito das **matas ciliares** aparece nesse contexto, pois elas protegem as nascentes e os rios, evitam a erosão e assoreamento, além de manterem a biodiversidade [10]. Além disso, o tema **poluição** se encaixa como um dos motivos pelos quais não se usa a água de alguns rios urbanos, com porte suficiente para o abastecimento, devido ao encarecimento do processo de tratamento. Nesse tema, devem ainda ser tratados os aspectos políticos e sociais, evidenciando as causas da crise relacionadas à **má gestão ambiental**, dado, por exemplo, que um quarto da água proveniente da Represa da Cantareira é perdido por desperdício no sistema de transmissão [12]. Assim, o aluno passará a compreender as consequências de não se preocupar com o destino do seu lixo, do esgoto, com o desperdício, de consumir

de forma exagerada, bem como a importância de cobrar ações das autoridades.

Além do ciclo biogeoquímico da água, os ciclos dos demais elementos, como carbono e nitrogênio, podem ser trabalhados através de uma questão básica na vida dos alunos: os alimentos que comem todos os dias. Conteúdos como a **ciclagem de nutrientes**, formação e retenção do solo, **controle biológico**, **polinização**, assim como a própria produção de parte desses alimentos, podem ser tratados em sala de aula partindo da alimentação dos alunos. É fundamental que eles entendam que todos esses conteúdos estão ligados a **funções ecossistêmicas** que provêm, ao ser humano, serviços valiosíssimos [13] [14].

O professor pode traçar sua sequência didática, com o objetivo de mostrar ao aluno o que é preciso para que os alimentos cheguem até sua mesa.

A existência da **atividade agrícola** e, conseqüentemente, grande parte da produção de alimentos, só é possível pela existência de processos como a formação e retenção do **solo**, que auxiliam na prevenção de danos que a erosão poderia causar a essas áreas. A formação do solo é um processo muito lento que se dá pela desintegração das rochas e pelo acréscimo gradual de matéria orgânica [15]. A retenção do solo, por sua vez, depende de aspectos estruturais dos ecossistemas. A cobertura vegetal atenua a queda da água durante as chuvas, enquanto seu sistema radicular dificulta a compactação do solo. Ela torna o solo mais estável e, portanto, menos suscetível à **erosão** [13].

Ao analisar os sistemas hidropônicos de cultivo de plantas, é possível ter uma ideia do custo econômico da ausência de solo na produção agrícola. Apenas para a construção do suporte físico para esse tipo de atividade, é estimado cerca de US\$55.000,00

por hectare [14]. Além disso, a qualidade dos solos depende de outra função ecossistêmica: a **ciclagem de nutrientes**. Carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre, elementos-traço (e.g. ferro, zinco, etc.) e macro nutrientes (cálcio, sódio, potássio, magnésio e cloro) são recursos essenciais à existência e crescimentos de todas as formas de vida. Logo, a constante ciclagem desses nutrientes, promovida por microrganismos do solo e por organismos migratórios (e.g. aves, mamíferos, peixes, etc.), é fundamental para manutenção da fertilidade local dos solos e distribuição de nutrientes entre ecossistemas. Com isso, os solos se mantêm “saudáveis”, férteis e produtivos, tornando a produção agrícola mais **rentável** [13].

Outro processo ecológico essencial à produção de alimentos é a **polinização**, conceito que tem o potencial de discutir interações ecológicas e coevolução através da relação inseto-planta. A

polinização animal é fundamental para a reprodução das angiospermas. Das espécies para as quais se conhece a forma de polinização, mais de 90% delas dependem de um animal para desempenhar essa tarefa [16]. Especificamente, em relação às plantas cultivadas para produção de alimento, cerca de 75% delas dependem de polinização animal, a qual é frequentemente realizada por abelhas (Figura 2), mas também por moscas, borboletas, pássaros e morcegos. Parte dessa polinização é realizada por abelhas domesticadas (e.g. abelha europeia, gênero *Apis*), no entanto, a maior parte desse processo é realizada por animais selvagens. No Reino Unido, por exemplo, cerca de dois terços de toda a polinização é feita por uma ampla variedade de insetos selvagens, que necessitam de *habitats naturels* para se reproduzir e se manterem vivos, quando as culturas não estão florescendo. Sem essas áreas nativas e com uso excessivo de inseticidas na agricultura, tais polinizadores tendem a desaparecer, gerando



significativa perda econômica. Isso, porque a polinização de plantações agrícolas, realizadas por insetos, gera cerca de £440 milhões por ano para a economia do Reino Unido, oferecendo, portanto, um **serviço ecossistêmico** de grande relevância [17].



**Figura 2.** Algumas das culturas agrícolas dependentes de polinização por abelhas. Fonte: Sem Abelha Sem Alimento ([www.semabelhasemalimento.com.br](http://www.semabelhasemalimento.com.br)).

Ainda no âmbito das **interações ecológicas**, o professor pode aproveitar para tratar de um tema que possui grande apelo entre os alunos, pois trabalha conteúdos biológicos sobre algo que os afeta diretamente: as doenças infecciosas e **epidemias urbanas**. Tradicionalmente, esse tema é abordado apenas no âmbito da patologia, ilustrando **ciclos de patógenos** entre hospedeiros e vetores. Não se deve perder de vista, entretanto, que, via de regra, toda epidemia tem sua origem em algum **desequilíbrio ecológico** (Figura 3). Assim, pode ser interessante aproveitar o contexto para trabalhar, adicionalmente, conteúdos ecológicos.



**Figura 3.** Acúmulo de lixo como criadouro de caramujos africanos em ambiente urbano. **Fonte:** Jornal A Crítica, 2013.

Neste início do século XXI, a epidemia que tem ganhado mais destaque nos noticiários é a **dengue**, considerada a mais importante das doenças virais transmitidas por artrópodes no mundo. A **dengue** é transmitida por mosquitos do gênero *Aedes*, sendo o *Aedes aegypti* seu principal vetor. Esse mosquito é encontrado no meio urbano, reproduzindo-

se em depósitos de água parada. A proliferação do vetor é intensificada pelo êxodo rural, que leva a um crescimento desordenado das cidades sem condições adequadas de saneamento básico e, principalmente, sem direcionamento apropriado do lixo, que frequentemente torna-se criadouro do mosquito [18]. A adaptação desses vetores às condições ambientais criadas pela interferência humana é chamada sinantropia ou domiciliação [19]. Outro fator que contribui para o crescimento demográfico do *Aedes aegypti* é a ausência de predadores naturais nas cidades, como aranhas, libélulas, sapos, peixes e aves. Nesse sentido, têm se proposto diversas alternativas de controle biológico por predadores da fase aquática (larval) e aérea do mosquito [20]. Entretanto, esse desequilíbrio ecológico é difícil de ser revertido e as estratégias implementadas não obtiveram os resultados esperados [19]. Diante desse cenário, conceitos como: interações ecológicas, cadeias e redes alimentares, equilíbrio de ecossistemas e destino

adequado do lixo, podem ser facilmente trazidos à tona em sala de aula.

Outra virose que sempre permeia as conversas dos estudantes e que deve ser discutida em sala de aula é a **AIDS**, transmitida pelo vírus HIV. Tradicionalmente abordada em termos de prevenção de doenças sexualmente transmissíveis, raramente essa doença é aproveitada para levantar discussões ecológicas, muito embora se trate de um exemplo extremo das consequências do impacto humano sobre o meio ambiente. Isso, porque a teoria mais aceita para a sua disseminação estabelece que, as primeiras pessoas a contraírem o vírus teriam se contagiado através da **caça** de chimpanzés em função da falta de higiene e contato com o sangue dos animais [21] [22].

Outras doenças também estão relacionadas à expansão humana sobre áreas nativas. É o caso da **hantavirose**, transmitida por roedores silvestres cujas

populações aumentam pela substituição das matas por monoculturas e pela diminuição dos predadores naturais [23] [24]. Também, da febre amarela transmitida por mosquitos. No caso desta última, acredita-se que os seres humanos só são incluídos no ciclo patogênico diante do declínio nas populações de outros primatas, tradicionais hospedeiros [25]. Na região de Ribeirão Preto - SP, um exemplo ainda pouco mencionado na mídia, mas cada vez mais presente, é o crescimento populacional do **caramujo gigante africano, representado na figura 3**. Ele é o hospedeiro do nematoide *Angiostrongylus cantonensis*, um dos causadores da **meningite**. Nesse caso, a ausência de predadores naturais pode ser explicada não só pelo desequilíbrio ecológico urbano, mas pelo fato da espécie ser exótica [26], o que possibilita ao professor a discussão de conceitos como nicho ecológico, coevolução e invasão.

Todos esses exemplos aqui sugeridos buscam evidenciar como o conhecimento ecológico pode ser trabalhado de forma a fazer sentido na vida do aluno, para que ele interiorize os conteúdos ao compreender que esses o afetam diretamente. Por meio deles, o aluno entenderá que seu bem-estar depende do equilíbrio dos ecossistemas [27]. Isso, porque os processos ecossistêmicos desempenham funções importantes, fornecendo bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas, direta ou indiretamente [28]. Mais do que isso, ele verá que faz parte desses processos, que é um ator importante, pois suas atitudes têm consequências sobre os ecossistemas e sobre seu próprio bem-estar.

## REFERÊNCIAS CITADAS

- [1] Levinson, R. 2002. Transversalidade e interdisciplinaridade: organizando formas de conhecimento para o aluno. Universidade de Londres/Inglaterra. In: Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores (Brasília, 2001). Marilda Almeida Marfan (Org.). Brasília: MEC, SEF, 10-16.
- [2] Brasil. 1998. *Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries): Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF. 138p.
- [3] Bizzo, N. & Kawasaki, C. S. 1999. Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de Ciências. *Projeto – Revista de Educação: Ciências*, 1, 25-32.
- [4] Brasil. 2007. *Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e*



*Tecnológico. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio+) – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.* Brasília: MEC/SEMTEC. 144p.

- [5] Brasil. 1997. *Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais (1ª a 4ª séries): Ciências Naturais.* Brasília: MEC/SEF. 136p.
- [6] Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. 2008. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3): 333-352.
- [7] Vinturi, E. F., Vecchi, R. O., Iglesias, A. & Ghilardi-Lopes, N. P. 2014. Sequências didáticas para a promoção da alfabetização científica: relato de experiência com alunos do ensino

- médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 9(3): 11-25.
- [8] Freire, P. 2011. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 143p.
- [9] Rede Sustentabilidade. 2014. País vive crise hídrica e falta de água muda a realidade dos brasileiros no Sudeste. *Rede Sustentabilidade*. 27 out. Disponível em: <<http://redesustentabilidade.org.br/pais-vive-crise-hidrica-e-falta-de-agua-muda-a-realidade-dos-brasileiros-no-sudeste/>>. Acesso em: 19 de julho de 2015.
- [10] Nobre, A. D. 2014. *O Futuro Climático da Amazônia: relatório de avaliação científica*. São José dos Campos, SP. ARA: CCST-INPE: INPA. 40p.
- [11] Ricklefs, R. E. 2010. *A economia da natureza*. 6ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 546p.

- [12] Barifouse, R. 2014. *Maior crise hídrica de São Paulo expõe lentidão do governo e sistema frágil*. BBC Brasil, São Paulo. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/03/140321\\_seca\\_saopaulo\\_rb](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/03/140321_seca_saopaulo_rb)> Acesso em: 19 de julho de 2015.
- [13] De Groot, R. S.; Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41: 393-408.
- [14] Daily, G. C.; Alexander, S.; Ehrlich, P. R.; Goulder, L.; Lubchenco, J.; Matson, P. A.; Mooney, H. A.; Postel, S.; Schneider, S. H.; Tilman, D. & Woodwell, G. M. 1997. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology*, 2: 1-16.
- [15] Pimentel, D.; Wilson, C.; Mccullum, M.; Huang, R.; Dwen, P.; Flack, J.; Tran, Q.; Saltman, T. &

- Cliff, B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *Bioscience*, 47: 747–758.
- [16] Nabhan, G. P. & Buchmann, S. L. 1997. Pollination services: Biodiversity's direct link to world food stability. Chapter 8. In: Daily, G.C. (ed.): *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C, USA. 392p.
- [17] Goulson, D. 2012. Decline of bees forces China's apple formers to pollinate by hand. Acessado em: 15/07/2015. Disponível em: <[www.chinadialogue.net](http://www.chinadialogue.net)>.
- [18] Braga, I. A. & Valle, D. 2007. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 16(2): 113 – 118.
- [19] Tunes, S. 2011. Mosquitos: o perigo avança. *Pesquisa FAPESP*. 64: 46-50.
- [20] Andrade, C. S. F. & Santos, L. U. 2004. O uso de predadores no controle biológico dos mosquitos, com destaque aos *Aedes*. Disponível em:

<[http://www2.ib.unicamp.br/profs/eco\\_aplicada/arquivos/artigos\\_tecnicos/C%20B%20de%20mosquitos%20eu+lu%202004.pdf](http://www2.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/arquivos/artigos_tecnicos/C%20B%20de%20mosquitos%20eu+lu%202004.pdf)> Acesso em: 21 de julho de 2015.

- [21] Gao, F., Bailes, E., Robertson, D. L., Chen, Y., Rodenburg, C. M., Michael, S. F., Cummins, L. B., Arthur, L. O., Peeters, M., Shaw, G. M., Sharp, P. M. & Hahn, B. H. 1998. Origin of HIV-1 in the chimpanzee *Pan troglodytes troglodytes*. *Nature*. 397: 436-441.
- [22] Axt, B. 2006. 25 anos de Aids. Superinteressante 224. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/25-anos-de-aids>> Acesso em: 21 jul. 2015.
- [23] Santos, J. P.; Steinke E. T. & Garcia-Zapata, M. T. A. 2011. Uso e ocupação do solo e a disseminação da hantavirose na região de São Sebastião, Distrito Federal: 2004 - 2008. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 44(1): 53 - 57.

- [24] Werneck, K. 2014. Hantavirose silenciada - Expansão do agronegócio e falta de política pública específica agravam situação. Disponível em:  
<<http://amazonianativa.org.br/Noticias/Hantavirose-silenciada,2,230.html>> Acesso em: 21 jul. 2015.
- [25] Labossiere, P. 2008. Desmatamento e urbanização contribuem para aumento da febre amarela, diz especialista. Disponível em:  
<<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2008-01-15/desmatamento-e-urbanizacao-contribuem-para-aumento-da-febre-amarela-diz-especialista>> Acesso em: 21 jul. 2015.
- [26] Teles, H. M. S. & Fontes, L. R. 2002. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil. *Boletim do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo*. 12(1): 3 - 5.

- [27] Haines-Young, R. & Potschin, M. 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. Chapter 6. In: Raffaelli, D. & C. Frid (eds.): *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. BES Ecological Reviews Series, CUP, Cambridge, UK. 174 p.
- [28] De Groot, R. S. 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Groningen: Wolters Noordhoff. NL. 315 p.

### Referências consultadas

- Freire, P. 2011 *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 253p.

### Referências recomendadas

- Chassot, A. 2003. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*. 22: 89-100.

- Freire, P. 2011. *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. 17ª edição. São Paulo: Paz e Terra. 333p.
- Motokane, M. T. 2000. *Ensino de Ecologia: as diferentes práticas dos professores*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. Dissertação. 174p.
- Motokane, M. T. 2005. *Educação e Biodiversidade: Elementos do Processo de Produção de Materiais Pedagógicos*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. Tese. 108 p.
- Uvjari, S. C. 2011. *A história da humanidade contada pelos vírus*. Editora Contexto, São Paulo, 202 p.



## ROTEIRO DIDÁTICO: Ecologia do dia a dia

---

### Justificativa e objetivo da prática

O objetivo geral da prática é possibilitar ao aluno uma vivência sobre tomadas de decisões que podem repercutir em consequências para o ambiente natural e para a própria vida na sociedade, possibilitando reflexões acerca de **ações sustentáveis** do ponto de vista **financeiro** e de **qualidade de vida**.

Optou-se pela elaboração de um jogo nesse contexto, uma vez que são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Segundo os PCNs, os jogos “permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre

cooperação e competição em um contexto formativo” [4]. Além disso, o jogo permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino e mostra ao aluno uma nova maneira de se relacionar com o conteúdo escolar.

Dessa forma, pretende-se avaliar, na prática, se os conteúdos ecológicos foram incorporados e se efetivaram o processo de formação por meio do desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de tomada de decisões, a partir da análise de causas e consequências ponderadas. Isso, porque o jogo busca uma aproximação com a realidade, possibilitando reflexões sobre o balanço entre dinheiro e qualidade de vida, além de formas de lidar com imprevistos possíveis (**eventos surpresa**). Por fim, a prática visa incentivar o processo de investigação relacionado à alfabetização científica e à ampliação de reflexões sobre as ligações existentes entre o meio rural e urbano.

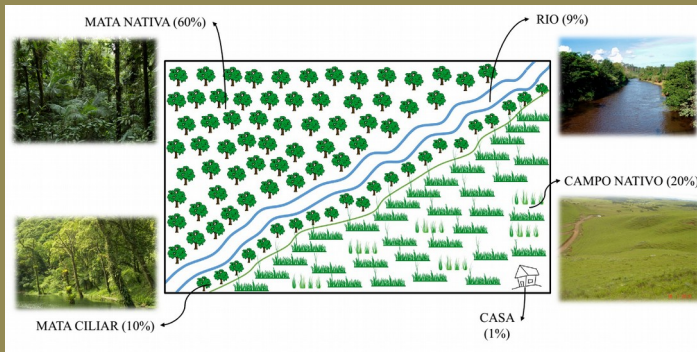
## Duração da prática

Para uma aula de 50 minutos, são sugeridos 10 minutos para a explicação da prática e divisão dos grupos; 25 a 30 minutos de jogo; 10 a 15 minutos para discussão e avaliação. Nesse caso, é aconselhável que o professor retome a discussão na aula seguinte. Porém, uma aula dupla é ideal para que haja mais tempo para o jogo e para a etapa de discussão e avaliação.

## Etapas de realização

Num primeiro momento, a sala deve ser dividida em grupos, sendo que se sugere um máximo de cinco alunos por grupo, de forma a possibilitar a participação ativa de todos nas decisões. Cada grupo representará o gestor de uma propriedade rural, sendo que todas as propriedades serão iguais inicialmente, consistindo em 70% de mata nativa (sendo 10% de

mata ciliar em cada margem do rio), 20% de área aberta (campo nativo) e 10% de rio e casa. Cada propriedade deve ser esquematizada em um mapa simplificado para acompanhamento das rodadas do jogo (Figura 4). Todos os grupos começarão com a mesma quantidade de verdinhas (\$ = 1500) e de qualidade de vida (♥ = 10).



**Figura 4.** Mapa ilustrativo da propriedade do jogo Ecologia do dia a dia.

O grupo que falir (zerar as verdinhas) ou morrer (zerar a qualidade de vida) sai do jogo. O vencedor será aquele grupo que obtiver, ao fim do jogo, o maior número de pontos. Cada uma verdinha contabiliza um ponto e cada coração contabiliza 50 pontos; assim, vencerá o grupo que melhor conciliar o máximo de qualidade de vida com o máximo de verdinhas, considerando-se que a qualidade de vida tem maior valor.

O jogo é desenvolvido em rodadas, sendo que, o número de rodadas fica a critério do professor, dependendo do tempo disponível. Cada rodada representa um ciclo de produção completo que contém, portanto, seus respectivos custos e retornos. Elas são compostas por cinco etapas: **gestão** (implantação e/ou manutenção), **tratamento**, **consequência**, **evento surpresa** e **saldo**. Durante a etapa “saldo” serão quantificados os lucros ou perdas (**em verdinhas e em qualidade de vida**) provenientes

do evento surpresa, da gestão e do tratamento adotados.

Em termos de **gestão**, na primeira rodada, cada grupo deve decidir quais ações ou cultivos irá iniciar na sua propriedade, e em quais porcentagens e localidades. Sugerimos, por exemplo, implantação de agrofloresta, extrativismo, monocultura de cana-de-açúcar e/ou de laranja, sendo que cada ação acarretará um custo inicial único, seguido de uma manutenção e um retorno por rodada, valores tais conhecidos pelos grupos para avaliação da decisão. Exemplos desses valores são apresentados na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Valores (custos, retornos e manutenção) para cada opção de gestão.

Ação	Custo (\$)	Retorno (\$)	Retorno (♥)	Manutenção (por rodada)
<b>Agrofloresta</b>	50 a cada 10%	40 a cada 10%	0	10 a cada 10%
<b>Extrativismo</b>	10 a cada 10%	20 a cada 10%	0	0
<b>Cana-de-açúcar</b>	100 a cada 10%	150 a cada 10%	-1	30 a cada 10%
<b>Laranja</b>	100 a cada 10%	130 a cada 10%	-1	20 a cada 10%
<b>Reflorestamento (a partir da rodada 2)</b>	50 a cada 10%	0	+1	0

A partir da segunda rodada, o grupo pode optar por manter a estrutura da gestão ou fazer modificações, pelo preço dos novos custos iniciais escolhidos. Além de poder decidir pelo reflorestamento em determinadas áreas anteriormente desmatadas, ação a qual também possui um custo inicial e um retorno em qualidade de vida, mas não apresenta manutenção, nem retorno em verdinhas. Essa gestão se repete, então, a cada início de uma nova rodada.

Sempre após a decisão de gestão, acontecerá a fase de **tratamento**, onde os grupos devem decidir como destinarão seus resíduos, ação para a qual pode haver duas opções: 1) **tratamento do próprio esgoto, compostagem, aterro sanitário e reciclagem**; ou 2) **despejo de esgoto no rio da propriedade e lixão a céu aberto**. A ação 1 terá custo de 100 verdinhas por rodada, porém com retorno de 10 verdinhas referentes ao adubo resultante da compostagem por rodada, além de 1 coração por rodada. Por outro lado, a ação 2 não apresenta custo, porém, quem optar por essa opção terá uma perda em qualidade de vida de 2 corações. Os grupos terão a opção de mudar a forma de tratamento dos resíduos a cada rodada, sempre após a gestão. Os valores dos tratamentos aqui relatados estão representados na tabela 2.



**Tabela 2.** Custo e retorno para cada opção de tratamento de resíduos.

Tratamento	Custo (\$)	Retorno (\$)	Retorno (♥)
Tratamento de esgoto, reciclagem, aterro e compostagem	100	10 de adubo	1
Esgoto no rio e lixão	0	0	-2

Após a decisão de tratamento, a cada rodada os grupos receberão as **consequências** pelas suas ações. Nesse momento, também, cada grupo recebe os retornos em verdinhas e qualidade de vida referentes à gestão e ao tratamento. As consequências são baseadas na porcentagem de área nativa (mata + campo) mantida na propriedade e no tratamento escolhido para cada rodada. Vale ressaltar que a atividade de extrativismo não envolve desmatamento e, dessa forma, áreas de extrativismo são consideradas ainda como nativas. Se o grupo manteve 60% de área nativa ou menos, suas consequências compreendem proliferação de pragas agrícolas (paga 30 verdinhas

em agrotóxicos e perde 1 coração) e perda de fertilidade do solo (paga 20 verdinhas em fertilizantes). Se o grupo manteve 30% de área nativa ou menos, sua consequência é, além das duas já citadas, a perda de polinizadores para plantio de laranja, agrofloresta e extrativismo (reduz 20 verdinhas no retorno dessas culturas e perde 2 corações). Para o caso do tratamento, os grupos que ficarem uma rodada sem tratar os resíduos (opção 2 do tratamento) não terão água limpa nos seus rios e terão um gasto com água de 50 verdinhas nesse momento. Além disso, se o grupo desmatar a mata ciliar, irá perder a qualidade da água do rio e, por isso, terá que pagar 20 de gastos com água e perderá 1 qualidade de vida.

Os **eventos surpresa** podem estar escritos em pedaços de papel em uma sacolinha, de onde serão sorteados ao fim de cada rodada, depois de aplicadas as consequências para cada grupo. Consistem tanto

em eventos climáticos quanto em situações não aleatórias, mas que podem surpreender os gestores. Exemplos de eventos surpresa possíveis para o jogo são: 1) **Investidor em ecoturismo**: os grupos que estiverem com o rio limpo e com pelo menos 30% de área nativa virgem recebem 50 verdinhas para cada 10% de área virgem. Vale ressaltar que, nesse caso, **áreas destinadas ao extrativismo não são consideradas áreas virgens**, apesar de se manterem nativas; 2) **Tempestade**: afeta as culturas (cana, laranja e agrofloresta), resultando em perda de 10 verdinhas a cada 10% dessas culturas; 3) **Cobrador de impostos**: aqueles que mantiveram mais áreas virgens pagam menos imposto, custo de 10 verdinhas a cada 10% de atividade econômica; 4) **Alta de mercado**: todo o lucro de produção é dobrado nessa rodada; 5) **Empresa de cosméticos**: lucro do extrativismo triplica nessa rodada; 6) **Ano de seca**: aqueles que tem o rio limpo perdem 50 verdinhas, e aqueles que tem o rio sujo perdem 150 verdinhas. Outros exemplos de

eventos surpresa podem estar relacionados a custos em tratamento de saúde para aqueles que têm poucos corações, fiscalização de atendimento ao código florestal (por exemplo, proporção de reserva legal e área de preservação permanente) ou qualquer outro evento que contribua com os objetivos do jogo. Aqui o professor tem liberdade para desenvolver o que considerar mais apropriado.

Após cada evento surpresa, inicia-se uma nova rodada, a partir da gestão, e assim segue o jogo.

Por fim, após o número de rodadas que o professor considerar conveniente para a sua aula, serão analisados os saldos de cada grupo. Os saldos são contabilizados pelos totais de verdinhas e de corações de cada grupo (Anexo 6 e Tabela 3) e, então, é feito o cálculo do número de pontos de cada grupo, o qual ditará a classificação das gestões. Os resultados devem demonstrar os riscos de se considerar os lucros

financeiros indiscriminadamente, sem se respeitar as condições ambientais, decisões que podem ser revertidas, inclusive, em prejuízos futuros. Além disso, pretende-se representar o grande valor da qualidade de vida, associada a ações ambientalmente corretas e respeitadas. “A discussão do jogo deve ser conduzida com base nas ações que levaram às melhores ou piores gestões, além de relacionar os conteúdos ecológicos às consequências ocorridas ao longo do jogo e às perdas e ganhos em qualidade de vida”.

Para uma maior aproximação dos alunos ao que foi apresentado no jogo, seria de grande interesse um estudo do meio com saída a campo para que os alunos visualizem áreas nativas e diferentes tipos de culturas. Além disso, é possível e aconselhável que a ideia do jogo seja extrapolada para o contexto urbano, envolvendo outros tipos de propriedades e decisões, as quais podem ser relativas à construção de uma

casa, aos hábitos de consumo (compra de produtos orgânicos ou com agrotóxicos, por exemplo) e à destinação de resíduos de maneira mais ou menos sustentável.

**Dica:**

Pode ser interessante a utilização de **fichas ou papéis coloridos que representem as verdinhas e a qualidade de vida**. Sugestões são papéis em forma de coração para a qualidade de vida e papéis verdes, cartas de baralho, bolinhas de bingo, milho ou feijão para as verdinhas. Mas pode-se simplesmente anotar os valores junto aos mapas das propriedades de cada grupo.

**Para os eventos surpresa**, sugerem-se pedaços de papel colocados em uma caixa ou sacola para sorteio. **Para a representação das propriedades** são sugeridas cartolinas, uma vez que podem ser retomadas em aulas seguintes, se necessário. Nesse caso, são necessários lápis ou canetas coloridas. Porém, a lousa é uma alternativa a essa opção.

É interessante que se **elabore um glossário** com os significados dos conceitos que aparecem ao longo do jogo, o qual ficaria disponível para consulta a qualquer momento por qualquer um dos participantes. Se conveniente, podem ser disponibilizados livros e textos científicos que tratem dos assuntos relacionados no jogo.

Por fim, para uma melhor organização das rodadas do jogo, a fim de se evitar confusões, podem ser utilizadas fichas para cada grupo anotar as etapas de cada rodada (**Tabela 3** está no **Anexo 6**).

## Proposta de avaliação

Pode-se avaliar o domínio dos conceitos de ecologia trabalhados em aula ao longo de todo o jogo, verificando-se de que forma os estudantes se apropriaram dos significados desses conceitos. Ainda, pode-se avaliar a capacidade de investigação dos alunos ao disponibilizar um material de consulta, como o próprio glossário, livros e outros textos.

Outra proposta seria uma auto avaliação de cada grupo com relação à estratégia adotada por ele: quais foram as ações que possibilitaram um ganho ou uma perda de pontos? Essa avaliação pode ocorrer por meio de um texto que busque articular as razões dos ganhos e perdas de pontos com os conceitos de ecologia trabalhados em aula.

Por fim, sugere-se a discussão de questões que abordem a relação dessa dinâmica rural com a



vida nas cidades que, dependendo do contexto da escola, podem estar mais próximas da realidade vivenciada pelos alunos. Pode ser discutido também, como as decisões e os eventos surpresa no campo interfeririam na qualidade de vida e na dinâmica de verdinhas na cidade e vice-versa.

## VIVÊNCIA DA ATIVIDADE

---

Ao todo, compareceram 10 participantes, entre eles professores da rede pública, privada, alunos de pós-graduação e de graduação.

A prática proposta teve uma boa aceitação entre os participantes, os quais ressaltaram a relevância de uma abordagem lúdica para diversificar a aula e fixar os conteúdos ensinados, dando aos alunos uma visão mais ampla sobre como os conceitos aprendidos se interconectam. Segundo os depoimentos dos educadores presentes, a aplicação de uma atividade didática alternativa estimula os alunos a participarem mais da aula, torna os conteúdos mais atrativos, além de facilitar o aprendizado. Outro aspecto positivo do jogo didático apontado pelos participantes foi o de que a prática possui uma

abordagem interdisciplinar, principalmente entre biologia e matemática.

Durante a experiência vivida no workshop, os participantes foram divididos em cinco grupos que adotaram estratégias bastante distintas, possibilitando uma discussão rica e heterogênea dos resultados obtidos. Alguns grupos basearam suas decisões no lucro em longo prazo, buscando manter um equilíbrio em relação à qualidade de vida, enquanto outro grupo buscou ganhar o máximo de dinheiro em curto prazo e quase foi eliminado por perda de qualidade de vida.

Ao longo das rodadas, alguns grupos preferiram manter praticamente inalterado seu plano de gestão inicial para evitar novos gastos de implantação, enquanto outros grupos foram adaptando as atividades econômicas de suas propriedades em busca de um melhor retorno de verdinhas e qualidade de vida. Todos os participantes logo se

conscientizaram da necessidade de manter certos limiares de áreas verdes para se manterem competitivos no jogo, e adotaram estratégias de compensação (reflorestamento) quando necessário.

Conforme planejado, os eventos surpresa tiveram papel determinante no direcionamento do jogo. Além disso, conforme os grupos sofriam as consequências de suas decisões, foi possível retomar os conteúdos de ecologia, mostrando que o jogo atingiu seu objetivo. A pontuação final provou que a prática cumpriu seu propósito, uma vez que os grupos mais pontuados foram justamente aqueles que adotaram estratégias ecologicamente conscientes, sem descuidar do lucro.

A aplicabilidade do jogo didático em questão, entretanto, depende tanto da realidade da escola quanto dos alunos. Como a prática é uma atividade em grupos, em uma sala de aula com um

número muito grande de alunos, as equipes seriam maiores e, assim, corre-se o risco de alguns integrantes de cada grupo não participarem ativamente da tomada de decisão. Para evitar esse problema, o professor pode dividir a sala em um maior número de grupos, contudo, isso pressupõe um tempo maior para a realização da prática ou um menor número de rodadas.

A questão do tempo necessário para o jogo foi um dos pontos mais discutidos durante o workshop, pois, geralmente, os professores não dispõem de muitas aulas em função de precisarem seguir com o cronograma. Dessa forma, algumas ideias surgiram para adaptar o jogo, a fim de torná-lo mais dinâmico. Uma delas foi a de que todas as etapas do jogo deveriam ocorrer em cada rodada, as quais seriam consideradas períodos completos. Isso, porque inicialmente, o retorno do investimento feito em cada rodada era computado apenas na rodada seguinte, o

que poderia causar confusão entre os alunos, segundo os professores, além de tomar mais tempo.

Além do problema do tempo da prática, outra dificuldade de aplicação levantada pelos participantes foi a de que muitos alunos possuem dificuldades em realizar operações básicas de matemática, como soma, subtração e multiplicação. Os professores relataram que mesmo alunos do ensino médio muitas vezes chegam até os últimos anos sem saber realizar essas operações, o que evidencia um problema grave no sistema de ensino no país. Dessa forma, a prática sugerida para o ensino de Ecologia pode ser utilizada como um exercício de matemática e, em função disso, pode ser interessante uma parceria entre os professores de Biologia e de Matemática caso haja essa necessidade. Assim, o professor de Matemática poderia usar uma de suas aulas para dar continuidade à prática auxiliando os alunos.

Fora os problemas apontados, os participantes também colaboraram amplamente com sugestões para aprimorar o jogo didático. Entre elas, foi recomendado repensar os valores de retorno e manutenção de algumas culturas que inicialmente não se mostravam suficientemente rentáveis para figurar como estratégias válidas. Outra ideia levantada foi a de aproveitar a prática para incorporar o ensino de informática em escolas que disponham dos recursos necessários para isso. Por exemplo, fazendo uso de planilhas do Excel para o cálculo dos custos e retornos de cada rodada. Por fim, uma última sugestão oferecida, para quando o tempo for muito restrito, foi incluir os custos de implantação/manutenção e os ganhos de retorno em um único valor de lucro líquido, agilizando assim, a contabilidade de cada rodada. Dessa forma, haveria um valor de retorno líquido para quando o grupo implantasse algo novo e um valor de retorno líquido para quando o grupo mantivesse suas atividades sem fazer nenhuma alteração. Tal sugestão,

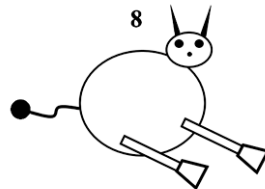
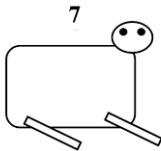
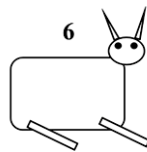
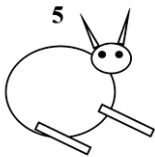
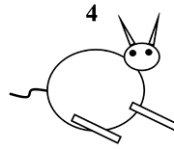
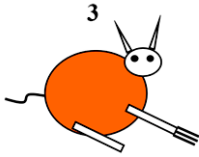
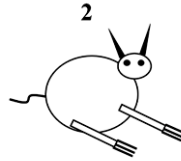
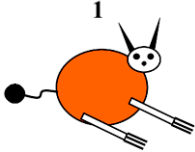
porém, não foi incorporada no roteiro da prática a princípio, pois se avaliou que é importante ensinar o aluno a lidar com valores positivos e negativos, tendo essa visão de que as atividades implantadas geram retorno financeiro bruto, mas também possuem custos.

Em síntese, a aplicação da prática foi muito proveitosa e contribuiu amplamente para o aprimoramento da proposta inicial. Os participantes mostraram-se envolvidos e dispostos a colaborar ativamente com o projeto. Sobretudo, os educadores presentes declararam-se bastante motivados a implementar esse jogo didático com seus alunos, o que de forma geral, era um dos principais objetivos deste trabalho.



# ANEXOS

Anexo 1. Formas hipotéticas  
utilizadas na atividade prática.



## Anexo 2. Lista de caracteres levantados para a análise filogenética.

- ❖ Garras anteriores.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Garras posteriores.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Cor.
  - Estado 0: branco.
  - Estado 1: colorido.
- ❖ Forma do corpo.
  - Estado 0: quadrado.
  - Estado 1: arredondado.
- ❖ Chifre.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Cauda.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Cor do chifre.
  - Estado 0: branco.
  - Estado 1: preto.
- ❖ Ornamento na cauda.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Nadadeiras.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.
- ❖ Nariz.
  - Estado 0: ausente.
  - Estado 1: presente.



### Anexo 4. Tabelas para o acompanhamento das rodadas do jogo "Na Ponta do Bico".

Mesa dos feijões			
Rodadas	Instrumentos	Quantidade	Melhores resultados
1º rodada	Pinça		1º lugar: ____
	Tesoura		
	Hashi		2ª lugar: ____
	Colher		
2º rodada			1º lugar: ____
Mesa dos papéis picados			
Rodadas	Instrumentos	Quantidade	Melhores resultados
1º rodada	Pinça		1º lugar: ____
	Tesoura		
	Hashi		2ª lugar: ____
	Colher		
2º rodada			1º lugar: ____
Mesa dos feijões e dos papéis picados			
Rodadas	Item	Quantidade	Melhor Instrumento
1º rodada	Feijões:		
	Papéis:		
2º rodada	Feijões:		
	Papéis:		

## Anexo 5. Exemplos de fichas com as situações-problema

### História 1

A população da cidade de São João está crescendo, e a cada dia esperam pela construção de uma área de lazer e entretenimento. Uma grande empresa sugeriu ao prefeito a construção de um shopping, pois além de ajudar a população este traria grandes benefícios econômicos para a cidade. O problema é que a cidade não suporta mais construções de novos empreendimentos devido à falta de espaço, porém ao seu redor se encontra uma grande região de mata que poderia ser explorada para a ampliação da cidade. Caso você como prefeito decida construí-lo o único local disponível será ao redor da cidade, porém com um custo de desmatar uma região de mata nativa, gerando impactos nas populações de animais que ali residem.

### História 2

Sr. Pereira é um grande latifundiário que vive na zona rural de São João, seu projeto de vida consiste na ampliação da área de plantio de cana. A fim de que seu sonho se concretize Seu Pereira procurou você, prefeito, para liberar uma área da mata de São João. Caso você aceite os pedidos de Seu Pereira uma região de mata será desmatada e, além disso, ocorrerá o plantio de uma espécie não nativa daquela região, o que acarretaria em grandes impactos.

**História 3**

Infelizmente São João cresceu muito rápido, e isto gerou uma grande falta de emprego para a população local. Algumas pessoas viram como solução explorar a mata exuberante que contorna a cidade. Uma dessas pessoas é o Sr. Manoel, este se aproveita da fauna local para vender estes animais nas estradas próximas da cidade. Para tornar seu processo mais facilitado Manuel pretende construir uma estrada ilegal de sua propriedade até o lugar de exploração. Você é amigo de Manuel e sem saber então dessas segundas intenções autoriza a construção de uma pequena estrada para a passagem de cargas de cana.

**História 4**

Uma grande indústria resolveu se instalar nas proximidades do rio Piracema. Com isso São João resolverá o problema da falta de empregos que afeta a estrutura da cidade. Porém a indústria produz resíduos químicos que serão despejados no rio, entretanto esta compensará os danos de sua instalação reflorestando outras áreas degradadas com plantas nativas, não causando danos a comunidade florestal. Você como prefeito deverá ceder ou não essa área para a construção da indústria.

Anexo 6: Tabela 3. Ficha para organização dos resultados por rodada para cada grupo.

Rodada	Gestão		Retorno Gestão (\$)	Tratamento (\$)	Retorno Tratamento (\$)	Consequência (\$)	Evento surpresa (\$)	Saldo	
	Implantação (\$)	Manutenção (\$)						S2	\$
0								10	1500
1									
2									
3									
4									
5									
								(x50)	(x1)
								Pontos	
								TOTAL	



# APOIO E PATROCINADORES



Ministério da  
**Educação**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA



# KASVI



**SCIENLABOR**  
EQUIPAMENTOS

