

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

Atividades didáticas: uma contribuição do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Botânica para o ensino

Organizadora: Tania Maria Cerati

Realização: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente



INSTITUTO DE BOTÂNICA



Governo do Estado de São Paulo
Geraldo Alckmin – Governador

Secretaria de Estado do Meio Ambiente
Ricardo Salles – Secretário

Instituto de Botânica
Luiz Mauro Barbosa – Diretor Técnico de Departamento

**Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal
e Meio Ambiente**
Célia Leite Sant'Anna – Coordenadora

CORPO EDITORIAL

Organizadora: Tania Maria Cerati

Editor Gráfico: KARINA MARGARET SILVA DAS NEVES

Capa - Projeto Gráfico: KARINA MARGARET SILVA DAS NEVES

Realização: INSTITUTO DE BOTÂNICA/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE

IMAGEM DA CAPA: ACERVO ICONOGRÁFICO DO INSTITUTO DE BOTÂNICA

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Cerati, Tania Maria (org.)
C411a Atividades didáticas: uma contribuição do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Botânica para o ensino / Organização Tania Maria Cerati - - São Paulo: Instituto de Botânica, 2017.
35p.; il.

Bibliografia.
ISBN: 978-85-7523-065-7

1. Botânica. 2. Meio Ambiente. 3. Ensino. I. Cerati, Tania Maria Org. II. Título.

CDU: 581.5

INSTITUTO DE BOTÂNICA
Caixa Postal 68041, 04045-972 - SÃO PAULO - SP - BRASIL

AUTORES*

Aluísio José Fernandes Júnior
Angélica Nunes Garcia
Athos Poli Rigui
Augusto Francener
Emanuela de Oliveira Joaquim
Fernanda Hurbath Pita Brandão
Luci Kimie Okino Silva
Mayara Ribeiro Casartelli
Monique Juras
Otávio Luis Marques da Silva
Rodrigo Fazani Esteves Sanches
Samantha Borges Faustino

* Alunos do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente

SUMÁRIO

Botânica

A importância da nomenclatura e a taxonomia na vida cotidiana	1
<i>Alúcio José Fernandes Júnior</i>	
Morfologia da família Orchidaceae	2
<i>Monique Juras</i>	
Ensino prático de morfologia vegetal, polinização e taxonomia vegetal	4
<i>Augusto Francener</i>	
Ensino prático de morfologia foliar como ferramenta para incentivar o ensino de Botânica	8
<i>Otávio Luis Marques da Silva</i>	
Prato de comida botanicamente diverso	11
<i>Fernanda Hurbath Pita Brandão</i>	

Meio Ambiente

A atividade antrópica como acelerador de processos de eutrofização	13
<i>Angélica Nunes Garcia</i>	
Líquens como bioindicadores da poluição atmosférica	17
<i>Samantha Borges Faustino</i>	
Por que devemos preservar os ecossistemas?	21
<i>Mayara Ribeiro Casartelli</i>	
Reprodução nos fungos basidiomicetos (cogumelos)	25
<i>Luci Kimie Okino Silva</i>	

Fisiologia Vegetal

Identificação de carboidratos: amido	27
<i>Emanuela de Oliveira Joaquim</i>	
Carbonização do açúcar	29
<i>Athos Poli Rigui</i>	
Fotossíntese	32
<i>Rodrigo Fazani Esteves Sanches</i>	

APRESENTAÇÃO

As plantas são essenciais para a sobrevivência do ser humano, contudo a sociedade não consegue “ enxergar ” as plantas e, tampouco, entender a sua importância ecológica, histórica, econômica e social. A incapacidade de se reconhecer a importância dos vegetais para a biosfera e para a vida cotidiana do homem gerou o conceito de cegueira botânica que inclui também a falsa noção de inferioridade das plantas em relação aos animais. A cegueira botânica nos desafia a criar estratégias para a realização de experiências educativas significativas, uma vez que no período escolar a Botânica é matéria preterida, deixada para o final do ano letivo e trabalhada de forma superficial. Estudos mostram que os professores não se sentem preparados para trabalhar os conteúdos por causa do excesso de nomenclatura e memorização que a matéria exige. Em geral, o Ensino de Botânica é fragmentado e descontextualizado da realidade do aluno.

Com o intuito de estimular um olhar mais apurado para o mundo vegetal no ambiente escolar, este material é destinado a professores que sentem a necessidade de aprimorar as aulas de Botânica e Meio Ambiente. São propostas atividades investigativas que estimulam os estudantes a usar suas habilidades para levantar hipóteses, coletar dados, buscar evidências e questionar, e assim, ter um papel ativo no entendimento dos temas propostos no currículo escolar. Dessa forma, esperamos tornar a Botânica um assunto mais prazeroso para os estudantes e que as plantas recebam a atenção necessária para o equilíbrio do planeta.

Esta publicação é um produto das ações da disciplina Estágio de Docência do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica. Foi elaborada pelos alunos que cursaram a disciplina no ano de 2015 e tem como objetivo incentivar e apoiar a realização de atividades práticas no Ensino Fundamental e Médio para melhorar compreensão de questões relacionadas à Botânica, Biodiversidade e Meio Ambiente.

Esperamos que as atividades aqui propostas contribuam para a diminuição da cegueira botânica e estimulem debates em sala de aula sobre a importância da preservação das plantas para a manutenção da biodiversidade, do meio ambiente e da espécie humana.

Tania Maria Cerati
Coordenadora do Estágio de Docência
Programa de Pós-Graduação do Instituto de Botânica

BOTÂNICA

A importância da nomenclatura e a taxonomia na vida cotidiana

Aluísio José Fernandes Júnior

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

A Taxonomia é a ciência que nomeia e classifica os seres vivos através das análises de semelhanças e diferenças na morfologia, genética, ecologia e outras fontes de dados. É uma ciência básica que oferece suporte para outras áreas dentro das Ciências Biológicas e áreas relacionadas como Farmácia e Bioquímica, Medicina e Ciências Agrárias. A nomenclatura é utilizada para reger as regras dos nomes das espécies proporcionando uniformidade à Taxonomia.

Tempo previsto: 2 aulas

Objetivo

O objetivo dessa ação didático-científica é mostrar a importância da nomenclatura botânica e a classificação taxonômica dos seres vivos relacionados à nossa vida cotidiana.

Conteúdo abordado

O conteúdo a ser estudado relaciona duas áreas intimamente relacionadas à Taxonomia e à Nomenclatura. A Taxonomia nomeia e classifica os seres vivos com base nas análises de semelhanças e diferenças entre eles. Os nomes das espécies são grafados de acordo com um sistema binomial, ou seja, utilizando dois nomes: o primeiro nome é do gênero seguido pelo nome específico de cada espécie. Este sistema foi criado por Lineu no século XVIII e há pelo menos 100 anos a nomenclatura é regida por um Código Internacional de Nomenclatura Botânica, no qual estão contidas as regras de como os nomes científicos das plantas devem ser escritos e publicados. A nomenclatura é regida por um código para que todos os cientistas do mundo possam “falar” e “entender” a mesma linguagem.

Séries sugeridas: 2º ou 3º Ano do Ensino Médio.

Materiais necessários - Para o desenvolvimento dessa atividade, os alunos precisarão de um caderno e uma caneta.

Para a atividade de campo, os alunos deverão ir a pelo menos dois supermercados para coletarem dados na seção de chás.

Proposta

Levantamento dos dados - Os alunos deverão visitar 2 supermercados e consultar as caixas do chá nas quais

estão listados os ingredientes e anotar exatamente como estão escritos (itálico, negrito ou normal). Será necessário anotar quais espécies de plantas fazem parte da composição dos chás incluindo: nomes científicos e dos autores das espécies, além dos nomes populares. Exemplo: Azedinha (*Hibiscus sabdariffa* L.).

Apresentação dos dados - Os alunos deverão identificar se os nomes estão grafados da forma correta, ou seja, se o gênero está escrito iniciando-se com letra maiúscula (*Hibiscus*) e o nome específico (epíteto) iniciando com letra minúscula (*sabdariffa*). Além disso, tanto o gênero quanto o epíteto devem ser grafados de forma que, o nome científico seja evidenciado em relação ao texto, geralmente são escritos em itálico. Depois do nome da espécie, deve vir o nome do autor (neste caso L. de Lineu), aquele que descreveu a espécie pela primeira vez, grafado com letra normal. Muitas vezes, os nomes são escritos de forma errada, não seguindo as regras de nomenclatura, em embalagens comerciais.

Após a apresentação dos dados, o professor deve mostrar a importância da Taxonomia e da Nomenclatura na vida cotidiana dos alunos. Para isso alguns pontos devem ser destacados:

- A importância da Nomenclatura para a padronização dos nomes científicos;
- Explicar que um nome popular pode estar ligado a várias espécies de plantas, inclusive de diferentes famílias. Por isso, sua utilização na medicina popular, baseada em nomes populares, deve ser mais criteriosa, pois a dosagem de princípios ativos das espécies de plantas podem ser diferente entre si, levando às vezes a intoxicação e/ou a morte;
- A importância da Taxonomia e dos taxonomistas para a identificação precisa das espécies tanto para indústria alimentícia quanto farmacêutica.

Onde pesquisar

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/bioclassificadosseresvivos1.php> (acesso em 19/8/2015).

https://pt.wikipedia.org/wiki/Nomenclatura_binomial (acesso em 20/8/2015).

https://pt.wikipedia.org/wiki/Nomenclatura_bot%C3%A2nica (acesso em 20/8/2015).

<http://blogdoenem.com.br/biologia-taxonomia-nomenclatura/> (acesso em 20/8/2015).

BOTÂNICA

Morfologia da família Orchidaceae

Monique Juras

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Devido ao nível de extinção de diversas espécies da família Orchidaceae, é extremamente necessário demonstrar aos alunos a importância destas plantas no habitat e auxiliar na sua identificação com intuito de preservação.

Tempo previsto: 2 aulas

Objetivo

- Analisar e comparar as estruturas morfológicas de flores de orquídeas em relação às outras famílias botânicas e discutir sua adaptação ao ambiente.

Discutir quais as diferentes atrações para a realização da polinização. Qual a função das cores e marcas presentes nas flores?

Conteúdo abordado

Características Morfológicas de Orchidaceae - Na família Orchidaceae o caule foi modificado em uma estrutura nomeada pseudobulbo (figura 1), cuja função é armazenar água e nutrientes em período de escassez destes. Elas possuem folhas simples demonstrando diversos formatos, espessuras e texturas; podem ser coriáceas ou membranacea dependendo do seu habitat e necessidade de adaptação. A principal característica em raízes de epífitas é a presença de velame, tal estrutura é formada por células contendo celulose e lignina que possui função de absorção e retenção da água por mais tempo (como em uma esponja).

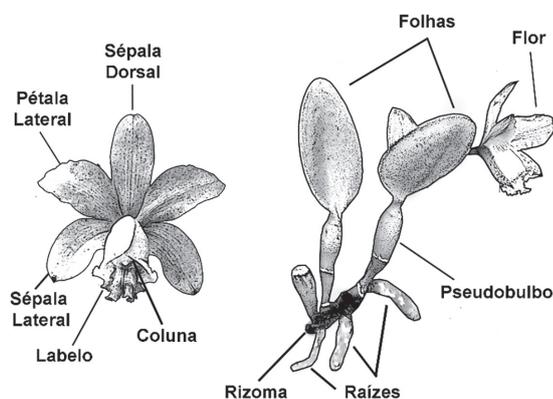


Figura 1. Morfologia e estruturas básicas de uma orquídea.

As flores são suas principais fontes de identificação de espécies, a morfologia básica de orquídeas consiste em flores com simetria bilateral, trímeras (possuem três sépalas e três pétalas) e normalmente são hermafroditas. Sendo a estrutura reprodutiva denominada coluna, que consistem na fusão do filete com o estilete, apresentando assim antera e estigma em uma mesma flor, no entanto existe uma membrana denominada rostelo entre antera e estigma para evitar a autopolinização. As orquídeas não possuem pólen como outras famílias botânicas; sua reprodução é efetuada pelo transporte de polínias, que consiste em aglomerados de pólen; as polínias possuem mecanismos que realizam fixação nos polinizadores, quando suas flores são visitadas, fazendo com que as polínias se grudem e sejam levadas a outra flor.

A polinização nas orquídeas é efetuada por animais, por este motivo as suas flores precisam de diversos atrativos aos polinizadores; apresentando diferentes fragrâncias e cores, produção de cera e até demonstrando a aparência da fêmea de um polinizador específico.

Normalmente, as cores presentes em suas flores selecionam determinados tipos de polinizadores, por exemplo, flores brancas tendem a atrair polinizadores noturnos como mariposas, devido melhor visualização de sua cor a noite. Algumas espécies ainda possuem venações, ou seja, listas em seu labelo simulando uma “pista de pouso”, com intuito de indicar ao polinizador onde seguir.

Séries sugeridas: Ensino Fundamental e Médio

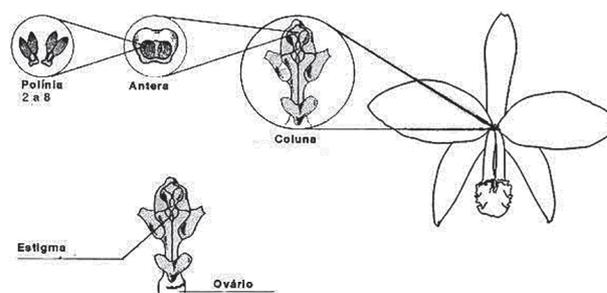


Figura 2. Demonstração da morfologia floral e estruturas reprodutivas.

BOTÂNICA

Materiais necessários - Para a aula prática serão necessárias uma flor de orquídea e outra flor de qualquer família botânica.

Proposta

Os alunos irão observar as flores, desenhá-las e indicar suas partes e diferenças. Após identificação a flor de orquídea será desmembrada para observação da região da coluna, para desenhá-la e indicar suas partes (inclusive rostelo e polínia). Após a observação os alunos passarão por discussões do tema, com questões sobre:

- Quais as diferenças dos materiais analisados?
- Qual a função das diversas cores e perfumes expelidos pelas orquídeas?
- Como ocorre a polinização?
- Qual a importância na preservação das espécies da floresta?

Onde pesquisar

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
<http://www.orquideasnoape.com.br/>
<http://orquideassemmisterio.blogspot.com.br/>

BOTÂNICA

Ensino prático de morfologia vegetal, polinização e taxonomia vegetal

Augusto Francener

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

A sistemática vegetal é uma ciência básica que oferece suporte para diferentes áreas das ciências biológicas. Sem o nome das plantas e o seu reconhecimento, seria difícil fazer o uso apropriado das plantas para áreas como a ecologia, anatomia, genética, farmácia e medicina, a citar como exemplos. A botânica como parte dos currículos básicos das escolas é muito negligenciada e os alunos acabam tendo um grande desinteresse para o seu estudo por diversos motivos, destacando-se a linguagem difícil de termos botânicos, a falta de vínculo com a realidade e a falta de aulas práticas (Melo *et al.* 2012). Citando como meu exemplo de vida, quando ingressei na faculdade de biologia, não tinha nenhum interesse para o estudo de botânica, especialmente pelos motivos supracitados. Mas quando me foram apresentados os conteúdos oferecidos na Universidade, me interessei, fiz estágio na botânica e acabei me tornando um taxonomista vegetal, que é aquele pesquisador que identifica, nomeia e classifica as espécies de plantas.

O ser humano sempre classificou as coisas que estão ao seu redor, e com as plantas não foi diferente, iniciando sua classificação desde os tempos da Grécia antiga. O pai da taxonomia é Carolus Linnaeus, que em 1753 publicou o marco inicial da taxonomia botânica moderna, sua obra *Species Plantarum* (figura 1).

Na figura 1 ao lado, podemos notar em sua obra como ele classificou as plantas, separando-as em grandes grupos utilizando como base para essa separação as flores. Ele agrupa nesse caso as plantas no grupo *Tetrandria, Monogynia*, ou seja, com quatro estames e com apenas um pistilo. Logo abaixo podemos ver o gênero *Leucadendron* incluso nessa classificação e várias espécies com suas características descritas em latim e sua localidade (ex. *Leucadendron racemosum*, foliis setaceis, flosculis distinctis racemosis. *Protea folis setaceis, floribus racemosis. Hort. Cliff 496. Habitat in Ethiopia.*)

O sucesso do sistema proposto por Linnaeus, foi sua classificação baseada principalmente na flor, o órgão da planta que é responsável pela perpetuação da espécie, com a produção de pólen e óvulos que posteriormente, esses óvulos serão fecundados pelo

pólen formando o fruto e a semente. Assim na evolução das plantas, a flor por ser tão importante para a espécie é um órgão que se mantinha muito conservado, sem sofrer muitas mutações, sendo a escolha ideal de Linnaeu para seu sistema de classificação.

Posteriormente, a taxonomia vegetal passou por várias transformações e a inclusão de novas áreas, surgindo assim a sistemática vegetal, que engloba vários ramos da ciência, destacando-se a morfologia vegetal, a taxonomia vegetal, a anatomia vegetal, a bioquímica, a biologia molecular e até mesmo componentes ecológicos, como a biologia da polinização.

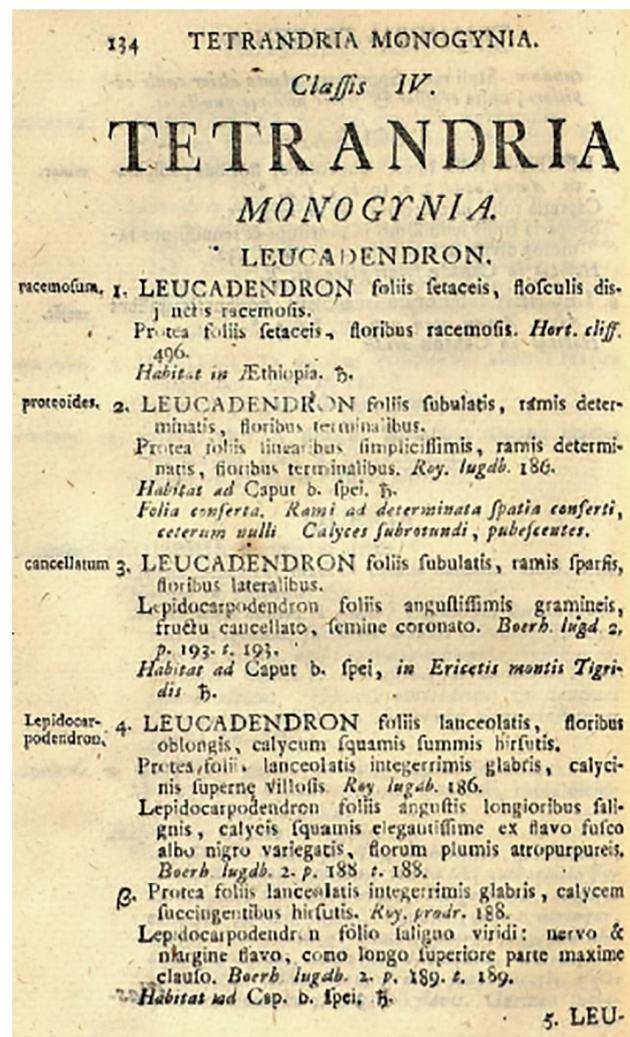


Figura 1. Página da obra *Species Plantarum* de Linnaeus (1753).

BOTÂNICA

Assim, nesse contexto é importante para o aluno ter a noção da importância da flor como órgão da planta para a perpetuação da espécie, suas relações bióticas, mas também como parte importante da sistemática vegetal para a classificação das angiospermas.

Tempo previsto: 3 aulas.

Objetivo

Abordar a botânica de forma prática e contextualizada, demonstrando a importância da sistemática vegetal e sua multidisciplinaridade. Espera-se que o aluno desenvolva uma visão mais ampla da morfologia vegetal ao realizar a observação das flores em campo e em laboratório/sala de aula, suas relações com polinizadores. Além do mais, este terá que organizar as plantas taxonomicamente, desenvolvendo assim também uma visão organizacional.

Conteúdo abordado

O conteúdo estudado relaciona duas áreas básicas da sistemática vegetal: a morfologia vegetal, que é o estudo das estruturas vegetais externas das plantas (Gonçalves e Lorenzi, 2011), suas formas e sua disposição, e a taxonomia vegetal que possui quatro componentes, a descrição, a identificação, a nomenclatura e a classificação das espécies (Simpson, 2006). Também será analisada a relação dessas plantas com seus polinizadores. O estudo será desenvolvido com as Angiospermas, que são as plantas que possuem flores e frutos com enfoque da morfologia externa das flores.

Séries sugeridas: alunos de ensino fundamental, do sétimo ano, e do ensino médio, de segundo ou terceiro ano.

Materiais necessários - Para a realização da aula será necessária a coleta de flores frescas, uma lupa de mão para a observação das estruturas florais, especialmente os estames e pistilos, sacos plásticos,

câmera fotográfica para registro das plantas em seu habitat.

A tabela 1 que será preenchida com as observações das plantas coletadas.

A área verde para coleta de material florido pode ser um parque ou uma área verde próxima à escola. Caso haja dificuldade propor aos alunos trazerem para a escola o material florido. Os alunos irão a campo e observarão diferentes flores (preferencialmente grandes). Com as lupas em campo os alunos podem realizar uma observação inicial da morfologia floral. A utilização de uma câmera fotográfica ou celular é necessária para registrar os detalhes florais. A tabela 2, exemplifica como devem ser preenchidas as informações da morfologia floral durante a atividade.

Proposta

A atividade será dividida em quatro momentos: pré-visita/preparação, coleta, análise do material e discussão dos resultados.

Pré-visita/preparação - O professor é o foco nesse momento da proposta. Cabe a ele definir o local da coleta e visitar esse local para fazer um levantamento visual das plantas que ali se encontram, e que estão floridas. Também é importante o professor uma aula antes, explicar a importância das plantas, da morfologia floral e principalmente do papel das plantas no meio ambiente.

Coleta - A coleta deverá ser realizada na área escolhida pelo professor e orientada por ele. A parte de preenchimento de dados será realizada tanto em campo, como na sala de aula ou laboratório, todavia no campo o enfoque principal é a coleta dos materiais e explicar aos alunos a importância das plantas para o meio ambiente, e sua relação com os outros seres vivos, especialmente os polinizadores das flores.

A coleta deverá ser feita de material florido, para que os alunos observem as pétalas, sépalas, estames e pistilos e seus números. Se for preferível pode haver

Tabela 1. Tabela para ser preenchida pelos alunos das espécies vistas em campo.

Nome da planta	nº de estames	nº de pistilos	nº de pétalas	Nome da planta	nº de estames	nº de pistilos	nº de pétalas	Cor pétalas	nº de sépalas	Cor sépalas	Polinizador

BOTÂNICA

Tabela 2. Exemplo de como preencher a tabela 1 com dados da morfologia.

Nome da planta	n° de estames	n° de pistilos	n° de pétalas	Cor pétalas	n° de sépalas	Cor sépalas	polinizador
Planta 1	10	5	4	Vermelha	5	Verde	Abelha
Ipezinho-de-jardim	4	1	5	Amarela	5	Verde	Beija flor
Sibipiruna	8	1	5	Amarela	3	Verde	Abelha
Manacá-da-serra	5	3	5	Lilás	5	Verde	Abelha
<i>Caesalpinia echinata</i>	8	1	5	Amarela	5	Verde	Abelha

a divisão em grupos de três ou quatro alunos para facilitar o trabalho. Tente dar preferência para flores grandes para facilitar a visualização dos detalhes florais ou fazer uso de lupas de campo. A análise deve ser realizada em sala de aula ou laboratório, levando esses materiais com sacos de coletas ou mesmo sacolas de supermercado. O número de materiais floridos a serem coletados deve ser entre 5 a 7 plantas.

Análise do material

O objetivo dessa etapa é a caracterização básica da morfologia floral, de possíveis polinizadores dessas plantas e também a caracterização taxonômica.

Caracterização morfológica

O professor deve apresentar aos alunos, as partes básicas de uma flor (figura 2), e pedir para eles desenharem essas flores, para fixação dessas estruturas básicas.

Então anotar para cada material o nome da planta, seja ela o nome comum, científico, ou mesmo um nome inventado, e o número das peças florais de cada uma das plantas coletas: sépalas, pétalas, estames e pistilos e suas cores. Preferencialmente os materiais devem ser levados para a escola essas anotações feitas lá.

Possíveis polinizadores

A partir da caracterização morfológica o professor deve mostrar aos alunos a relação das plantas com os seus possíveis polinizadores. O professor deve explicar aos alunos a questão da forma da flor, coloração, odores, que são importantes para evidenciar o tipo de polinizador, ou mesmo que essas plantas podem não ter polinizadores, ou sofrer autopolinização. Para mais detalhes consultar (Rech *et al.* 2014). É importante o aluno ter noção da importância ecológica que as plantas possuem,

visto que muitos não sabem dar uma aplicação no seu cotidiano para as plantas (Melo 2012), e a relação com os polinizadores é um caminho para demonstrar sua importância.

Caracterização taxonômica

Essa parte deve ser feita na sala de aula ou laboratório. Após os alunos terem anotado os números de peças florais de cada material coletado, o professor irá propor uma classificação taxonômica para os alunos. O professor deve explicar a importância da taxonomia e essa proposta que eles estão realizando era como Linneu iniciou a taxonomia no seu trabalho *Species Plantarum* (1753), separando as espécies em grandes grupos, baseado inicialmente no número de estames e pistilos. Aqui nessa proposta didática também inserimos as pétalas, sépalas e suas colorações para aumentar o número de caracteres. Os alunos irão agrupar as plantas inicialmente como Linnaeu fazia, baseado no número de estames e no número de pistilos.

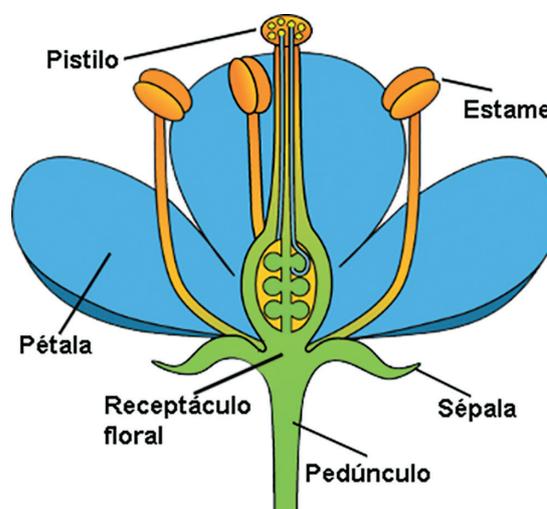


Figura 2. Estruturas básicas de uma flor.

BOTÂNICA

Posteriormente baseado no número de pétalas e no número de sépalas.

Discussão com os alunos

O professor deve instigar os alunos a discutir da importância da flor, das suas peças florais e assim os alunos podem discutir a função de cada uma das estruturas da flor, pétalas, sépalas, estames e pistilos, os diferentes formatos e o porquê desses formatos. O professor deve deixar claro aos alunos que a flor é o órgão reprodutivo das plantas, e assim despertar nos alunos a curiosidade de localizar as partes reprodutivas femininas (óvulos) e masculinas (pólenes), e como se dá o processo de fecundação. Junto com a caracterização morfológica, também é importante para os alunos discutirem acerca dos polinizadores, do formato da flor e como os polinizadores buscam os recursos florais, odores das plantas para atração de polinizadores, hora da abertura da flor, sua coloração, dentre outras características. E para concluir a importância da polinização que leva a formação dos frutos e sementes, que são tão importantes para a perpetuação da espécie, como parte da cadeia alimentar e também para os seres humanos, na alimentação.

Após a caracterização morfológica, relação ecológica com os polinizadores, os alunos devem então apresentar os grupos taxonômicos formados, quais espécies estão mais próximas e então discutirem por que dessa proximidade. Cabe ao professor explicar

a importância da flor para a taxonômica, como o órgão mais importante para a delimitação visto que é uma parte da planta muito conservada e se mantém constante entre grupos próximos em comparação por exemplo com as folhas, indumento ou hábito das plantas.

Onde pesquisar

- Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H.** 2011. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- Linnaeus, C.** 1753. *Species Plantarum*, 1 ed. Laurent Salvi, Stockholm. Disponível em <http://www.biodiversitylibrary.org/page/358445#page/1/mode/1up> (acesso em 27-VIII-2015).
- Melo, E.A., Abreu, F.F., Andrade, A.B., Araújo, M.I.O.** 2012. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. *Scientia Plena*, 8: 1-7.
- Rech, A.R., Avila Jr., R.S., Schindwein, C.** 2014. Síndromes de polinização: especialização e generalização. *In*: A.R. Rech, K. Agostini, P.E. Oliveira, I.C. Machado (orgs.). *Biologia da Polinização*. Projeto Cultura, Rio de Janeiro, pp. 171-181.
- Simpson, M.G.** 2006. *Plant Systematics: an overview*. *In*: M.G. Simpson (org.). *Plant Systematics*. Elsevier Academy Press, San Diego, pp. 3-16.
<http://www.polinizadoresbrasil.org.br/>
<http://www.funbio.org.br/polinizadores-do-brasil/>

BOTÂNICA

Ensino prático de morfologia foliar como ferramenta para incentivar o ensino de Botânica

Otávio Luis Marques da Silva

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Vários dos estudos botânicos, como a taxonomia, sistemática, ecologia, entre outros, se utilizam da morfologia vegetal para, por exemplo, entender as relações entre as espécies, considerando tanto o parentesco entre elas (taxonomia e sistemática) como suas interações com o meio ambiente (ecologia).

A morfologia vegetal é considerada uma disciplina de difícil compreensão e também uma das responsáveis pela aversão à Botânica que os alunos de graduação em geral apresentam. Souza & Gonçalves (2011) apresentam como possíveis razões a (1) a terminologia complexa, altamente baseada em helenismos e latinismos e (2) a falta de um padrão comparativo como aquele utilizado no estudo da biodiversidade animal, onde os alunos encontram mais facilidade devido à possibilidade de comparação entre as estruturas observadas e o próprio corpo humano, como a presença de membros, cabeça e sistemas que funcionam de forma semelhante, como o sistema digestório. Entretanto, mesmo com toda esta problemática, as plantas ainda despertam grande admiração e curiosidade, quando temas relacionados à alimentação, propriedades medicinais e apelo paisagístico são abordados.

Apesar de a taxonomia vegetal ser fortemente baseada em características florais (no caso das angiospermas), estruturas vegetativas como as folhas, são importantes fontes de informações para a identificação de vários grupos, e em muitos casos, como em levantamentos fitossociológicos, estas são praticamente as únicas estruturas disponíveis para a identificação da espécie.

Tempo previsto: 3 a 4 aulas.

Objetivo

Esta atividade tem como objetivo promover um contato mais profundo com a diversidade de formas e estruturas dos diferentes grupos vegetais; desenvolver habilidades de observação em campo por meio das atividades práticas, investigação científica através

do contato com a bibliografia básica para a área de conhecimento em questão e discussão e trabalho em equipe durante a apresentação dos resultados.

Conteúdo abordado

A diversidade morfológica vegetal. Utilizará dos conceitos relacionados à organografia vegetal, isto é, o estudo da forma e disposição dos órgãos e estruturas em plantas de forma sistemática. Nesta atividade, o enfoque será dado à morfologia de plantas vasculares, especialmente às angiospermas (plantas com flores). Propomos aos alunos o envolvimento em uma atividade de investigação científica, com o mesmo processo utilizado pelos pesquisadores em seus laboratórios.

Séries sugeridas: alunos de ensino fundamental ou médio.

Materiais necessários - Para a observação de campo e coleta de material são necessários: blocos de papel, lápis e borracha, para anotações em campo; tesoura de poda, para corte das amostras vegetais a serem estudadas; e jornais e papelões, para acondicionamento das amostras, evitando que estruturas se quebrem ou se dobrem. Opcionalmente, poderão ser utilizados sacos plásticos transparentes para armazenar as amostras no período entre a coleta destas e seu acondicionamento nos jornais e papelões. A utilização de câmera fotográfica digital é indicada, quando houver disponibilidade do equipamento, para registro fotográfico de aspectos como cor e disposição de estruturas na planta viva, que poderão ser perdidas no processo de secagem de material.

Para o estudo das amostras deverão ser fornecidas aos alunos cópias da tabela morfológica para a organização dos dados observados (tabela 1) e cópias da fichas morfológicas (figura 1), que podem ser complementadas com glossários de morfologia vegetal, como Gonçalves & Lorenzi (2011), Souza *et al.* (2013), se houver a disponibilidade. Para uma melhor visualização das estruturas foliares, poderá ser utilizada uma lupa de mão.

BOTÂNICA

Tabela 1. Tabela morfológica.

Espécie	Forma	Base	Ápice	Margem	Nervação	Indumento

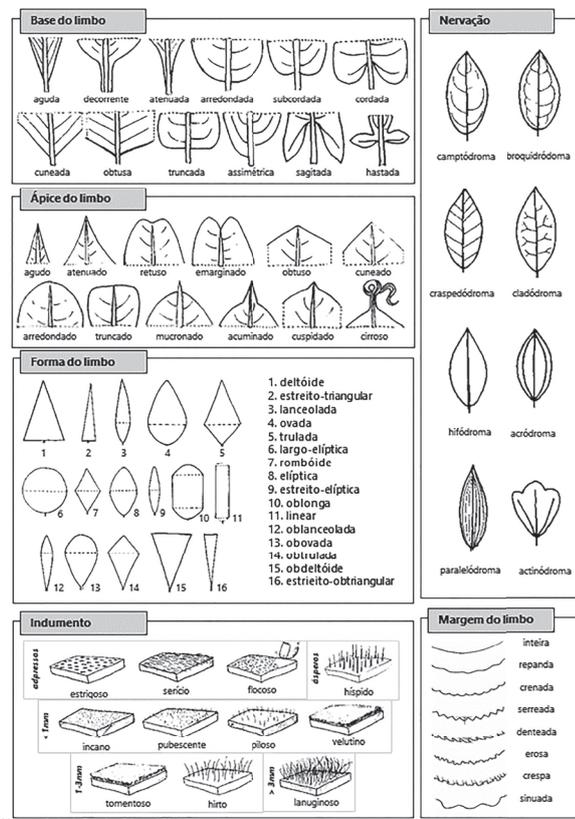


Figura 1. Ficha morfológica (baseada em Gonçalves & Lorenzi 2011).

Para a apresentação dos resultados da atividade serão utilizadas: folhas de cartolina, cola ou fita adesiva e canetas esferográficas para a confecção de painéis contendo as amostras coletadas. Opcionalmente, dependendo dos recursos disponíveis, esta apresentação poderá ser feita por meio digital, em PowerPoint com a utilização de computador e projetor multimídia.

A coleta de materiais pode ser realizada em vários locais: parques municipais ou estaduais abertos ao público (nesse caso, verificar a necessidade de autorizações), nos arredores da escola, no jardim da própria escola, em praças ou parques urbanos.

Proposta

A atividade é composta de três etapas - (1) coleta de material, (2) estudo da morfologia e (3) apresentação dos resultados da seguinte maneira:

1. Coleta de material

Para esta etapa, os alunos deverão ser levados a algum local (veja sugestões acima) onde poderão ter acesso a diferentes espécies vegetais. Os alunos poderão ser divididos em grupos para a coleta de materiais (ramos com folhas) em número suficiente para os estudos (cerca de 5-10 folhas por espécie, dependendo do tamanho e disponibilidade de cada espécie e a quantidade de grupos de alunos formados). A coleta deverá ser realizada com a utilização dos materiais citados acima, sendo os ramos coletados cuidadosamente dispostos entre folhas de jornais, intercalados com papelões de mesmo tamanho (processo chamado de herborização), para evitar que as folhas se enrolem ou quebrem. Se não for possível realizar esse preparo das folhas diretamente no campo, sacos plásticos transparentes poderão ser utilizados para acondicionar as amostras até que um local apropriado seja encontrado, para isso é admissível um intervalo de 30 a 60 minutos para evitar danos às amostras. Cada folha de jornal deverá ser identificada por um número (individual ou de cada grupo, neste caso sugere-se a adoção de um sistema alfanumérico para a identificação) que corresponderá às anotações. As amostras também deverão ser nomeadas, por nomes populares (no caso de espécies conhecidas) ou nomes fictícios (no caso de espécies desconhecidas), o que não influenciará no desenvolvimento da atividade.

As anotações de campos deverão incluir informações sobre cores, disposição das folhas no ramo e aspectos ecológicos relacionados à localização da planta (em local sombreado, aberto, úmido, seco, etc.). A observação dessas características deverá

BOTÂNICA

ser incentivada pelos responsáveis pela atividade. Adicionalmente, se houver disponibilidade, o registro fotográfico de cada amostra poderá ser realizado para posterior consulta e utilização no painel a ser apresentado, tomando especial cuidado para a identificação das fotos das amostras.

Espécies com folhas compostas, como a sibipuruna (*Poincianella pluviosa*, antes chamada de *Caesalpinia peltophoroides*) e outras leguminosas e ipês (*Handroanthus* spp.), deverão ser evitadas. Caso o professor, opte por incluir tais espécies, deverá explicar a diferença entre as folhas simples e compostas e adaptar o resto da tabela morfológica (tabela 1).

2. Estudo morfológico

As folhas das plantas coletadas, após a herborização, deverão ser classificadas morfológicamente de acordo com a ficha morfológica (figura 1). A classificação incluirá: forma, base, ápice e margem das folhas, padrão de nervação e indumento. Os dados de cada planta deverão alimentar a tabela morfológica (tabela 1), que será utilizada para comparar as características de todas as espécies estudadas. Um exemplo parcial do preenchimento de tabela morfológica, com dados fictícios, é apresentado na figura 2.

Espécie	Forma	Base	Ápice	Margem
Espécie 1	deltoide	truncada	atenuado	crenada
Espécie 2	ovada	cordada	arredondado	serreada
Espécie 3	oblonga	assimétrica	obtuso	inteira

Figura 2. Exemplo parcial da tabela morfológica preenchida.

Notas para auxiliar os professores na orientação dos alunos durante a realização desta etapa - para classificar a forma das folhas, além do próprio formato, observar também a porção (basal, média ou apical) em que a folha é mais larga e avaliar a proporção entre comprimento e largura das folhas. Já para o indumento, observar se os tricomas são adpressos à superfície das folhas ou não, e neste caso o comprimento (curtos ou longos, ver medidas na ficha

morfológica [figura 1]) e a densidade (raros, esparsos, densos ou muito densos, apresentados nessa ordem, da esquerda para a direita, na ficha morfológica). Para a nervação, observar a quantidade e disposição da(s) nervura(s) mais calibrosa(s) (principais) e a disposição das nervuras menos calibrosas (secundárias). No caso de folhas lobadas, classificar a forma da folha incluindo os lobos.

3. Apresentação dos resultados

Os dados inseridos na tabela morfológica deverão ser comparados para a formação de grupos de plantas morfológicamente semelhantes, utilizando todas as características (ou seja, primeiramente pela forma das folhas, depois margem, seguida pela nervação, e assim por diante). Cada grupo deverá ser nomeado pelos alunos.

Os grupos de folhas que foram formados nesta etapa, devidamente nomeados, deverão ser apresentados, acompanhados das folhas estudadas, em folhas de cartolina, com as características que definem cada grupo.

Para finalizar, cada grupo de alunos deverá apresentar seus resultados aos demais. Durante este processo, deve-se buscar incentivar a discussão entre os grupos sobre as diferentes características utilizadas para formar suas classificações e sobre a diversidade de formas que foi encontrada durante a atividade. Durante a discussão sobre a diversidade, buscar incluir informações sobre os aspectos ecológicos observados durante a atividade de campo, como por exemplo plantas de sombra com folhas maiores e folhas mais estreitas em plantas expostas ao sol.

Opcionalmente, o professor poderá solicitar aos grupos que entreguem uma descrição de cada uma das folhas, junto com a descrição dos grupos formados, como uma atividade para avaliação.

Onde pesquisar

- Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H.** 2013. Morfologia Vegetal - Organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 546p.
- Souza, V.C., Flores, T.B. & Lorenzi, H.** 2011. Introdução à Botânica - Morfologia. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 124p.

BOTÂNICA

Prato de comida botanicamente diverso

Fernanda Hurbath Pita Brandão

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

A botânica no ensino fundamental e médio enfrenta muitas dificuldades. A falta de interesse dos alunos pelo conteúdo de botânica se deve a fatores como: complexidade do assunto, aulas muito teóricas e fora da realidade e quantidade de nomes complicados que são obrigados a decorar. Além disso, existe o distanciamento que os alunos possuem com as plantas, sendo que muitas vezes não são enxergadas como seres vivos.

Aguçar a curiosidade dos alunos para as plantas é algo que precisa ser trabalhado e pode ser feito direcionando seu olhar para o cotidiano. Mostrar como é próxima e fundamental a relação que o homem possui com os seres vegetais.

Tempo previsto: será determinado pelo professor.

Objetivo

- Identificar as famílias que fazem parte da nossa alimentação;
- Pesquisar sobre o valor nutricional que estas plantas nos proporcionam;
- Observar a morfologia das partes das plantas que são utilizadas para nossa alimentação;
- Aprender sobre a importância das plantas para a vida dos demais seres vivos;
- Incentivar o consumo de vegetais.

Conteúdo abordado

Taxonomia e sistemática, importância econômica e nutricional das plantas.

Séries sugeridas: Ensino Fundamental.

Materiais necessários:

- Caderno
- Lápis ou canetas
- Folha de papel ofício
- Revistas
- Tesouras

Proposta

Etapas 1 - Inicialmente será solicitado aos alunos que anotem em um caderno todas as refeições e lanches

que fizerem durante o dia seguinte, como em um diário alimentar. Eles deverão anotar também os ingredientes escritos nos rótulos dos produtos que consumirem.

Exemplo:

- Café da manhã: pão de forma, queijo, manteiga, suco de laranja;
- Lanche da manhã: brigadeiro;
- Almoço: bife, arroz, feijão, farofa, salada de maionese com cenoura, batata, xuxu e milho;
- Lanche da tarde: biscoito waffle - ingredientes: farinha de trigo, açúcar, gordura vegetal, amido, óleo de soja, sal, emulsificante lecitina de soja, bicarbonato de sódio, aromatizante, acidulante ácido cítrico;
- Jantar: pão francês, queijo mozzarella, peito de peru, chocolate quente.

Esta etapa poderá ser feita durante uma semana. Se no primeiro dia poucas coisas tiverem sido anotadas, como por exemplo: sanduíche, o professor deverá instruir os alunos ao longo da semana e estimulá-los para que busquem alimentos diferentes e tragam informações novas a cada dia. Nesta etapa, o professor deverá provocar um olhar investigativo nos alunos. A leitura dos rótulos buscando informações sobre composição dos alimentos trará informações novas que posteriormente eles deverão ser investigados.

Etapas 2 - Os alunos deverão identificar e marcar quais e quantos componentes das refeições são provenientes de plantas. Esta etapa mostrará ao professor o conhecimento prévio que estes alunos possuem sobre a origem dos alimentos.

Etapas 3 - Escolher um dos dias com maior quantidade de alimentos provenientes de plantas e pedir que os alunos pesquisem a quais famílias botânicas eles pertencem. Esta etapa irá aproximar os conhecimentos científicos do cotidiano destes alunos. É interessante que os professores estimulem a curiosidade com perguntas como: De quem a alface é parente? De quem o feijão é parente? O tomate é um fruto? Quais destes alimentos são raízes? Estas perguntas irão facilitar a pesquisa dos alunos, além de serem úteis para a etapa seguinte. É ideal que os professores peçam as fontes de pesquisa dos alunos, principalmente quando forem sites.

BOTÂNICA

Etapa 4 - Identificar qual parte da planta eles consumiram, ou foi utilizada na produção dos alimentos que estão sendo pesquisados. Esta etapa destina-se a ampliar o conhecimento da morfologia das plantas. O professor poderá aproveitar para introduzir uma aula sobre morfologia das plantas.

Etapa 5 - Montar pratos, utilizando recortes de revistas, que possuam alimentos 100% provenientes de plantas. Nesta etapa, o professor poderá avaliar a evolução dos conhecimentos adquiridos com as pesquisas e com as observações que os alunos fizeram durante seu cotidiano alimentar. Além disso, será uma etapa

divertida e desafiadora. O professor poderá propor que esta seja feita em grupos para agregar conhecimentos, visto que os alunos poderão compartilhar suas pesquisas com os demais colegas. Esta etapa reforça a importância de uma alimentação saudável.

Onde pesquisar

Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H. 2013. Morfologia Vegetal - Organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 546p.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2012. Botânica sistemática. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 768p.

MEIO AMBIENTE

A atividade antrópica como acelerador de processos de eutrofização

Angélica Nunes Garcia

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Esta atividade tem a finalidade de conscientizar o aluno sobre a importância da preservação dos ambientes aquáticos e de capacitá-lo a avaliar impactos ambientais resultantes do descarte de material orgânico nos corpos d'água.

Tempo previsto: 4 aulas.

Objetivo

Realizar o estudo comparativo do fito e do zooplâncton de dois lagos em diferentes níveis de eutrofização

Conteúdo abordado

Ecossistemas aquáticos de água doce; comunidades planctônicas; classificação de corpos d'água, segundo seu nível trófico; poluição dos ambientes aquáticos e suas consequências.

Os ecossistemas de água doce incluem os sistemas lênticos (água parada) como lagos, lagoas e áreas interiores alagadiças e os sistemas lóticos (água corrente), como riachos e rios (Pedrozo & Kapusta 2010).

Lagos são grandes corpos naturais de água doce formados quando precipitação, escoamento ou infiltração de águas subterrâneas enchem depressões da superfície terrestre. Estes também são abastecidos com água da chuva, por derretimento de neve e por riachos que drenam as bacias da vizinhança (Esteves 1998). Nesses ecossistemas podemos encontrar o fitoplâncton (formado por plantas, algas e cianobactérias), zooplâncton (composto por protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes), néston (constituído pelos peixes), bivalves (que são os filtradores), fungos e bactérias (Frontier 2001).

A poluição dos ambientes aquáticos tem se tornado um problema frequente, especialmente pelas suas consequências mais evidentes, tais como a escassez de fontes limpas para abastecimento e a mortandade dos organismos (Queiroz *et al.* 2008). Os despejos de esgoto doméstico e industrial, detergentes fosfatados e resíduos de adubos e fertilizantes em

corpos lênticos enriquecem-nos com nutrientes (sobretudo fósforo, nitrogênio e carbono) levando, em poucos anos, à eutrofização (Pereira 2004).

Em condições naturais, são necessárias centenas de anos para que os lagos “envelheçam”, ou seja, sofram assoreamento pelo acúmulo de depósitos de origem mineral ou orgânica, trazidos por riachos ou chuva. Este processo denomina-se eutrofização natural. Assim, os impactos ambientais podem ser vistos como parte de uma relação de causa e efeito (Monteiro 2004).

A eutrofização é normalmente definida em termos de produção primária que é o excessivo crescimento de espécies vegetais, em um determinado ambiente. Assim, os lagos podem ser classificados como oligotróficos - quando apresentarem baixa produtividade primária; mesotróficos - em caso de produtividade primária média; eutróficos - se mostrarem elevada produtividade, acima do estado natural e hipereutrótico - quando a produtividade for muito elevada e muito acima do estado natural (Brigante & Espíndola 2003, Monteiro 2004).

Alguns efeitos da eutrofização nos ecossistemas aquáticos são: ausência de oxigênio dissolvido, o que resulta na morte de peixes e de invertebrados e na liberação de gases tóxicos ou com odores desagradáveis, formação de florações de algas e de cianobactérias e crescimento incontrolável de outras plantas aquáticas. Quanto ao desenvolvimento excessivo de cianobactérias, se tóxicas, podem tornar-se um problema de saúde pública, caso o fenômeno ocorra em águas para abastecimento público.

Outros problemas decorrentes da eutrofização são: 1) o encarecimento do tratamento da água, pois a remoção dos microorganismos nocivos e substâncias tóxicas da grande quantidade de água a ser purificada é um processo muito oneroso e 2) riscos para a saúde da população, pois alguns dos subprodutos resultantes do tratamento da água com produtos clorados são substâncias carcinogênicas. Ainda é necessário considerar que a diminuição da transparência da água, a presença de odores e a possibilidade de intoxicações impedem a utilização de corpos d'água

MEIO AMBIENTE

poluídos para recreação. Entretanto, além disso, existe a perda inestimável da diversidade de plantas e de animais (biodiversidade), naquele ambiente (Tundisi & Tundisi-Matsumura 2002).

Como exemplos de corpos d'água eutrofizados, citamos os rios Pinheiro e Tietê, cujas águas turvas não mais abrigam peixes e exalam odor bastante desagradável. Como exemplo de lago oligotrófico, indicamos o Lago do IAG. Este se situa no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e é o único neste parque que ainda conserva características oligotróficas. Isto o torna um sistema modelo, nesta unidade de conservação que contém o terceiro maior remanescente de Mata Atlântica no Município de São Paulo e está inserida na malha urbana de São Paulo (Ferragut *et al.* 2005). Esse lago possui águas claras e sem odor, baixo enriquecimento com nutrientes, pouco desenvolvimento planctônico, baixa produtividade, poucas plantas aquáticas, elevado teor de oxigênio dissolvido. Todas essas características são de lagos oligotróficos. A tabela 1 traz as características de um lago oligotrófico e essas características serão utilizadas como padrão para a atividade proposta.

Séries sugeridas: alunos do Ensino Médio.

Materiais necessários - Para a coleta: balde, corda, luvas de borracha, garrafas de plástico, etiquetas e caderno para anotações, cópia da tabela 1, lápis e borracha.

Para análise no laboratório: placas de Petri, béqueres, pipetas, lupas, lâminas, lamínulas e microscópio óptico.

Quadro 1. Informações sobre os lagos dos parques municipais de São Paulo

Parques – Região do Município	Nº de lagos	Origem	Bacia	Classe*
1 - Aclimação - CO	1	Nascente/ Córrego Pedra Azul e Jurubatuba	Tamanduatei	4
2 - Alfredo Volpi - CO	2	Nascente	Pirajussara	2
3 - Anhanguera - N	2	Indeterminado	Pinheiros	4
4 - Burt Max - S	2	Nascente	Pirajussara	2
5 - Carmo - L	5	Nascente	Itaquera	4
6 - CEMUCAM - O	2	Nascente	Tietê	4
7 - Chácara das Flores - L	1	Nascente	Ribeirão Lageado	4
8 - Chico Mendes - L	1	Nascente/ Córrego	Itaquera	4
9 - Cidade de Toronto - N	1	Córrego Fiat Lux	Ribeirão Vermelho	2
10 - Ibirapuera - S	4	Córrego Sapateiro, Boa Vista e Assembléia	Tamanduatei	4
11 - Jacques Cousteau - S	1	Nascente/ Córrego	Guarapiranga	1
12 - Jardim Felicidade - N	1	Nascente	Ribeirão Vermelho	2
13 - Leopoldina Orlando Villas Bóas	1	Indeterminado	Tietê	4
14 - M'Boi Mirim	1	Córrego	Embu-Mirim	2
15 - Piqueri - L	1	Nascente	Tietê	4
16 - Raul Seixas - L	1	Nascente	Itaquera	4
17 - Santo Dias - S	1	Nascente	Pirajussara	2
18 - São Domingos - N	1	Nascente	Ribeirão Vermelho	2
19 - Severo Gomes - S	1	Nascente/ Córrego São Judas	Jurubatuba	2
20 - Vila dos Remédios - CO	2	Nascente	Tietê	4
21 - Vila Guilherme/Trote - N	1	Nascentes	Tietê	4
22 - Parque Natural do Carmo - L	1	Córrego	Itaquera	4

OBS.: As siglas ao lado dos nomes dos parques se referem às regiões do município em que estão localizados: CO - centro-oeste; N - norte; L - leste; S - sul; O - oeste. * classificação estabelecida pelo Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.

Sobre a coleta - Ao professor caberá a escolha de um corpo d'água eutrófico ou hipereutrófico, onde os alunos farão a coleta das amostras de água a serem analisadas. Como suporte para esta escolha, no quadro 1 estão listados lagos situados em Parques Municipais de São Paulo (RQMA 2014). O professor também poderá escolher outros corpos d'água (represa ou lagos) em região próxima ao estabelecimento de ensino, para ser feita a coleta.

O professor deverá propor uma pergunta-problema, a ser respondida pelo grupo de alunos por ocasião da discussão dos resultados e cuja resposta deverá estar vinculada às observações feitas pelos alunos. Seguem exemplos de perguntas-problema.

- 1ª) Como evitar a eutrofização de um corpo d'água?
- 2ª) Quais são os problemas decorrentes da eutrofização de um ambiente aquático?
- 3ª) É possível a recuperação de corpos d'água eutrofizados?

Proposta

Antes da realização da atividade investigativa prática, o professor deverá abordar previamente e de forma mais ampla o conteúdo dos “Fundamentos Teóricos”, para que o aluno possa ter a base teórica necessária para o total aproveitamento desta atividade. Também é necessário que os alunos tomem conhecimento dos materiais e dos equipamentos utilizados no laboratório (ex. microscópio).

MEIO AMBIENTE

Tabela 1. Características gerais do corpo d'água em estudo, e outras anotações sobre o dia e local de coleta.

Nome do lago	IAG	
Cor da água	Clara	
Odor da água	Sem odor	
Transparência da água	Elevada	
Presença de plantas aquáticas	Poucas	
Presença de aves ou outros animais	Sim	
Temperatura na hora da coleta	23°C	
Estação do ano	Primavera	
Condições climáticas (chuva, vento, sol...)	Ensolarado	
Tipo de ocupação das margens do corpo d'água	Vegetação	
Erosão próxima e/ou nas margens do corpo d'água	Não há	
Alterações antrópicas	Sem alterações	
Cobertura vegetal no leito	Densa	
Urbanização nas proximidades do curso de água	Não há	
Presença de macrófitas	Em baixa quantidade	
Fontes pontuais de poluição visíveis	Nenhuma	
Despejo de resíduos sólidos	Não há	
Lixo espalhado pelo entorno (qualificar e quantificar)	Não há	
Outras informações		

O professor deverá identificar os corpos d'água das regiões vizinhas ao estabelecimento onde ensina e verificar a viabilidade da visita de seus alunos e da coleta do material (amostras de água) para análise. Também deverá obter as devidas autorizações dos responsáveis dos alunos, para a visita. Os alunos deverão coletar a água do lago/represa; para isso, utilizarão o balde. Após a coleta, cada amostra deverá ser transferida para uma garrafa plástica, que deverá ser hermeticamente fechada, etiquetada com o local, a data e hora da coleta e acondicionada em recipiente térmico refrigerado, para o transporte para o laboratório. O período máximo entre a coleta e a análise é de 03 dias, durante os quais a amostra deverá ser mantida sob refrigeração.

Os alunos deverão preencher a tabela 1 com informações pertinentes para posterior análise comparativa entre o lago estudado (eutrófico) e o lago-modelo (oligotrófico). Os alunos também deverão observar os problemas ambientais visíveis no entorno

do lago, para identificar possíveis fatores responsáveis pela eutrofização do lago.

Na sala de aula/laboratório, o professor instruirá os alunos como colocar cerca de 10 ml da amostra (água do lago eutrofizado) em placa de Petri e examiná-la com lupa, para a observação dos organismos presentes na amostra. Estes deverão ser contados e se possível, classificados, com a ajuda de um atlas (sugestões: os alunos deverão ser incentivados a descreverem/desenharem um desses organismos).

Se for possível utilizar um microscópio, o professor deverá demonstrar a montagem de uma lâmina: com a ajuda de uma pipeta, transferirá uma amostra da água para a lâmina, que em seguida será coberta cuidadosamente pela lamínula, de modo a não formar bolhas (figura 1). Os alunos deverão ser incentivados a montar suas próprias lâminas.

Para finalizar, o professor proporrá uma discussão sobre as diferenças encontradas nos dois ambientes,

MEIO AMBIENTE

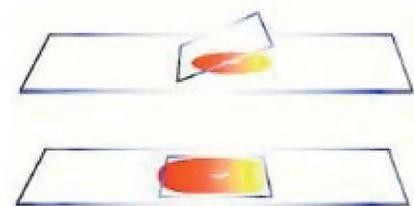


Figura 1. Montagem da lâmina.

utilizando a tabela que foi preenchida no local da coleta e a elaboração de uma conclusão sobre as diferenças encontradas. Na conclusão, as comparações deverão estar vinculadas à pergunta problema.

Onde pesquisar

- Brigante, J. & Espíndola, E.G.** 2003. Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos, Editora: Rima, pp. 1-430.
- Esteves, F.A.** 1988. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro. Interciência, pp. 1-574.
- Ferragut, C., Lopes, M.R.M., Bicudo, D.C., Bicudo, C.E.M. & Vercellino, I.S.** 2005. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (lago do IAG, São Paulo). *Hoehnea* 32:137-184.
- Frontier, S.** 2011. Os ecossistemas. Instituto Piaget, pp. 1-154.
- Monteiro, A.J.** 2004. Eutrofização. Instituto Superior Técnico. Departamento de Engenharia e Arquitectura. Secção de Hidráulica e dos Recursos Hídricos e Ambientais Qualidade da água e Controle da Poluição. Portugal, Lisboa, pp.1-19.
- Pedrozo, C.S. & Kapusta, S.C.** 2010. Indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos. Porto Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pp. 1-72.
- Pereira, R.S.** 2004. Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. Revista eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS, pp. 1: 20-36.
- Queiroz, J.F., Silva, M.S.G.M. & Trivinho-Strixino, S.** 2008. Organismos bentônicos: biomonitoramento da qualidade de água. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, pp. 1-91.
- RQMA - Relatório de Qualidade do Meio Ambiente.** 2014. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA). Disponível em http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/RQMA2014.pdf. (acesso em 03/08/2015).
- Tundisi, J.G. & Tundisi-Matsumura, T.** 2002. Lagos e Reservatórios Qualidade da Água: O Impacto da Eutrofização. UNEP/IETC/ILEC/IEE, São Paulo, 3: 1-29.
- Instituto de Botânica.** 2012. Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras, São Paulo. Instituto de Botânica. Disponível em http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf. *Comunidade Zooplancônica de Águas Doces. Disponível em <http://www.diagramaeditorial.com.br/cescar/noticias/arquivos/apostila.pdf>.

MEIO AMBIENTE

Líquens como bioindicadores da poluição atmosférica

Samantha Borges Faustino

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Por serem muito sensíveis à poluição do ar atmosférico, os líquens são utilizados como bioindicadores, ou seja, como organismos que expressam sintomas particulares ou respostas que indiquem mudanças em alguma influência ambiental, geralmente de forma qualitativa. Organismos com íntimas relações com a atmosfera, ao invés de seu substrato, são, particularmente, candidatos promissores para a bioindicação e, conseqüentemente, monitoramento da poluição do ar. Os bioindicadores provêm informações sobre a qualidade do ambiente ou de suas modificações (Käffer 2011).

Tempo previsto: 4 aulas.

Objetivos

- Identificar os diferentes tipos de líquens;
- Reconhecer a sua importância na natureza;
- Avaliar a qualidade do ar atmosférico através dos líquens.

Conteúdo abordado

Líquens, termo utilizado referente à estrutura resultante de um processo biológico de interação entre espécies, são associações simbióticas entre um componente fúngico e uma população de algas unicelulares ou filamentos (clorofíceas) ou de cianobactérias. O processo de associação é denominado liquenização e ocorre em mais de 20% de todas as espécies de fungos conhecidas, representando aproximadamente 46% dos fungos do Filo Ascomycota. Os componentes da simbiose líquênica recebem seus próprios nomes. As algas verdes e cianobactérias, por realizarem a fotossíntese, são chamadas de fotobiontes (foto = luz; bionte = ser vivo), enquanto os fungos constituem os micobiontes (mico = fungo). Assim, pode-se dizer, também, que líquen é a união de um micobionte com um fotobionte (figura 1) (Raven *et al.* 2014).

Um assunto ainda bastante polêmico é se a simbiose líquênica é um tipo de mutualismo (em que ambos os componentes se beneficiam da

associação) ou um parasitismo controlado (em que o fungo usa o fotobionte para produzir alimento). A visão de mutualismo é a mais difundida. Contudo, geralmente o micobionte e o fotobionte estão bem organizados no talo (figura 2a), de modo que alguns especialistas sugeriram que o fungo “escraviza” o fotobionte, mantendo-o aprisionado em seu talo (figura 2b). Experimentos sobre esse tema são difíceis de realizar, de modo que ainda não se tem uma resposta conclusiva sobre o assunto. Mas uma ideia simples para expressar o que é um líquen seria um fungo que cultiva fotobiontes entre as hifas de seu micélio (Goward *et al.* 1994, Marcelli 2006 *apud* Spielmann 2006).

Os líquens podem ocorrer nos mais variados substratos. Podem se fixar em troncos e suas ramificações, no solo, sobre rochas ou folhas, e às vezes até sobre plásticos, sendo capazes de colonizar ambientes extremos em umidade e temperatura (Melo *et al.* 2013). São encontrados geralmente crescendo sobre o substrato e não dentro dele.

O tipo de substrato em que um fungo liquenizado cresce pode ser importante na identificação, já que, muitas vezes, determinadas espécies são bastante seletivas. Como exemplos temos os líquens que crescem:

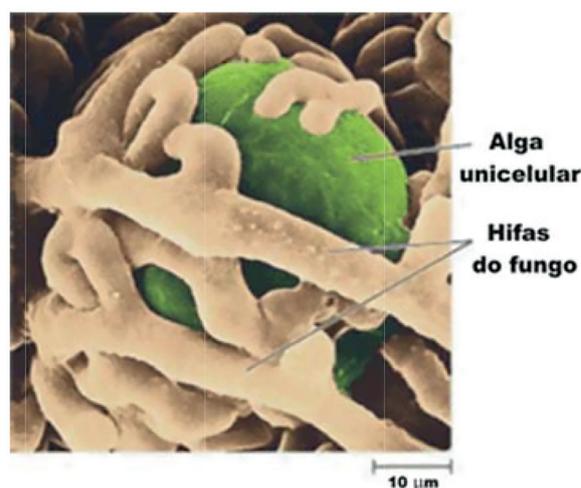


Figura 1. Microscopia eletrônica demonstrando as hifas dos fungos entrelaçadas com uma alga.

MEIO AMBIENTE

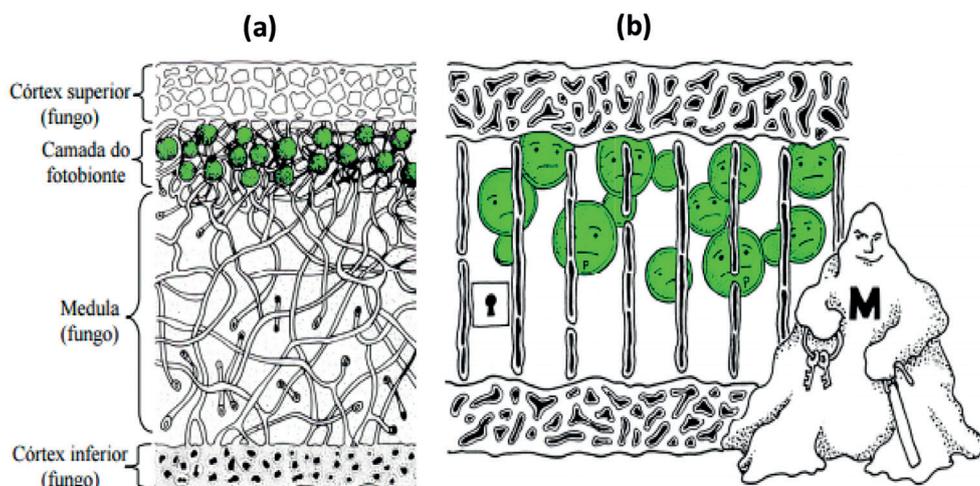


Figura 2. a. Estrutura geral de um líquen mostrando a organização em camadas. b. Uma visão da relação de parasitismo controlado entre micobionte e fotobionte (Fonte: Spielmann 2006).

- Sobre o córtex das árvores (figura 3a) → cortícolas ou corticícolas;
- Sobre rochas (figura 3b) → saxícolas (saxon = rocha);
- Sobre o solo (figura 3c) → terrícolas;
- Junto com musgos (figura 3d) → muscícola.

São encontrados em todas as regiões do mundo e, geralmente, em áreas submetidas a condições climáticas severas. Mesmo com a capacidade de sobreviverem em diferentes ambientes, os líquens mostram alta sensibilidade a poluentes não somente pela diminuição da sua vitalidade, como por sintomas externos característicos (Saiki *et al.* 2007). A grande sensibilidade está estreitamente relacionada com sua biologia. A alteração do balanço simbiótico entre o fotobionte e o micobionte pode ser evidenciada com rapidez pela ruptura desta associação. Dentre os efeitos que os poluentes podem ocasionar na comunidade liquênica estão: a inibição do crescimento e desenvolvimento do talo, alterações nos processos metabólicos e mudanças na anatomia e morfologia (Schlensog & Schroeter 2001). O componente fotobionte do líquen é o primeiro a ser afetado, ocorrendo o desenvolvimento das anormalidades no talo, como o branqueamento da clorofila e o desenvolvimento de áreas pardas (Martins *et al.* 2008).

Por serem muito sensíveis à poluição do ar atmosférico, são utilizados como bioindicadores, ou seja, como organismos que expressam sintomas particulares ou respostas que indicam mudanças em alguma influência ambiental, geralmente de forma qualitativa. Os líquens apresentam íntimas relações com a atmosfera, ao invés de seu substrato. São, particularmente, candidatos

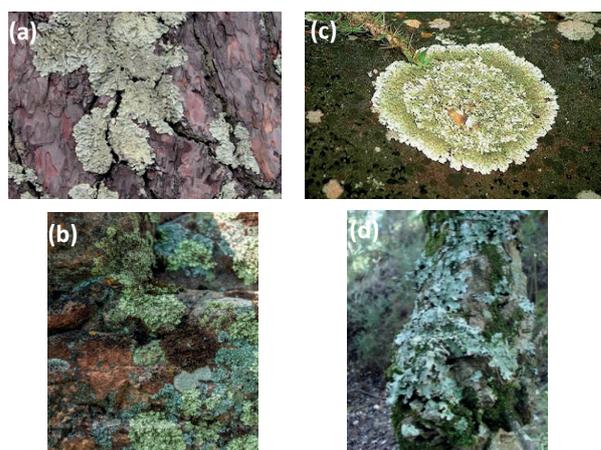


Figura 3. Diferentes tipos de crescimento de líquens. a. Líquens cortícolas. b. Líquens saxícolas. c. Líquens terrícolas. d. Líquens muscícola.

promissores para a bioindicação e, conseqüentemente, monitoramento da poluição do ar. Os bioindicadores provêm informações sobre a qualidade do ambiente ou de suas modificações (Käffer 2011).

Séries sugeridas: Ensino Médio.

Materiais necessários - Os materiais necessários para realização desta atividade são: lápis, caderno, lupas, máquinas fotográficas e cópias da tabela 1.

Proposta

Local a ser realizada a atividade

Pré visita - Selecionar dois locais para o estudo do meio - ambiente natural e ambiente poluído impactado, urbanizado.

MEIO AMBIENTE

Tabela 1. Modelo de ficha para coleta de informações.

Tabela de Observação em campo		
Aula de Líquens		
Alunos:		
Data:		
Tipo de Ambiente:		
Preencha abaixo com as informações coletadas em campo		
Tipo de Vegetal	Presença de Líquens	Coloração do Líquen
Hipóteses:		

O professor deverá selecionar dois locais: ambiente preservado e ambiente impactado. Os ambientes naturais podem ser: Jardim Botânico, Praças, Parques, Escola, Unidades de Conservação.

Após a seleção dos locais, o professor deve viabilizar a visita a esses espaços. Caso os locais selecionados sejam Unidades de Conservação ou Jardim Botânico, o professor ou a escola deve entrar em contato e realizar o agendamento.

Proposta visita - estudo do meio

A atividade prática consiste na comparação dos líquens presentes em dois tipos de ambientes: um ambiente arborizado, preservado, e outro ambiente com bastante fluxo de poluentes, de forma que os alunos possam correlacionar sua presença ou ausência de líquens com o tipo de ambiente.

Durante a visita, o professor poderá separar os alunos em grupos. Cada grupo deverá observar os troncos de árvores, identificar as diferenças entre os ambientes em relação aos organismos presentes nos troncos, coloração de suas estruturas e formular hipóteses para explicar as diferenças encontradas. As observações de cada grupo devem ser registradas na tabela de observação.

Após as duas visitas com os respectivos levantamentos, os alunos devem expor suas hipóteses e defender suas conclusões.

1. Discussão em sala de aula - Pós visita.

Após a visita nos dois ambientes para comparação e o levantamento de todas as informações em sala de aula, cada grupo formado durante a visita deve expor suas hipóteses e defender suas conclusões.

Onde pesquisar

- Martins, S.M.A., Käffer, M.I., Lemos, A.** 2008. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrônica, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea* 35: 425-433.
- Melo, E.M., Silva, J.M., Santana, M.A., Filho, A.B.L. & Silva, D.L.** 2013. Inventário parcial de Líquens corticícolas crustosos e microfoliosos presentes ao do canal Derby-Tacaruna, Recife, Pernambuco, Brasil. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. Recife.
- Käffer, M.I.** 2011. Biomonitoramento da qualidade do ar com uso de líquens na cidade de Porto Alegre, RS. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese. 220p.
- Lücking, R., Sipman, H.J.M. & Tenorio, L.U.** 2004. Guia para gêneros de líquenes tropicais. *Ticolichen – The Costa Rican Lichen Biodiversity Inventory*. Field Museum.
- Raven, P.H., Eichhorn, S.E., Evert, R.F.** 2014. *Biologia Vegetal*. 8 ed. Guanabara Koogan.
- Saiki, M., Fuga, A., Alves, E.R., Vasconcellos, M.B.A. & Marcelli, M.P.** 2007. Biomonitoring of the atmospheric pollution using lichens in the metropolitan area of São Paulo city, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 127: 213-219.

MEIO AMBIENTE

Schlensog, M. & Schroeter, B. 2001. A new method for the accurate in situ monitoring of chlorophyll a fluorescence in lichens and bryophytes. *The Lichenologist* 33: 443-452.

Spielmann, A.F. 2006. Fungos Liquenizados (Liquens). Disponível em http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio_docencia/estagio_docencia.htm (acesso em Julho de 2015).

MEIO AMBIENTE

Por que devemos preservar os ecossistemas?

Mayara Ribeiro Casartelli

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Biodiversidade ou diversidade biológica é a variedade de vida no planeta Terra, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, da fauna, de fungos macroscópicos e de microrganismos, a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. Os cientistas ainda não podem precisar a quantidade exata de espécies de animais e vegetais existentes em todos os ecossistemas do mundo, porém estima-se que existam entre 10 e 50 milhões de espécies, porém só foram identificadas apenas 2 milhões.

Para entendermos melhor o que é a biodiversidade e a importância de conservá-la, devemos considerar também as inter-relações entre os seres vivos e perceber como eles se relacionam entre si e com a natureza. A existência de uma espécie afeta diretamente muitas outras, assim como a extinção de apenas uma espécie pode prejudicar todo o ecossistema.

O Brasil é um país com uma grande diversidade de organismos, aproximadamente 20% das espécies identificadas encontram-se no nosso país. A variedade de biomas reflete a enorme riqueza da flora e da fauna brasileiras e eleva o Brasil ao posto de principal nação entre os 17 países megadiversos (ou de maior biodiversidade). Além disso, muitas das espécies brasileiras são endêmicas, e diversas espécies de plantas de importância econômica mundial - como o abacaxi, o amendoim, a castanha do Brasil (ou do Pará), a mandioca, o caju e a carnaúba - são originárias do Brasil.

Sabemos que os ambientes naturais e sua biodiversidade vêm sendo rapidamente degradados por ações das comunidades humanas. As principais ameaças a biodiversidade são principalmente a poluição, o uso excessivo dos recursos naturais, a expansão da fronteira agrícola em detrimento dos habitats naturais, a expansão urbana e industrial, tudo isso está levando muitas espécies vegetais e animais à extinção. A cada ano, aproximadamente 17 milhões de hectares de floresta tropical são desmatados. As estimativas sugerem que, se isso continuar, entre 5%

e 10% das espécies que habitam as florestas tropicais poderão estar extintas dentro dos próximos 30 anos.

A introdução de espécies animais e vegetais em diferentes ecossistemas também pode ser prejudicial, pois acaba colocando em risco a biodiversidade de toda uma área, região ou país. Além disso, nossa sociedade desperdiça uma grande quantidade recursos naturais, como por exemplo a água, o que compromete os ecossistemas e coloca em riscos milhares de espécies de plantas e animais.

Os ecossistemas são importantíssimos para a vida humana, pois desempenham funções como a purificação da água e do ar, amenizam os fenômenos violentos do clima, promovem a decomposição do lixo, a geração de solos férteis, o controle de erosões, a reprodução da vegetação pela polinização e pela dispersão de sementes, o controle de pragas, o sequestro de carbono por meio do crescimento da vegetação, entre outros serviços ambientais.

Serviços ambientais são processos gerados pela própria natureza através dos ecossistemas, com a finalidade de sustentar a vida na Terra. Os serviços ambientais são responsáveis pela manutenção da biodiversidade, o que permite a geração de produtos como a madeira, fibra, peixes, remédios, sementes, combustíveis naturais etc, que são consumidos pelo homem.

No Brasil, a biodiversidade ocupa um lugar de destaque na economia nacional: o setor de agroindústria, responde por cerca de 40% do PIB brasileiro, o setor florestal responde por 4% e o setor pesqueiro, por 1%. Produtos da biodiversidade respondem por 31% das exportações brasileiras, com destaque para o café, a soja e a laranja. A biomassa vegetal, incluindo o etanol da cana-de-açúcar, a lenha e o carvão derivados de florestas nativas e plantadas, respondem por 30% da matriz energética nacional e em determinadas regiões, como o Nordeste, atendem a mais da metade da demanda energética industrial e residencial.

Por tudo isso, o valor da biodiversidade é incalculável e sua redução compromete a sustentabilidade do meio ambiente, a disponibilidade de recursos naturais e, assim, a própria vida na Terra. A conservação e uso sustentável da biodiversidade,

MEIO AMBIENTE

ao contrário, resultam em incalculáveis benefícios à Humanidade.

Desta forma, torna-se extremamente importante que as crianças e adolescentes aprendam a importância de se preservar os ecossistemas e sua biodiversidade. Para isso, devem entender como um ecossistema funciona e como os organismos interagem entre si. Por isso, o objetivo deste estudo do meio é consolidar os conceitos estudados em sala de aula (conceito de ecossistema, componentes estruturais do ecossistema, cadeia trófica, níveis tróficos, interações entre os seres vivos, biodiversidade), além de provocar uma reflexão no aluno sobre o porquê é importante se preservar nossos ecossistemas e sua biodiversidade e o quanto eles são valiosos para a manutenção da vida.

Tempo previsto: 3 aulas.

Objetivo

O objetivo principal do trabalho é que o aluno consiga identificar em um micro ecossistema (exemplo: uma árvore, arbusto, conjunto de arbustos) os componentes de uma cadeia trófica, enumerá-los, e posteriormente, estabelecer uma tabela de interações entre os organismos. Com esta atividade, o aluno deverá entender como os organismos se relacionam em um ambiente e entender a importância da conservação e preservação do ecossistema.

Conteúdo abordado

Conceito de ecossistema, componentes estruturais do ecossistema, cadeia trófica, níveis tróficos, interações entre os seres vivos, biodiversidade.

Séries sugeridas: estudantes do ensino fundamental e médio.

Local do estudo

O local para o estudo do meio deverá ser escolhido conjuntamente entre professor e alunos (ver item 8.1. Sugestões: Jardim Botânico de São Paulo, Parque Ibirapuera, parques, jardins ou praças próximos a escola, jardim na própria escola).

Proposta

O trabalho de campo consiste em uma observação de uma árvore, arbusto, conjunto de pequenas árvores ou arbustos, parte de um lago, um pequeno espaço de grama e qualquer outro micro ecossistema encontrado pelo aluno no local a ser realizado o estudo do meio. Os alunos deverão anotar quais e quantos organismos

estão vendo no local da observação, tirarão fotos de cada tipo de organismo e posteriormente devem elaborar a cadeia trófica ilustrada do que observaram, colocando cada organismo no nível trófico correto e sua interação (inter ou intraespecífica) com os outros organismos observados. Na sala de aula, o professor deverá organizar junto com os alunos a teia trófica, com todas as cadeias tróficas elaboradas pelos alunos. Em seguida, deve-se discutir com os estudantes a importância da conservação da biodiversidade, pois os organismos mantêm uma forte interação entre si e, portanto, dependem um do outro para sobreviver.

8.1. Atividades pré-visita: antes da visita o professor deverá explicar aos alunos a proposta do trabalho de estudo do meio e pedir aos alunos que façam uma pesquisa dos lugares que eles gostariam de visitar e que se encaixem na proposta do trabalho. Os alunos deverão levar o resultado da pesquisa e definir com o professor qual será o local onde o estudo do meio será realizado. O professor deverá verificar a necessidade de agendar previamente uma visita ao local escolhido e agendar esta visita, assim que o local for definido. O professor deverá avisar que o trabalho em campo será feito em grupo e já pedir aos alunos que se dividam em grupos de 2 ou 3 pessoas.

8.2. Visita ao local de estudo - roteiro

- Materiais necessários ao trabalho de campo - cada grupo deverá levar:
- 1 cópia da ficha de campo para anotação dos dados coletados e observações (tabela 1). A utilização da ficha é importante para tornar a coleta de dados organizada.
- 1 câmera fotográfica ou celular;
- 1 lupa;
- 4 palitos de churrasco;
- Barbante de 4 metros de comprimento;
- Ao chegar ao local de estudo, os alunos deverão escolher o lugar para a observação e montar um quadrado de 1 m² de área, com o barbante e os palitos de churrasco (conforme esquema da figura 1) para delimitar a área onde os organismos serão observados. A escolha do local de observação deverá ser feita pelos próprios alunos, pois estes devem ser capazes de identificar um pequeno ecossistema a partir do conceito de ecossistema já explicado em sala de aula.
- Após a delimitação do local da observação, os alunos deverão observar e fazer uma lista de todos os organismos presentes naquele local. O aluno deverá anotar a quantidade aproximada de organismos observados e também fotografar um representante de

MEIO AMBIENTE

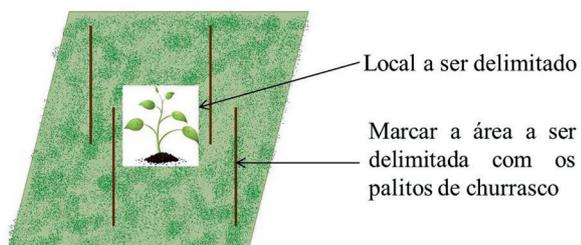
Tabela 1. Ficha de campo, para os alunos anotarem as observações feitas em campo. O professor deverá imprimir e entregar uma cópia para todos os grupos.

Nome dos integrantes do grupo:			
Local da observação:			
Organismo observado	Quantidade aproximada	Nível trófico	Interação com outros organismos
Número total de organismos:			
Quantidade total de indivíduos:			
Número de diferentes níveis tróficos:			
Número total de interações:			

Tabela 2. Exemplo de preenchimento da ficha de campo.

Nome dos integrantes do grupo:			
Local da observação: <i>Árvore</i>			
Organismo observado	Quantidade aproximada	Nível trófico	Interação com outros organismos
Árvore	1	Produtor	
Formiga	10	Consumidor primário	Sociedade e Competição
Gafanhoto	5	Consumidor primário	Predação
Passarinhos	2	Consumidor secundário	Predação e Competição
Fungos	2	Decompositores	
Número total de organismos:		4	
Quantidade total de indivíduos:		10	
Número de diferentes níveis tróficos:		4	
Número total de interações:		5	

Passo 1:



Passo 2:

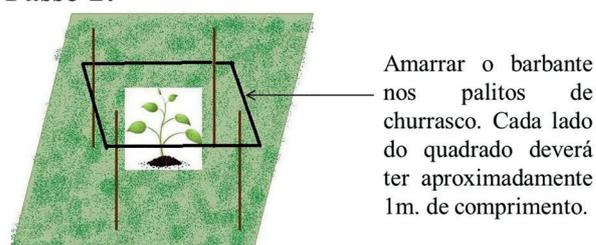


Figura 1. Esquema demonstrativo de como montar o quadrado com os palitos de churrasco e barbantes, para delimitar a área a ser observada.

MEIO AMBIENTE

cada organismo observado. Na tabela 2 há um exemplo de como a ficha de campo deverá ser preenchida.

8.3 Atividades pós-visita: na sala de aula, os alunos deverão montar a cadeia trófica observada com as fotos tiradas em campo. Cada grupo terá uma cadeia trófica ilustrada. Com as cadeias tróficas elaboradas por cada grupo, o professor deve montar junto com os alunos a teia trófica com todas as cadeias tróficas observadas pelos alunos. No final deve haver uma discussão sobre a preservação dos ecossistemas, qual a sua importância e o porquê da importância de conservá-los. As atividades em sala de aula devem estimular o debate de ideias e o desenvolvimento de conceitos sobre os assuntos abordados no estudo do meio.

Onde pesquisar

Os textos nesta atividade investigativa foram baseados em conceitos e informações de sites,

que também podem ser consultados por alunos e professores. Os sites estão listados abaixo:

<http://botanicaonline.com.br/site/14/pg9.asp>

<http://cienciahoje.uol.com.br/>

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade>

<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/143-economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade>

<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/abc/mudancaspergunta/O-que-sao-Servicos-Ambientais-possivel-compensar-economicamente-a-prestacao-destes-servicos-/40/30>

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/biodiversidade.php>

MEIO AMBIENTE

Reprodução nos fungos basidiomicetos (cogumelos)

Luci Kimie Okino Silva

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

A degradação do substrato (folhas, galhos e ou troncos) no qual o fungo está se desenvolvendo é o principal papel ecológico dos fungos na natureza. Os basidiomicetos são os principais responsáveis pela degradação de resíduos lignocelulósicos no meio ambiente. É possível visualizar o crescimento micelial no substrato a olho nu. Os esporos são dispersos pelos fungos principalmente pelos ventos e que também é uma estrutura de resistência. Quando cai em um ambiente com as condições ambientais adequadas para a sua germinação (substrato, umidade e calor), rapidamente coloniza o substrato, ou seja, promove a sua decomposição fazendo a ciclagem de nutrientes na natureza.

Tempo previsto: 2-3aulas.

Objetivo

Trabalhar com os alunos a reprodução assexuada e sexuada nos basidiomicetos e mostrar o seu papel ecológico no meio ambiente através da decomposição dos substratos lignocelulósicos.

Conteúdo abordado

Coleta de fungos Basidiomicetos (cogumelos) e reconhecimento das estruturas de reprodução.

Séries sugeridas: alunos do Ensino Fundamental II ou Médio.

Materiais necessários:

- Faca;
- Saquinhos de papel;
- Caneta;
- Papel branco e preto para fazer a esporada.

Proposta

Em sala de aula - Explicar as formas de reprodução que ocorrem nos basidiomicetos conforme esquema e ilustração a seguir (figura 1),

Ciclo de vida de um cogumelo (figura 2):

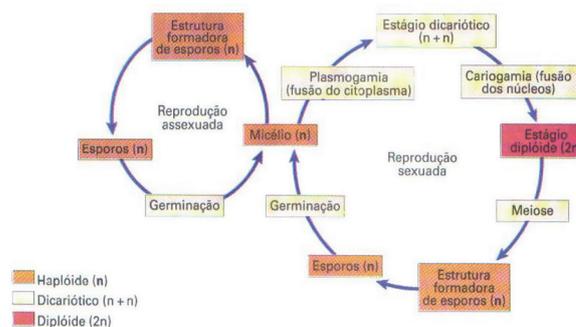


Figura 1. Esquema de um ciclo de vida generalizado de um fungo.

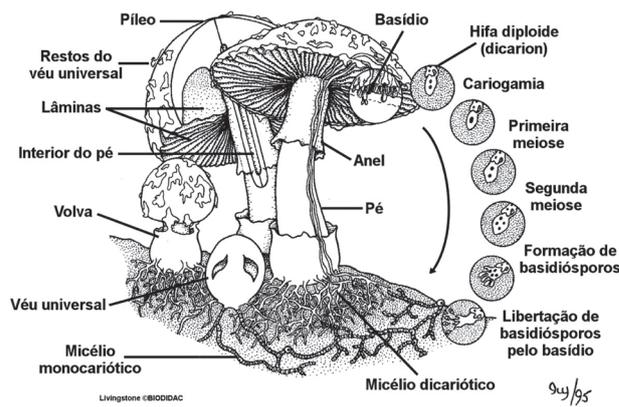


Figura 2. Ciclo de vida de um cogumelo.

Coleta dos fungos

Material necessário:

- Faca;
- Saquinhos de papel;
- Caneta;
- Papel branco e preto para fazer a esporada.

Coletar os fungos que estão frescos, sem danos causados por insetos ou já deteriorados, com o auxílio de uma faca, retirando um pouco do substrato onde o fungo está inserido. Anotar no saquinho de papel a data da coleta, coletor(es), substrato onde o fungo está crescendo e o local.

No laboratório ou mesmo na sala de aula, preparar a esporada para que os alunos possam visualizar a grande quantidade de basidiosporos (estrutura de dispersão), que apesar de serem microscópicos, quando estão em grande quantidade,

MEIO AMBIENTE

podem ser visualizados a olho nu. Lembrar que um basidiospоро pode originar um micélio que pode se reproduzir assexuadamente ou, se esse encontrar um outro micélio compatível, pode ocorrer a formação de um cogumelo onde ocorrerá a reprodução sexuada (importante para a variabilidade genética).

Preparo da esporada - colocar o cogumelo ou a orelha-de-pau sobre um papel branco se a região himenial for de cor escura. Caso contrário, se for clara, colocar sobre um papel preto e cobrir com um copo de vidro ou de plástico para formar uma câmara úmida. Aguardar 24 horas e retirar o fungo do papel. A esporada deverá ficar como na figura 3.

Essa esporada poderá ser guardada aplicando spray de cabelo sobre a mesma para fixar os esporos no papel.



Figura 3. Esporada. Fonte: www.mudpuddlestometeors.com.

Onde pesquisar

Gugliotta, A.M. & Capelari, M. 1998. Taxonomia de Basidiomicetos. *In*: V.L.R. Bononi (org.). *Zigomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 68-105.

Raven, P.H., Eichhorn, S.E., Evert, R.F. 2014. *Biologia Vegetal*. 8 ed. Guanabara Koogan. 876p.

FISIOLOGIA VEGETAL

Identificação de carboidratos: amido

Emanuela de Oliveira Joaquim

Aluno do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra, essenciais para a vida e fornecedores de energia para a maioria das células não-fotossintéticas. O amido é o principal carboidrato de reserva nas plantas que por sua vez, é a nossa principal fonte de energia como alimento.

Mostrar aos alunos a importância de estudar os vegetais fotossintetizantes e de como eles estão presentes no nosso cotidiano, abordando sua importância não somente na nossa alimentação, mas também na indústria alimentícia (espessantes e substitutos de gorduras), na indústria farmacêutica (cápsulas de medicamentos) e na produção de combustíveis (etanol) contribui para uma melhor compreensão de como os recursos naturais são essenciais para nossa sobrevivência.

A importância dessa atividade é descobrir a presença desses açúcares em alimentos consumidos diariamente, aguçar o interesse pela ciência e mostrar que mesmo nas ações cotidianas a ciência está presente.

Tempo previsto: 2 aulas.

Objetivo

Identificar o amido, principal carboidrato de reserva nas plantas, em alimentos presentes no cotidiano dos alunos e fazer com que compreendam sua estrutura e função.

Conteúdo abordado

Experimento para detectar a presença de amido nos alimentos

Séries sugeridas: Ensino Médio.

Materiais necessários:

- Tintura de iodo ou solução de lugol;
- Placas de Petri;
- Batata, rabanete, clara de ovo, maçã, farinha de trigo, farinha de mandioca e outros alimentos que desejar testar a presença deste açúcar;
- Estilete ou faca;

- Sal e amido de milho para comparação;
- Conta-gotas.

Proposta

Antes da realização do experimento será ministrada uma aula sobre carboidratos. Como o foco da aula é o amido, nossa principal fonte de carboidratos na alimentação e principal açúcar de reserva nas plantas, será apresentada a sua estrutura bioquímica, bem como suas funções dentro da célula e no nosso organismo. Os grãos de amido são constituídos por dois principais tipos de polissacarídeos, a amilose e a amilopectina. Ambos são polímeros de α -D-glicose conectadas por ligações 1,4 em grandes e pequenas cadeias. A amilose consiste de uma ou algumas cadeias longas, sendo uma molécula linear ou ligeiramente ramificada com aproximadamente 200 a 300 resíduos de glicose. A amilopectina é uma cadeia altamente ramificada, consistindo de um grande número de cadeias pequenas, com uma média de 20 a 25 unidades de glicose com ligações α -1,6 (figura 1). Para facilitar a compreensão serão utilizadas imagens destas estruturas projetadas em data show, ou em forma de cartões ou figuras impressas.

Procedimento da experiência:

- Em cada placa de Petri colocar uma pequena quantidade desses alimentos. No caso das batatas, rabanete e a maçã, deve-se cortá-las e colocar pequenos pedaços em cada placa;
- Pingar de duas a três gotas de lugol ou iodo e esperar a reação;

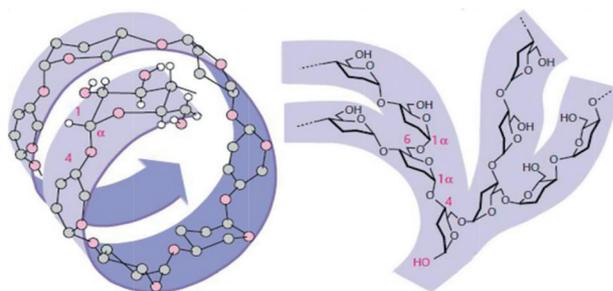


Figura 1. Estrutura do amido. Cadeias ramificadas e lineares de unidades de glicose. Fonte: Wenk, Fernandes 2007.

FISIOLOGIA VEGETAL

- Detectar alimentos que alteraram a cor do iodo para um azul-roxeadado;
- O sal e o amido de milho servirão como elementos controles do experimento, servindo de parâmetros indicativos da ausência e presença deste carboidrato;
- Pedir para os alunos observarem a coloração (figura 2) e anotarem os alimentos que reagiram com o lugol;

Roteiro de aula

Logo após a aula teórica será realizada a aula prática. Os alunos seguirão um roteiro e terão que responder as seguintes perguntas:

1. O que é amido? Do que ele é formado?
2. Esta substância está presente nos animais e nos vegetais?
3. Observe todos os alimentos que foram analisados, qual deles mudou de cor?
4. Quais foram os alimentos que não alteraram a cor? Por quê?

Depois que todos responderem as perguntas se iniciará a correção e a discussão em sala de aula. Será demonstrado também, com fotografias, como seria se cortássemos esses alimentos para serem vistos em microscópio óptico. Caso a escola possua microscópio, essa prática também pode ser realizada e assim os alunos poderão visualizar os grãos de amido. Fazer com que eles observem a mudança de cor dos alimentos e discutir porque, por exemplo, nem o sal

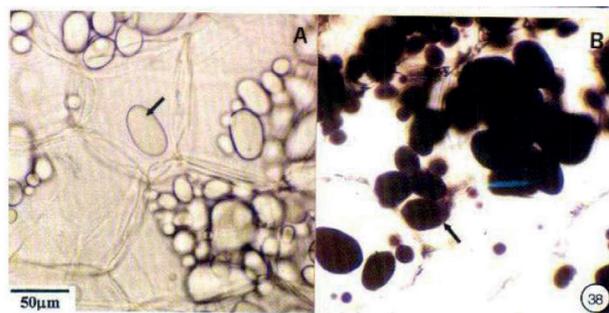


Figura 2. Cortes transversais em batata-inglesa, representando na figura A os grãos de amido sem lugol e na figura B na presença do reagente. Fonte: Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro 2006.

e nem a gema de ovo apresentaram mudanças na coloração.

A aula prática complementar a aula teórica trazendo elementos do cotidiano do aluno, para exemplificar a importância dessas moléculas para os seres vivos.

Onde pesquisar

- Appezzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.** 2006. Anatomia Vegetal. Editora UFV, Viçosa.
- Preiss, J.** 2004. Plant starch synthesis. In: A.-C. Eliasson. (ed.). Starch in food- Structure, function and applications. CRC Press.
- Wenk, M.R., Fernandis, A.Z.** 2007. A manual for biochemistry protocols. World Scientific Publishing.

FISIOLOGIA VEGETAL

Carbonização do açúcar

Athos Poli Rigui

Aluno do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na natureza. Em células vegetais são os componentes orgânicos em maior quantidade. Constituídos por basicamente, carbono, hidrogênio e oxigênio, os carboidratos desempenham importantes funções nos seres vivos e representam uma parcela significativa da necessidade alimentar de um organismo heterótrofo, estando presente em diversos alimentos naturais ou industrializados.

A glicose, um carboidrato monossacarídeo, é o substrato para a obtenção de energia de qualquer célula, produzida através da fotossíntese, pode ser utilizada para produção de energia tanto em uma reação anaeróbica como em uma reação aeróbica. Além disso, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos podem atuar como compostos de reserva energética, sendo utilizados para a produção de energia celular no caso de esgotamento de substrato no organismo, é o caso do amido em plantas e do glicogênio em animais.

Outra importante função de um carboidrato é seu papel estrutural, como o caso da celulose, um polissacarídeo que faz parte da constituição da parede de células vegetais, ou a quitina no exoesqueleto de insetos e também as pentoses, em especial a ribose e a desoxirribose que compõem nucleotídeos (grupo fosfato + pentose + base nitrogenada), os monômeros que formam os ácidos nucleicos (DNA e RNA) de todos os seres vivos.

Considerando a importância dessas moléculas para a manutenção da homeostase (condição estável do organismo para realização das reações metabólicas e manutenção das funções vitais) de uma célula, compreender a estrutura dos carboidratos, como são formados quimicamente e onde podem ser encontrados torna-se importante na formação de um cidadão que compreende o meio que o circunda. A utilização da atividade investigativa baseada no experimento de carbonização do açúcar permite o desenvolvimento de competências e habilidades sugeridas para alunos de ensino médio pelos PCNs e apresenta um bom impacto motivacional para o tema, permitindo a compreensão

da existência das ligações que formam um carboidrato, bem como a formação de H_2O a partir ação do ácido e a compreensão das reações glicosídicas.

Tempo previsto: 1 aula.

Objetivo

Compreender a composição e a estrutura química dos carboidratos.

Entender as ligações químicas entre os monossacarídeos - Ligações glicosídicas.

Identificar em quais alimentos estão presentes os diferentes tipos de carboidratos.

Conteúdo abordado

Bioquímica de carboidratos - Composição química e ligações glicosídicas.

Séries sugeridas: Ensino Médio - 1º ano.

Materiais necessários - Exibição de vídeo do experimento “Carbonizando o açúcar” (Disponível em: Pontociência - Carbonizando açúcar <<https://www.youtube.com/watch?v=d1m2CIiqvUs>>, acesso em: 28/05/2015) ou “O carbono escondido no açúcar (Superquímica)” (Disponível em: Manual do Mundo <<https://www.youtube.com/watch?v=x0bG8EbwIi4>>, acesso em: 07/08/2015).

Pedir que os alunos tomem notas das alterações observadas como coloração da mistura ao longo da reação, o odor emitido e a temperatura.

Observação - Caso o professor se sinta seguro para realização do experimento em laboratório da Unidade escolar, poderá seguir a descrição a seguir:

Materiais necessários para o experimento:

- 50 g de açúcar cristal;
- 50 ml de ácido sulfúrico concentrado;
- Béquer de 150 ml;
- Bastão de vidro;
- Óculos de proteção;
- Luvas de borracha;
- Capela - Laboratório.

FISIOLOGIA VEGETAL

Procedimento

Utilizando as luvas de borracha e o óculos de proteção, dentro da capela, coloque o açúcar no béquer e misture o ácido sulfúrico com o auxílio do bastão de vidro. Observe.

Metodologia

Materiais e ambientes necessários para a aula:

- Com vídeo do experimento: projetor, acesso à internet e lousa (opcional: gravuras impressas em folha A3);
- Vídeo salvo para exibição: sala de informática ou de TV, lousa e gravuras impressas em folha A3;
- Com experimento: itens para realização do experimento (açúcar cristal, ácido sulfúrico, bastão de vidro, béquer de 150 ml, luvas de borracha e óculos de proteção), laboratório (capela), projetor e lousa.

Proposta

Roteiro de aula

Após a exibição de um dos vídeos, apresentar com a projeção de um slide ou a impressão de uma figura a estrutura da sacarose aos alunos (figura 1), deixando claro que é o açúcar utilizado na apresentação do experimento.

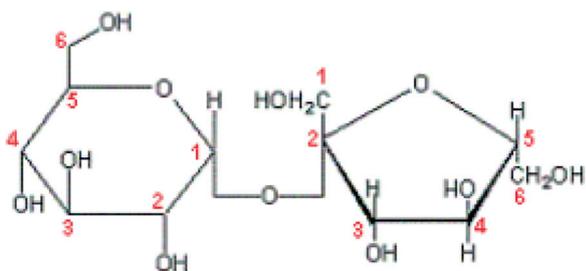


Figura 1. Estrutura da Sacarose.

Em seguida, apresentar em imagens projetadas ou impressas as moléculas de glicose e frutose (figura 2), os monossacarídeos que ligados entre si compõem a sacarose, um dissacarídeo. A partir da apresentação destas moléculas, deixar claro os grupos de OH, H e O ligados ao eixo principal da molécula, o esqueleto de 6 carbonos e concluir, portanto, que estes carboidratos são duas hexoses.

A partir das imagens dos dois monossacarídeos explicar as diferenças entre cetoses e aldoses, deixando claro que mesmo que as moléculas de frutose e glicose sejam compostas pelos mesmos átomos e nas mesmas quantidades ($C_6H_{12}O_6$), uma é cetose e a outra uma

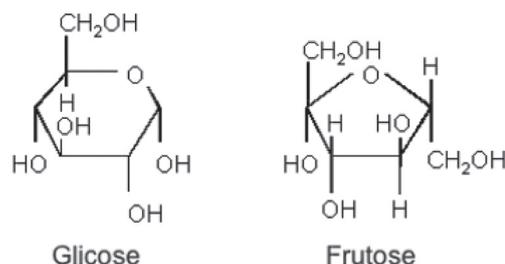


Figura 2. Estrutura das moléculas de Glicose e Frutose.

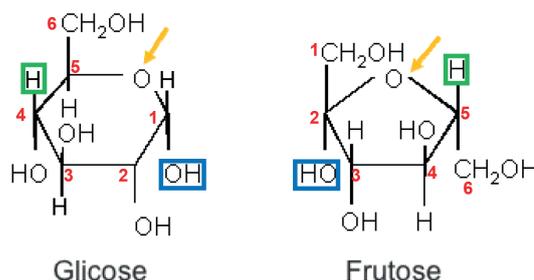


Figura 3. Estrutura das moléculas de Glicose e Frutose. Carbonos numerados (1 a 6), Grupos OH nos quadros azuis, Grupos H nos quadros verdes, Grupo O indicado pela seta amarela.

aldose (diferentes grupos funcionais), o que muda a forma da molécula cíclica final (figura 4).

Retornar a imagem da sacarose e mostrar onde ocorre a ligação entre os dois monossacarídeos comentados (figura 5) e explicar que a reação de ligação se trata de uma desidratação, ocorrendo com a perda de uma molécula de água. Sendo na quebra desta ligação (uma hidrólise) utilizadas moléculas de água.

Após a exibição do vídeo e a aula teórica, que deverão ocupar 25 minutos da aula, pedir que os alunos relembrem o que foi observado durante o experimento e pedir que pensem em hipóteses do que pode ter acontecido entre o açúcar e o ácido sulfúrico, deixando claro que este ácido tem o pH bastante baixo (mostrar uma escala de pH - figura 6).

A discussão sobre o experimento deverá ser conduzida e norteadada pelo professor, através de questionamentos que proponham a elaboração de hipóteses, por aproximadamente 10 minutos de aula: Como um ácido pode interferir nas ligações químicas de uma molécula? O ácido poderia interferir nas ligações com os grupos OH, H e O? O que poderia acontecer com estes elementos se liberados do esqueleto de 6 carbonos?

Baseado nos argumentos dos alunos para os questionamentos durante a discussão, o professor

FISIOLOGIA VEGETAL

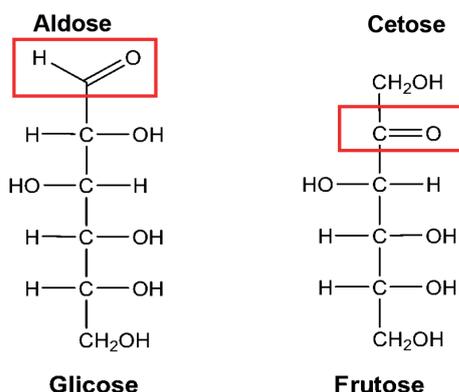


Figura 4. Estruturas abertas de Glicose e Frutose com os grupos funcionais que os diferenciam Aldeído (Glicose) e Cetona (Frutose).



Figura 5. Detalhe da reação glicosídica que ocorre entre Glicose e Frutose para a formação da Sacarose.

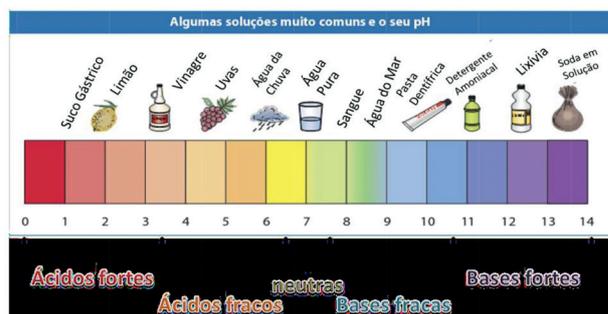


Figura 6. Escala numérica do pH (pH do ácido sulfúrico: aproximadamente 1,5) (Fonte: Blog de Físico Química do André. Disponível em <http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com.br/2012/12/escala-de-ph.html> (acesso em 28/05/2015).

deverá explicar o que houve com as moléculas de açúcares durante a reação - Todas as ligações foram quebradas e os grupo OH, H e O formaram moléculas de água que, devido ao calor liberado (reação exotérmica) evaporaram. A massa preta restante então, é formada apenas por carbono.

Para finalizar, o professor deverá sumarizar as definições de monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, dando como exemplos os carboidratos abordados em aula e outros como a galactose (monossacarídeo), a maltose e a lactose (dissacarídeos) e a celulose, amido e glicogênio (polissacarídeos), reforçando onde cada um pode ser encontrado e suas principais funções.

FISIOLOGIA VEGETAL

Fotossíntese

Rodrigo Fazani Esteves Sanches

Aluno do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica

Importância do tema

Quanto maior for a incidência de luz sobre uma planta, mais intensa também será a fotossíntese por ela realizada. No entanto, a partir de determinada intensidade de luz, a velocidade do fenômeno não aumenta mais, pois a planta atingiu o ponto de saturação luminosa.

Com exceção das parasitas aclorofiladas, todas as plantas fazem fotossíntese. Elas apresentam em determinadas células uma organela chamada cloroplasto, em cujo interior existem pigmentos, como a clorofila, que são responsáveis pela captação da energia luminosa.

Mudanças climáticas

Ultimamente, a liberação de CO₂ para a atmosfera está maior do que os seres fotossintetizantes podem consumir. A queima de combustíveis fósseis, onde havia carbono fixado em seus compostos, acaba liberando esse carbono para a atmosfera na forma de CO₂. O aumento de CO₂ afeta a vida de todos os seres vivos, inclusive o homem, pois promove o aumento da temperatura e mudanças nos padrões de precipitação da Terra.

Diminuir as emissões de CO₂ e outros gases de efeito estufa, juntamente com a conservação das florestas e da biodiversidade, é uma das formas de atenuar os efeitos do aquecimento global.

Os seres humanos e todas as outras formas de vida, são totalmente dependentes da fotossíntese, seja porque é um processo que fornece alimento e oxigênio, seja porque ameniza a temperatura da Terra. O fato é que a sobrevivência de todos depende muito da continuidade desse processo em nosso Planeta.

Tempo previsto: 1 aula.

Objetivo

Compreender os conceitos acerca dos processos da fotossíntese.

Entender a importância da luz, do gás carbônico e a liberação de oxigênio.

Conteúdo abordado

Processo de fotossíntese.

Séries sugeridas: alunos de Ensino Fundamental e Médio.

Materiais necessários - Materiais necessários para o experimento:

- Exemplares de planta aquática *Elodea* sp.;
- 3 tubos de ensaio, provetas, ou pré-formas de garrafa PET;
- Suporte para os tubos;
- Béquer de 300 ml;
- Água;
- Indicador de pH, (azul de bromotimol);
- Haste com lâmpada de 200 watts;
- Canudo de plástico;

Proposta

Você precisará de 150 ml de água com uma concentração de gás carbônico (CO₂) suficiente para iniciar o experimento. Para isso, coloque esse volume de água no béquer e acrescente 25 gotas (cerca de 1 ml) do indicador de pH, azul de bromotimol, e observe a coloração da solução se tornar azul (solução básica), conforme figura 1. Se a solução não estiver básica, acrescente algumas gotas de soda cáustica diluída, até que ela se torne azul. Com um canudo, assopre dentro do líquido. O CO₂ presente no ar da expiração irá interagir com a água segundo a reação:



Iniciando o experimento

Em duas pré-formas de garrafa PET, coloque um ramo de *Elodea* sp. e tampe-as para minimizar as trocas gasosas com o meio externo (figuras 2 e 3). Coloque uma delas em local próximo a fonte de luz (PET 2) e a outra em um local escuro (PET 3). A PET que não recebeu planta aquática deverá ser mantida em local com luz e servirá de controle do experimento (PET 1), para assim avaliar a alteração na coloração da solução devido a liberação de oxigênio pela planta.

Observação dos resultados:

Após 24 horas, observar a coloração de cada uma das três soluções.

FISIOLOGIA VEGETAL



Azul de bromotimol	
Meio básico	Azul
Meio neutro	Verde
Meio ácido	Amarelo

Figura 1. Coloração da solução.

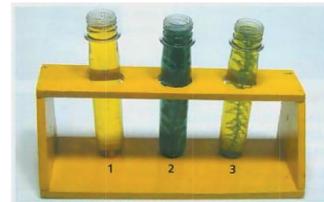


Figura 3. O experimento.

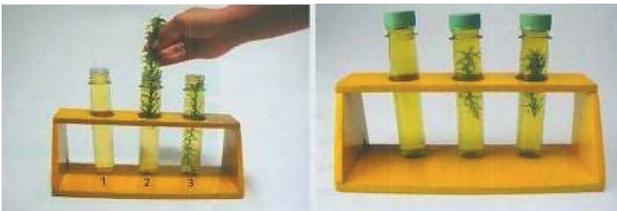


Figura 2. Ramo de *Elodea* sp. para início do experimento.

Os seguintes resultados são esperados:

- PET 1: sem alteração aparente;
- PET 2: mudança de coloração para azul, pois se torna básica;
- PET 3: pequena alteração de cor, tornando-se levemente esverdeada.

Uso da fonte de luz (lâmpada de 200 watts) para demonstração e discussão do experimento

Insira um ramo de *Elodea* sp. dentro da PET 1, coloque-a em um suporte e posicione-a na frente do foco de luz (figura 4). Observe a mudança de coloração da solução que inicialmente se apresenta amarela, com o decorrer do tempo se torna verde e, posteriormente, azul. Este passo deve levar aproximadamente 50 minutos e deve ser feito preferencialmente em um local bem iluminado para que a fotossíntese seja estimulada também pela luz difusa do ambiente. Ele dura cerca de 50 minutos, tempo que você pode aproveitar para discutir sobre fotossíntese com seus alunos.

O que acontece

A fotossíntese é um dos processos metabólicos mais importantes que ocorre na Terra. Durante a fotossíntese,



Figura 4. *Elodea* sp. no foco de luz.

as plantas, algas e bactérias fotossintetizantes são capazes de captar energia do Sol, utilizando-a para converter moléculas simples, como CO_2 e H_2O , em moléculas orgânicas complexas que podem ser utilizadas igualmente por plantas e animais como fonte de energia e de moléculas estruturais. Além disso, a fotossíntese libera oxigênio (O_2) para o ar que respiramos. Portanto, sem a fotossíntese, plantas, animais, incluindo seres humanos, ficaríamos sufocados e passaríamos fome.

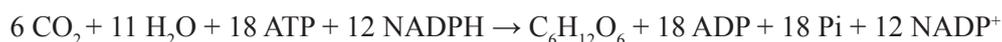
A fotossíntese promove o “sequestro do carbono” da atmosfera, enquanto que, durante a respiração da maioria dos organismos, ocorre o consumo e oxigênio e liberação de gás carbônico. É justamente esse ciclo e equilíbrio de retirada e liberação de carbono na atmosfera que favoreceu e favorece a existência de um ambiente propício à vida no Planeta.

Para que a energia luminosa seja utilizada pelos seres fotossintetizantes, é necessário que ela primeiro seja absorvida. A substância que absorve luz é

FISIOLOGIA VEGETAL

denominada pigmento. A clorofila é o pigmento que torna as folhas verdes, absorve luz principalmente nos comprimentos de onda azul e vermelho; como reflete a luz verde, sua aparência é de cor verde.

O processo fotossintético compreende duas etapas, a etapa fotoquímica (fase clara) onde a energia luminosa é captada pelos pigmentos fotossintéticos (clorofilas, carotenoides e ficobilinas) e transformada em energia química armazenada na forma de ATP



Sendo possível entender o que acontece nesse experimento. Na PET 2, a *Eloдея* sp. recebe luz e pode realizar a fotossíntese completa (fase clara e fase escura). Na PET 3, a *Eloдея* sp. fica no escuro, mas utiliza a energia luminosa captada anteriormente. Essa energia é utilizada para a síntese de substâncias orgânicas, a partir de água e de CO₂ dissolvido na solução. Quando o estoque de energia acumulada termina, a reação para.

As mudanças de coloração que acontecem nas PETs 2 e 3 se devem à retirada do gás CO₂ da água. Você introduz CO₂ fazendo a água ficar ácida, quando o CO₂ é consumido, o equilíbrio químico é deslocado no sentido inverso, o que aumenta o consumo de prótons (H⁺) e a concentração de íons hidroxila (OH⁻), tornando o meio neutro (verde) ou básico (azul).

Não havendo a disponibilidade do indicador de pH azul de bromotimol o experimento pode ser conduzido conforme abaixo:

(adenosina trifosfato) e poder redutor do NADPH₂ (forma reduzida de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato). Já na etapa bioquímica (fase escura), essa energia é utilizada para síntese de substâncias orgânicas a partir da fixação de CO₂ e fotólise da água. O CO₂ pode ser absorvido do ar, no caso das plantas terrestres, ou da água, pelas plantas aquáticas, como neste experimento. A equação balanceada e completa da fotossíntese pode ser escrita da seguinte forma:

Materiais necessários para o experimento:

- Exemplares de planta aquática *Eloдея* sp.;
- Béquer 150 ml;
- Água;
- Bicarbonato de sódio;
- Haste com lâmpada de 200 watts.

Para tornar a aprendizagem mais ativa, cada grupo de alunos pode construir seu experimento colocando a *Eloдея* sp. dentro do tubo cobrindo-a completamente com água e 30 mL de solução de bicarbonato de sódio. Em seguida, aproximar o béquer com a planta a uma fonte de luz gerada pela lâmpada de 200 watts.

Ao observar o experimento será possível visualizar a formação de bolhas de ar pela água, sendo importante questionar os alunos sobre o que está acontecendo:

- O que são as bolhas formadas?
- Por que foram formadas?
- Qual a importância da luz nesse processo?
- Por que o bicarbonato de sódio é misturado na água?

