



ADAISES MACIEL

BASES ECOLÓGICAS E EVOLUTIVAS DA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS II

Tomo 1



(EDITORAufmg)

**BASES ECOLÓGICAS E EVOLUTIVAS DA
DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS II
Tomo 1**



Reitor

Jaime Arturo Ramírez

Vice-Reitora

Sandra Regina Goulart Almeida

Pró-Reitor de Graduação

Ricardo Hiroshi Caldeira Takahashi

Pró-Reitor Adjunto de Graduação

Walmir Matos Caminhas

Pró-Reitora de Extensão

Benigna Maria de Oliveira

Pró-Reitora Adjunta de Extensão

Claudia Andrea Mayorga Borges

(EDITORAufmg)

Diretor

Flávio de Lemos Carsalade

Vice-Diretor

Camila Figueiredo

Conselho Editorial

Flávio de Lemos Carsalade (presidente)

Camila Figueiredo

Eduardo de Campos Valadares

Élder Antônio Sousa Paiva

Fausto Borém

Lira Córdova

Maria Cristina Soares de Gouvêa



Diretor de Educação a Distância da UFMG

Wagner José Corradi Barbosa

Diretora Adjunta de Educação a Distância da UFMG

Maria das Graças Moreira

Coordenador de Pesquisas de Educação a Distância da UFMG

Fernando Fidalgo

Coordenador da Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFMG

Eucidio Pimenta Arruda

Coordenadora Pedagógica de Educação a Distância da UFMG

Suzana dos Santos Gomes

Coordenador de Tecnologias de Educação a Distância da UFMG

Carlos Basílio Pinheiro

Coordenador de Extensão de Educação a Distância da UFMG

Evandro José Lemos da Cunha

ADAÍSES SIMONE MACIEL DA SILVA

**BASES ECOLÓGICAS E EVOLUTIVAS DA
DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS II
Tomo 1**

Belo Horizonte
Editora UFMG
2017

© 2017, Adaisés Simone Maciel Da Silva

© 2017, Editora UFMG

Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização escrita do Editor.

Assistência Editorial

Eliane Sousa

Direitos Autorais

Anne Caroline Silva

Coordenação de Textos

Lira Córdova

Produção Gráfica

Warren Marilac

Revisão Pedagógica

Márcia Maria T. A. de S. Duarte

Produção Editorial

Michel Gannam

Preparação de Textos

Ana Clara Teixeira Ferreira

Revisão

Daniela Menezes

Letícia Ayenne

Rita Viana Gonsalves

Projeto Gráfico

Departamento de Design/CAED-UFMG

Formatação

Sérgio Luz

E24 Maciel da Silva, Adaisés Simone

Bases ecológicas e evolutivas da diversidade dos seres vivos II, tomo 1 / Adaisés Simone Maciel da Silva. – Belo Horizonte : Editora UFMG, 2017.
63 p. : il.

Material didático produzido pelo Centro de Apoio à Educação a Distância da Universidade Federal de Minas Gerais (CAED/UFMG).

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-423-0214-1

1. Ensino a distância. 2. Ecologia. 3. Plantas - evolução.
I. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Apoio à Educação a Distância. II. Título.

CDD: 371.35

CDU: 37.018.43

Elaborada pela Biblioteca Professor Antônio Luiz Paixão – FAFICH-UFMG.

EDITORA UFMG

Av. Antônio Carlos, 6.627 | CAD II | Bloco III

Campus Pampulha | 31270-901

Belo Horizonte-MG | Brasil

Tel. +55 31 3409-4650 | Fax +55 31 3409-4768

www.editoraufmg.com.br | editora@ufmg.br

Centro de Apoio à Educação a Distância da UFMG (CAED-UFMG)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6.627 | Unidade Administrativa III

Térreo - Sala 115 | Campus Pampulha | 31270-901

Belo Horizonte-MG | Brasil

Telefax +55 31 3409-5526 | ead@ufmg.br

NOTA DA DIRETORIA DO CAED

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) atua em diversos projetos de educação a distância, que incluem atividades de ensino, pesquisa e extensão. Dentre elas, destacam-se as ações vinculadas ao Centro de Apoio à Educação a Distância (CAED-UFMG), que iniciou suas atividades em 2003.

Primeiramente, o trabalho de apoio à educação a distância esteve ligado ao assessoramento da Reitoria e das unidades acadêmicas no credenciamento dos primeiros cursos de graduação na modalidade a distância (EaD) da UFMG no Ministério da Educação (MEC).

Posteriormente, o CAED passou a ampliar sua atuação em favor da institucionalização da EaD na UFMG, coordenando e assessorando o desenvolvimento de cursos de graduação, pós-graduação e extensão a distância; desenvolvendo estudos e pesquisas sobre EaD; capacitando profissionais envolvidos com a modalidade; promovendo a articulação da UFMG com os polos de apoio presencial; assessorando a produção de materiais didáticos impressos e digitais sobre EaD na UFMG e gerindo os recursos financeiros dos cursos.

Atualmente, o CAED tem se esforçado bastante para orientar e capacitar os agentes envolvidos nos cursos e demais ações a distância da UFMG para produzirem materiais didáticos e outros objetos de aprendizagem (animações, videoaulas, webconferências etc.), em consonância com as especificidades da educação a distância, de forma a permitir que essa modalidade de ensino possua o mesmo nível de excelência das demais atividades da universidade.

Nesse contexto, destacamos a parceria do CAED com a Editora UFMG, consolidada com a criação de um selo de qualidade EaD-UFMG. Assim, temos a honra de lançar esta obra, esperando que todos os leitores possam aproveitá-la ao máximo, inclusive entrando em contato conosco para sugestões, comentários e críticas.

Bons estudos!

Wagner José Corradi Barbosa
DIRETOR DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UFMG

Maria das Graças Moreira
DIRETORA ADJUNTA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UFMG

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Hepática talosa (Eric Guinther). Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < https://goo.gl/Zm8jMI >. Acesso em: 4 ago. 2015.	17
Figura 2	Diferentes grupos de briófitas. Fonte: A) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/9ksLpC >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Scott Zona. Disponível em: < https://goo.gl/1XfUIE >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) Lairich Rig. Disponível em: < http://goo.gl/Ml2zIV >. Acesso em: 4 ago. 2015. D) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/b5s7AA >. Acesso em: 4 ago. 2015.	17
Figura 3	Lupa de mão. Fonte: Wikipedia. Disponível em: < http://goo.gl/RRwtrH >. Acesso em: 4 ago. 2015.	18
Figura 4	Esquema de um musgo mostrando a fase gametofítica e esporofítica. Fonte: Elaborado pela autora.	18
Figura 5	Esquema geral de uma samambaia – fase esporofítica. Fonte: Adaptado de Thomas Moore (edited by John Lindley; nature-printed by Henry Bradbury). Disponível em: < http://goo.gl/55r3um >. Acesso em: 4 ago. 2015.	21
Figura 6	Diferentes grupos de pteridófitas. Fonte: A) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/0Mgp2O >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/ZmXcDe >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/fRsPcn >. Acesso em: 4 ago. 2015. D) Disponível em: < http://goo.gl/L6j3SG >. Acesso em: 4 ago. 2015. E) Disponível em: < https://goo.gl/8gZwIX >. Acesso em: 4 ago. 2015. F) Fonte: Lairich Rig. Disponível em: < http://goo.gl/19XbZc >. Acesso em: 4 ago. 2015.	22
Figura 7	Visão geral externa e esquema interno de um microfilo e de um megafiló. Fonte: A) Adaptado de Jason Hollinger. Disponível em: < https://goo.gl/WNWRin >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Adaptado de Jon Sullivan. Disponível em: < http://goo.gl/AZeSZZ >. Acesso em: 4 ago. 2015.	23
Figura 8	Visão abaxial da fronde de samambaia com soros, conjunto de esporângios formando quatro soros e esporângio visto em microscópio. Fonte: A) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/YHRqo0 >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Malcom Manners. Disponível em: < https://goo.gl/riSAhJ >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/uMsFHR >. Acesso em: 4 ago. 2015.	24
Figura 9	<i>Lycopodiaceae</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < https://goo.gl/tjiXAZ >. Acesso em: 4 ago. 2015.	24
Figura 10	<i>Selaginellaceae</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/uuHq78 >. Acesso em: 4 ago. 2015.	25
Figura 11	<i>Psilotaceae</i> . Fonte: Site Flora Vascular. Disponível em: < http://goo.gl/9D5ljx >. Acesso em: 4 ago. 2015.	25
Figura 12	<i>Equisetaceae</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/CfQTZM >. Acesso em: 4 ago. 2015.	26
Figura 13	Samambaia. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/LkY8mi >. Acesso em: 4 ago. 2015.	26
Figura 14	Ciclo de vida de um musgo. Fonte: Elaborada pela autora.	28

Figura 15	Gametófito (protalo) de samambaia com esporófito juvenil. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/zqm4ju >. Acesso em: 4 ago. 2015.	28
Figura 16	Ciclo de vida de uma samambaia. Fonte: Elaborada pela autora.	29
Figura 17	Posição filogenética das “briófitas”. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/r3O76P >, < http://goo.gl/cGL2P5 >, < http://goo.gl/rwF5Zp >, < http://goo.gl/DitvJt > e < http://goo.gl/jGiWxG >. Acesso em: 4 jul. 2016.	30
Figura 18	Grupo de plantas vasculares sem sementes fósseis. Disponível em: < http://goo.gl/QXERs2 >. Acesso em: 4 ago. 2015.	31
Figura 19	Posição filogenética das “pteridófitas” entre as plantas vasculares. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/mWLzJ9 >, < https://goo.gl/0WToko >, < http://goo.gl/QSOEh5 >, < http://goo.gl/uxHG Tk >, < https://goo.gl/Rc9Xxj > e < https://goo.gl/MkyOTW >. Acesso em: 4 jul. 2016.	31
Figura 20	Diferentes tipos de esporângios presentes nos grupos de samambaias. Fonte: A) George Shepherd. Disponível em: < https://goo.gl/IOEq8 >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Fonte: George Shepherd. Disponível em: < https://goo.gl/aixvqh >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) < http://goo.gl/Zi6Mcq >. Acesso em: 5 ago. 2016. D) < http://goo.gl/GN0ZiE >. Acesso em: 5 ago. 2016.	32
Figura 21	Soro de samambaia visto sob uma lupa de mão. Fonte: < http://goo.gl/0rPp4V >. Acesso em: 5 ago. 2016.	33
Figura 22	Site da Sociedade Briológica Britânica. Disponível em: < http://goo.gl/0Fx1Gh >. Acesso em: 4 jul. 2016.	34
Figura 23	Site da Sociedade Americana de Samambaias. Disponível em: < http://goo.gl/eDNWMa >. Acesso em: 4 jul. 2016.	35
Figura 24	Pinheiros cobertos de neve em ambiente temperado e pinheiro de Natal. Fonte: A) Site Pixabay. Disponível em: < https://goo.gl/ow7Bjq >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Wikimedia Commons. Disponível em: < https://goo.gl/BKvckm >. Acesso em: 4 ago. 2015.	37
Figura 25	Plântula de carvalho-vermelho (<i>Quercus robur</i>). Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/FKjgsW >. Acesso em: 4 ago. 2015.	39
Figura 26	Fóssil de uma pteridosperma do período Carbonífero tardio. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < https://goo.gl/Qxqu9G >. Acesso em: 4 jul. 2016.	39
Figura 27	Exemplos de espermatófitas (plantas com sementes). Fonte: A) Tatters. Disponível em: < https://goo.gl/UtqcNU >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/Vdbx6l >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/x5gVjx >. Acesso em: 4 ago. 2015. D) Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/VNFNYM >. Acesso em: 4 ago. 2015. E) Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/MsLzkr >. Acesso em: 4 ago. 2015.	40
Figura 28	Representantes de diferentes grupos de gimnospermas. Fonte: A) Peacay. Disponível em: < https://goo.gl/UeJNSo >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/t9QlRg >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) Site Plantillustrations. Disponível em: < http://goo.gl/ZYl0Ug >. Acesso em: 4 ago. 2015. D) Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/yIsMOI >. Acesso em: 4 ago. 2015.	41

Figura 29	<i>Sequoiadendron giganteum</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/yqZDrE >. Acesso em: 4 ago. 2015.	42
Figura 30	A) <i>Cycas</i> com estróbilos. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/GuO6a8 >. Acesso em: 4 ago. 2015. B) <i>Ginkgo</i> com sementes. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/4HSbZz >. Acesso em: 4 ago. 2015. C) <i>Ginkgo</i> com sementes. Fonte: Site Arkive. Disponível em: < http://goo.gl/dMgpCy >. Acesso em: 4 ago. 2015. D) <i>Welwitschia</i> , uma gnetófito que vive no deserto da Namíbia. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/lkjSUS >. Acesso em: 4 ago. 2015.	43
Figura 31	Estróbilos produtores de pólen em <i>Cedrus libani</i> . Fonte: Site Arkive. Disponível em: < http://goo.gl/sKx84v >. Acesso em: 4 ago. 2015.	44
Figura 32	Estágios do estróbilo ovulado em coníferas. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/t71Hzw >. Acesso em: 4 ago. 2015.	44
Figura 33	Sementes liberadas do estróbilo de uma conífera. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/avVWmv >. Acesso em: 4 ago. 2015.	45
Figura 34	Ciclo de vida de uma conífera. Fonte: Elaborada pela autora.	45
Figura 35	Hipóteses filogenéticas para as gimnospermas (a) baseada em dados moleculares e (b) em morfologia. Fonte: Elaborada pela autora.	47
Figura 36	<i>Cycas revoluta</i> com óvulos. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/vQdExL >. Acesso em: 4 jul. 2016.	47
Figura 37	<i>Ginkgo biloba</i> com sementes. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/Ft1DGL >. Acesso em: 4 ago. 2015.	47
Figura 38	<i>Araucaria angustifolia</i> com estróbilos. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/FNLtQ3 >, < http://goo.gl/DxsNIx > e < https://goo.gl/BJ1xTL >. Acesso em 5 ago. 2015.	48
Figura 39	Gêneros das gnetófitas. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/a1KYxU >, < https://goo.gl/UuMKOP > e < https://goo.gl/hV2WXG >. Acesso em: 5 ago. 2015.	48
Figura 40	Nuvem de pólen sendo liberada dos estróbilos de um pinheiro. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/oDHGwL >. Acesso em: 5 ago. 2015.	49
Figura 41	Espécies de angiosperma. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/HtlK2T > e < http://goo.gl/ttEPU2 >. Acesso em: 5 ago. 2015.	52
Figura 42	A) Semente de monocotiledônea; B) semente de eudicotiledônea. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/S49lTR >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53
Figura 43	A) Folha de monocotiledônea; B) folha de eudicotiledônea. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/cPmFLO >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53
Figura 44	A) Caule interno de monocotiledônea; B) caule interno de eudicotiledônea. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/cPmFLO >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53
Figura 45	A) Raiz de monocotiledônea; B) raiz de eudicotiledônea. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/zzANNA > e < http://goo.gl/VEYZtx >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53

Figura 46	A) Flor de monocotiledônea; B) flor de eudicotiledônea. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/dPRhVK >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53
Figura 47	A) Pólen de monocotiledônea; B) pólen de eudicotiledônea. Fonte: Adaptado de Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/NwqTH7 > e < http://goo.gl/clzWU5 >. Acesso em: 7 mar. 2016.	53
Figura 48	Representantes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Fonte: Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/xWndJP >, < http://goo.gl/liH1rw >, < http://goo.gl/M7BQjW >, < http://goo.gl/1sKSkE >, < http://goo.gl/m81309 >, < http://goo.gl/MAsI25 >, < http://goo.gl/45VDxS > e < http://goo.gl/RfRjVG >. Acesso em: 5 ago. 2015.	54
Figura 49	Detalhe de óvulos no ovário de <i>Cucurbita pepo</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/o9JrEz >. Acesso em: 5 ago. 2015.	55
Figura 50	Flor isolada de tulipa e inflorescência de lírio, da esquerda para a direita. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/YUFQ73 > e < http://goo.gl/VK3fjy >. Acesso em: 5 ago. 2015.	55
Figura 51	Corte longitudinal de uma flor de <i>Helleborus foetidus</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/jW9qb2 >. Acesso em: 8 mar. 2016.	56
Figura 52	Visão geral de uma flor de tulipa. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/4ZVyWq >. Acesso em: 8 mar. 2016.	56
Figura 53	Visão geral de uma flor de madressilva. Fonte: Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/P8qON3 >. Acesso em: 5 jul. 2016.	56
Figura 54	Botões de flores. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/niE3Rq >. Acesso em: 8 mar. 2016.	56
Figura 55	Visão geral de uma flor de <i>Papaveraceae</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/FwdML4 >. Acesso em: 8 mar. 2016.	56
Figura 56	<i>Amborella trochopoda</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/suIAiZ >. Acesso em: 5 ago. 2015.	57
Figura 57	<i>Nymphaea colorata</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/EYtf1U >. Acesso em: 5 ago. 2015.	57
Figura 58	<i>Allicium anisum</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/qbRE63 >. Acesso em: 5 ago. 2015.	57
Figura 59	<i>Persea americana</i> . Fonte: Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/GFLBMP >. Acesso em: 5 ago. 2015.	58
Figura 60	<i>Magnolia grandiflora</i> . Fonte: Site Pixabay. Disponível em: < http://goo.gl/wprTYm >. Acesso em: 5 ago. 2015.	58
Figura 61	<i>Peperomia obtusifolia</i> . Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < http://goo.gl/gSXljY >. Acesso em: 5 ago. 2015.	58
Figura 62	Ciclo de vida de uma angiosperma. Fonte: Elaborada pela autora, baseado no APG 2003 – Angiosperm Phylogeny Group (Grupo de Filogenia de Angiospermas).	59
Figura 63	Relações filogenéticas das angiospermas. Fonte: Elaborada pela autora.	60
Figura 64	Mariposa <i>Tageticula yucasella</i> e a iúca. Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: < https://goo.gl/cL0zUc >. Acesso em: 5 ago. 2015.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparativo generalizado entre as três linhagens de briófitas. Fonte: Elaborado pela autora.	19
Quadro 2	Quadro estrutural das briófitas e das pteridófitas. Fonte: Elaborado pela autora.	27
Quadro 3	Comparativo generalizado dos quatro grupos de gimnospermas. Fonte: Elaborado pela autora.	43
Quadro 4	Comparativo generalizado entre angiospermas monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Fonte: Elaborado pela autora.	53
Quadro 5	Diferentes apêndices de uma flor. Fonte: Elaborado pela autora.	56

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
Unidade 1	
BRIÓFITAS E PTERIDÓFITAS	15
1.1 Conhecendo as briófitas e pteridófitas	17
1.2 Ciclos de vida das briófitas e pteridófitas	27
1.3 Taxonomia e evolução das briófitas e pteridófitas	30
Unidade 2	
GIMNOSPERMAS	37
2.1 Introdução às espermatófitas: conhecendo as gimnospermas	39
2.2 Ciclo de vida das gimnospermas	44
2.3 Taxonomia e evolução das gimnospermas	46
Unidade 3	
ANGIOSPERMAS	51
3.1 Conhecendo as angiospermas	52
3.2 Ciclo de vida das angiospermas	58
3.3 Taxonomia e evolução das angiospermas	60
REFERÊNCIAS	62
SOBRE A AUTORA	63

APRESENTAÇÃO

Prezado aluno,

Bem-vindo à disciplina Bases Ecológicas e Evolutivas da Diversidade dos Seres Vivos II do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas a Distância da UFMG. Este material didático (tomo 1) será nosso guia e ponto de partida para aprofundarmos nossos conhecimentos sobre a ecologia e diversidade de plantas e animais.

Sabe-se que a biodiversidade atual foi fruto de um longo processo evolutivo, ocorrido no nosso planeta, e que levou ao surgimento de organismos conhecidos como bactérias, fungos, protistas, plantas e animais. Por exemplo, sem os organismos fotossintetizantes (autotróficos), a vida à base de oxigênio não existiria; sem os organismos decompositores, carcaças de plantas e animais se acumulariam e os nutrientes demorariam muito para retornar ao solo.

Ao longo dos últimos 3,8 bilhões de anos, desde a origem da vida, houve grandes eventos de extinção, que levaram à redução drástica dessa biodiversidade. Atualmente, vivenciamos outro grande evento de extinção de espécies. A diferença é que dessa vez o grande agente desse processo somos nós, humanos. Embora seja impossível recuperar muito do que perdemos, certamente podemos conscientizar as gerações futuras para que não destruam a vida que já existia aqui muito antes de chegarmos.

Ao longo das três unidades que compõem este tomo, discutiremos sobre os grandes grupos de plantas terrestres, sua diversidade e evolução, bem como suas interações com outros organismos. A disciplina seguirá o raciocínio já iniciado em Bases Ecológicas e Evolutivas da Diversidade dos Seres Vivos I, agora com maior ênfase nas características dos grandes grupos de plantas, sendo dividida nas seguintes unidades:

1. Briófitas e pteridófitas;
2. Gimnospermas;
3. Angiospermas.

O uso deste material o auxiliará não só com o conteúdo básico necessário para completar o curso, mas também trará exercícios, referências complementares, links interessantes e, muito importante, nos ajudará a trilharmos um caminho em comum. Por isso, é fundamental a leitura dos textos e acompanhamento das orientações práticas presentes aqui, o que garantirá o bom andamento da disciplina e diálogo efetivo entre alunos, professores e tutores.

É imprescindível ressaltar que o uso deste guia didático está atrelado à plataforma virtual Moodle, na qual a página da disciplina está hospedada. O Moodle será nosso canal direto de troca de informações, em que você poderá encontrar links e textos importantes, videoaulas e vídeos complementares, fóruns de discussão, exercícios, glossários, entre outros.

Esperamos que ao longo do curso você realize atividades como: 1) leitura das unidades do guia e de textos didáticos; 2) visualização de videoaulas e vídeos complementares; 3) aulas práticas presenciais e estudos dirigidos; 4) participação em fóruns de discussão on-line referentes a cada unidade.

Nós, professores e tutores, estaremos disponíveis e dispostos a ajudar ao longo dos próximos meses.

Boa disciplina e abram os olhos para a diversidade dos seres vivos!

Adaíses Simone Maciel da Silva

Unidade

1

BRIÓFITAS E PTERIDÓFITAS

Caro estudante,

Nossa disciplina inicia-se pelo estudo de plantas simples, que se reproduzem por esporos e já dominavam a paisagem do nosso planeta há milhões de anos, antes de as primeiras flores surgirem. Essas plantas são conhecidas como briófitas e pteridófitas. Certamente você já ouviu falar de musgos, samambaias e avencas, certo? Esta unidade irá guiá-lo no estudo da morfologia e evolução dessas plantas.



FIQUE ATENTO

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1.1 Conhecendo as briófitas e pteridófitas
- 1.2 Ciclos de vida das briófitas e pteridófitas
- 1.3 Taxonomia e evolução das briófitas e pteridófitas

OBJETIVOS

Esperamos que você, ao final da unidade, seja capaz de:

- listar os principais grupos de briófitas e pteridófitas atuais:
 - nomes dos grupos;
 - características gerais;
 - inovações evolutivas.
- comparar os ciclos de vida das briófitas e pteridófitas:
 - importâncias das fases haploide e diploide;
 - relação do ciclo de vida com a evolução dos grupos.
- avaliar características importantes para a diagnose dos grupos.

Poderemos discutir, compartilhar ideias e aprimorar conhecimentos por meio do fórum virtual. Além disso, você terá acesso aos recursos didáticos hiperlinks e às atividades de fixação, que possibilitarão o melhor entendimento desta unidade.

AGENDA

A agenda é um instrumento importante para você planejar melhor sua participação em nosso curso, pois apresenta a sequência de atividades previstas para a unidade. Marque com um “X” as datas em que pretende realizar as atividades descritas, bem como as atividades já concluídas.

As leituras sugeridas podem ser realizadas no decorrer de todo o curso, de acordo com a sua disponibilidade de tempo. Dessa maneira, elas não foram consideradas para efeito do cálculo de tempo necessário para concluir as unidades.

Período	Atividade	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Concluída	
Semana 1 De ___/___ a ___/___	1	Leitura da Unidade 1 (guia impresso)						
	2	Leitura obrigatória do texto 1 (Moodle)						
	3	Leitura obrigatória do texto 2 (Moodle)						
	4	Atividade 1 Atividade 1 da unidade do guia impresso						
	5	Atividade 2 Atividade 2 da unidade do guia impresso						
	6	Atividade 3 Reconhecimento de grupos de plantas – briófitas e pteridófitas (presencial no polo)						
Semana 2 De ___/___ a ___/___	7	Atividade 4 Fórum de discussão – briófitas e pteridófitas (Moodle)						
	8	Atividade 5 Estudo dirigido – o pequeno mundo das briófitas e pteridófitas (elaboração de práticas de ensino) (guia impresso)						
	9	Atividade 6 Fórum de discussão – <i>feedback</i> do estudo dirigido (Moodle)						

Procure organizar-se para concluir essas atividades no prazo de duas semanas. Sugerimos a dedicação diária de 1h50min, durante os dias úteis, para que você não comprometa seus momentos de descanso aos finais de semana.

1.1 CONHECENDO AS BRIÓFITAS E PTERIDÓFITAS

Há cerca de 475 milhões de anos, quando os ancestrais das primeiras plantas terrestres invadiram lentamente o ambiente terrestre do pouco explorado planeta Terra, foi dado início a um dos processos mais importantes para a diversificação da vida sobre a terra. A colonização do planeta pelas plantas possibilitou a modificação físico-química do solo e da atmosfera, deu espaço para a colonização por novas linhagens de plantas e animais e deu origem a vastas e variadas florestas e outros tipos de vegetação. Microfósseis, na forma de esporos, sugerem que as primeiras plantas terrestres a viverem sobre a terra eram muito parecidas com espécies de hepáticas talosas atuais (um grupo de briófitas), como na Figura 1.



Figura 1 – Hepática talosa (Eric Guinther)

Atualmente, são conhecidos três grandes grupos (filos) de plantas denominadas “briófitas”. Essas plantas são as hepáticas (filo *Marchantiophyta*), os musgos (filo *Bryophyta*) e os antóceros (filo *Anthocerotophyta*). Nas imagens da Figura 2, podemos visualizar uma hepática talosa (A), uma hepática folhosa (B), um musgo (C) e um antóceros (D).

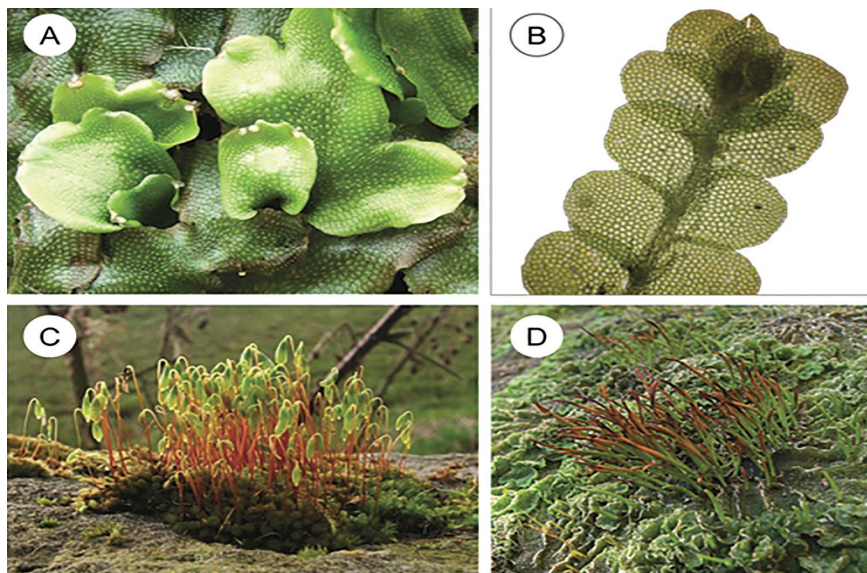


Figura 2 – Diferentes grupos de briófitas

Legenda: A) hepática talosa; B) hepática folhosa; C) musgo; D) antóceros.



Figura 3 – Lupa de mão

Nem sempre é fácil visualizar esses organismos na natureza a olho nu. Eles passam despercebidos de nossos olhos humanos, sobretudo na estação seca do ano. Mas basta ficarmos mais atentos aos troncos das árvores, barrancos, pedras no chão e, até mesmo, muros e calçadas para achá-los. Com o uso de uma lupa de mão, como a da Figura 3, é possível ver essas plantas com mais detalhes e enxergar suas diferentes estruturas.



SAIBA MAIS

Usando uma lupa de mão, faça um passeio no quintal ou jardim de sua casa, bosque ou praça, ou mesmo observe os troncos de árvores nas calçadas das ruas. Aproxime sua lupa de qualquer mancha esverdeada e tente identificar se são briófitas. Investigue mais de três manchas para se certificar de que realmente são plantas. Caso esteja muito seco, use um borrifador com água e espere alguns segundos para observar novamente.

Briófitas são plantas pequenas e que têm o gametófito como fase dominante. Isso significa que a planta verde, talosa ou folhosa, que comumente observamos na natureza, trata-se da fase gametofítica. Em geral, quando falamos em briófitas, logo pensamos em um típico musgo, como na Figura 4:

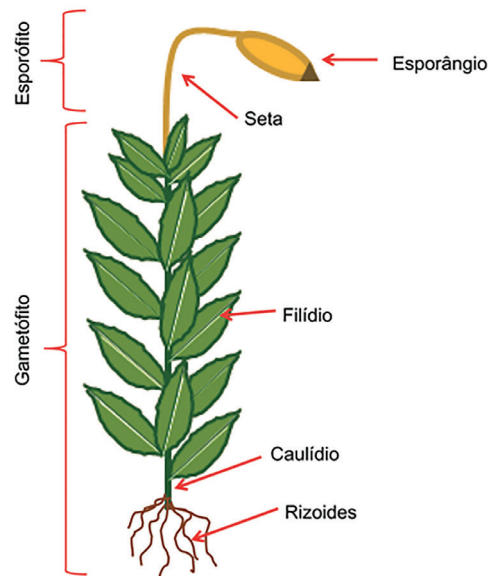


Figura 4 – Esquema de um musgo, mostrando a fase gametofítica e esporofítica

No entanto, as três linhagens de briófitas: hepáticas, musgos e antóceros apresentam peculiaridades morfológicas. O Quadro 1 a seguir apresenta um comparativo entre os três grupos e as principais características do gametófito e esporófito.

Quadro 1 – Comparativo generalizado entre as três linhagens de briófitas

Característica	Hepáticas (Filo Marchantiophyta)	Musgos (Filo Bryophyta)	Antóceros (Filo Anthocerotophyta)
Gametófito	Folhoso/Taloso	Folhoso	Taloso
Filídios	Presente nas folhosas; duas fileiras laterais de filídios e uma central de anfigastros (filídios reduzidos) dispostos no caulídio.	Fileiras de filídios em espiral no caulídio.	Sem filídios.
Talo	Presente nas talosas; poros na epiderme.	Ausente	Com cavidades de mucilagem; colônias com cianobactérias <i>Nostoc</i>
Rizoides	Unisseriados; hialinos e unicelulares.	Unisseriados; castanhos e multicelulares.	Unisseriados; hialinos e unicelulares.
Cloroplastos	Mais de 1 por célula	Mais de 1 por célula	1 por célula
Pirenoides (região do cloroplasto rica em enzimas rubisco)	Ausentes	Ausentes	Presentes
Oleocorpos (organelas constituídas de óleos voláteis)	Presentes	Ausentes	Ausentes
Esporófito	Com seta e 1 esporângio	Com seta e 1 esporângio	Sem seta e com 1 esporângio
Deiscência do esporângio	Longitudinal em 4 fendas	Transversal apical	Longitudinal em 1 ou duas fendas
Estruturas que auxiliam a dispersão	Elatérios	Dentes de peristômio	Pseudoelatérios
Estômatos	Ausentes	Presentes no esporângio	Presentes no esporângio



ATIVIDADE DE FIXAÇÃO

Com base nas características do Quadro 1, sua atividade é buscar mais informações em outras fontes (internet e livros-textos) e construir um desenho esquemático de uma **hepática** (folhosa ou talosa), um **musgo** e um **antócer** com todas as características disponíveis nesse quadro. Quando se tratar de uma estrutura microscópica (exemplo: os oleocorpos são organelas e logo, só poderão ser encontrados dentro das células), você deverá criar um *zoom* no desenho e mostrá-lo em tamanho ampliado. Para mais informações, não deixe de ler o capítulo sobre briófitas do livro-texto (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

<p>HEPÁTICA <i>Desenho esquemático</i></p>	<p><i>Descrição</i></p>
<p>MUSGO <i>Desenho esquemático</i></p>	<p><i>Descrição</i></p>
<p>ANTÓCERO <i>Desenho esquemático</i></p>	<p><i>Descrição</i></p>

Saindo do pequeno mundo das briófitas, agora começaremos a aprender sobre as pteridófitas. Certamente você já viu uma avenca ou samambaia em sua casa, na casa da vizinha ou mesmo numa praça ou jardim da sua cidade. Quando viramos suas folhas, é possível verificar pequenas bolinhas amarelas ou marrons. Lembrou? Bom, então vamos aprender quais são essas plantas e dar os corretos nomes às suas estruturas?

Quando falamos em pteridófitas, a imagem mais comum é a de uma samambaia, como a da Figura 5:

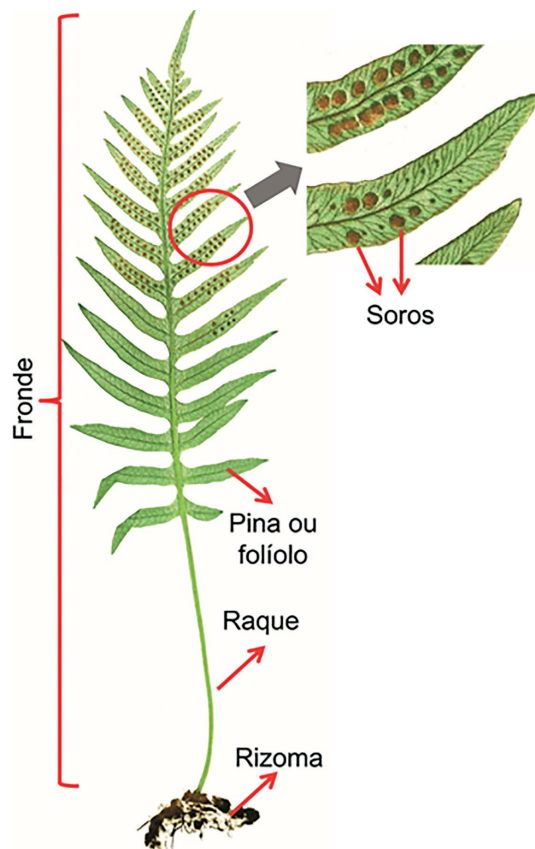


Figura 5 – Esquema geral de uma samambaia – fase esporofítica

“Pteridófitas” é um nome genérico para duas linhagens de plantas vasculares: as licófitas e as monilófitas. Nas imagens a seguir, é possível visualizar dois representantes das licófitas (*Lycopodium* e *Selaginella*). Essas plantas têm em comum a presença de folhas com uma única nervura, chamada de microfilo. As monilófitas possuem representantes cujas folhas têm padrão de nervuras ramificado, diferente do que é observado nos microfilos (veja na seção “Fique atento” diferenças entre microfilos e megafilos). Nas imagens da Figura 6, podemos observar *Psilotum*, *Equisetum* e duas imagens de samambaias com báculo (folha jovem enrolada) e soros na face abaxial da folha. As pteridófitas, diferentemente das briófitas, apresentam o esporófito como fase dominante no ciclo de vida.

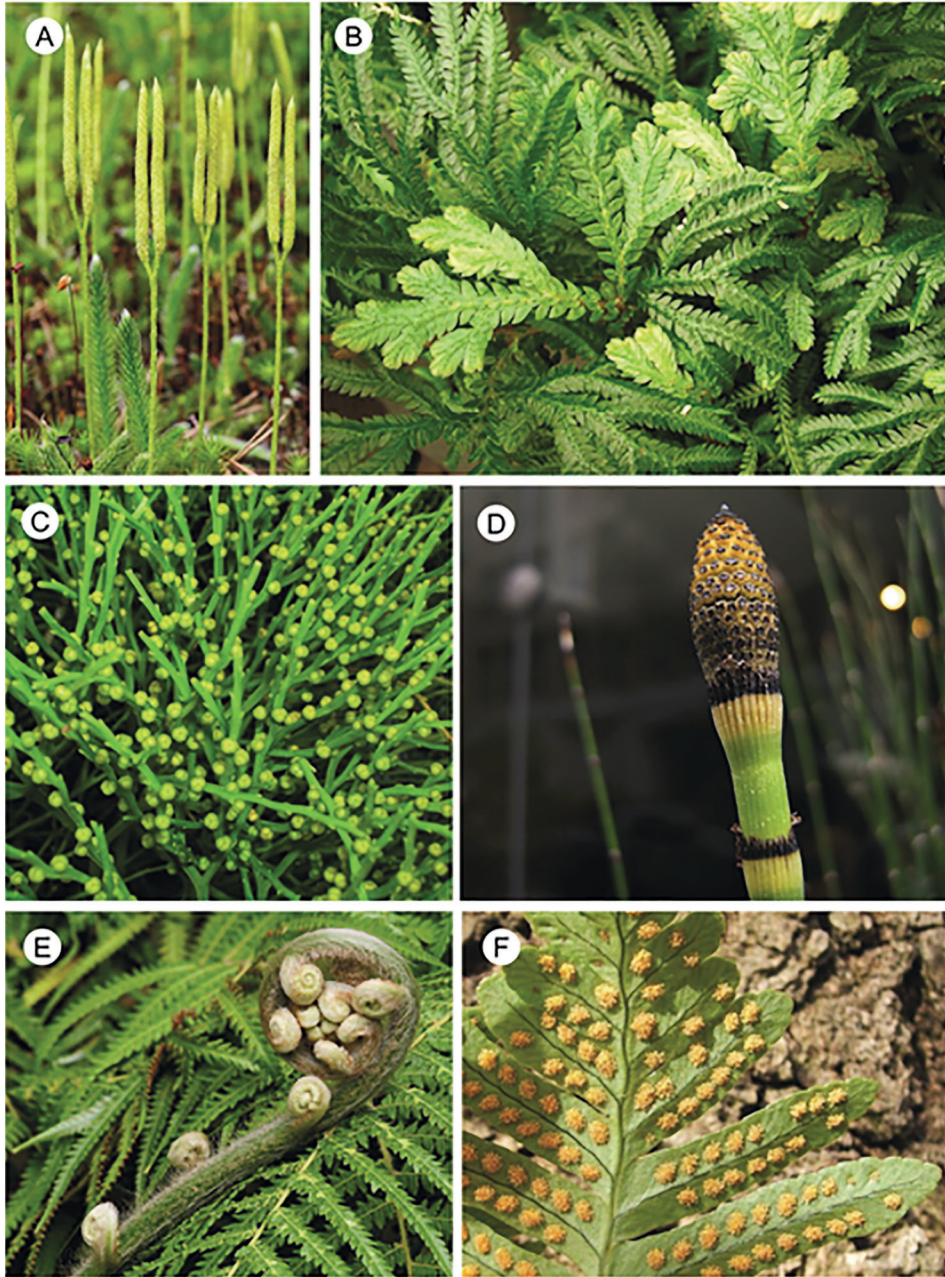


Figura 6 – Diferentes grupos de pteridófitas

Legenda: A) licófitas – *Lycopodium*; B) *Selaginella*; C) monilófitas – *Psilotum*; D) *Equisetum*; E) báculo (folha jovem enrolada) de samambaia; F) soros no lado abaxial de folha de uma samambaia.



FIQUE ATENTO

Em termos evolutivos, existem dois tipos de folhas entre as plantas – os microfilos e os megafilos (Figura 7). Os microfilos são folhas relativamente pequenas (embora nem toda folha pequena seja um microfilos e nem todo microfilos seja pequeno), que contêm um único cordão de tecido vascular (ou seja, nervura única). Os microfilos podem ter surgido como uma protuberância superficial do caule, que aos poucos foi sendo preenchida por um cordão de tecido vascular. Já os megafilos, em geral, são maiores do que os microfilos. O limbo foliar nos megafilos possui várias nervuras (primárias, secundárias, terciárias etc.). Uma explicação para o surgimento dos megafilos foi um possível achatamento de um sistema inteiro de ramos seguido da fusão desses ramos para formar a lâmina foliar.

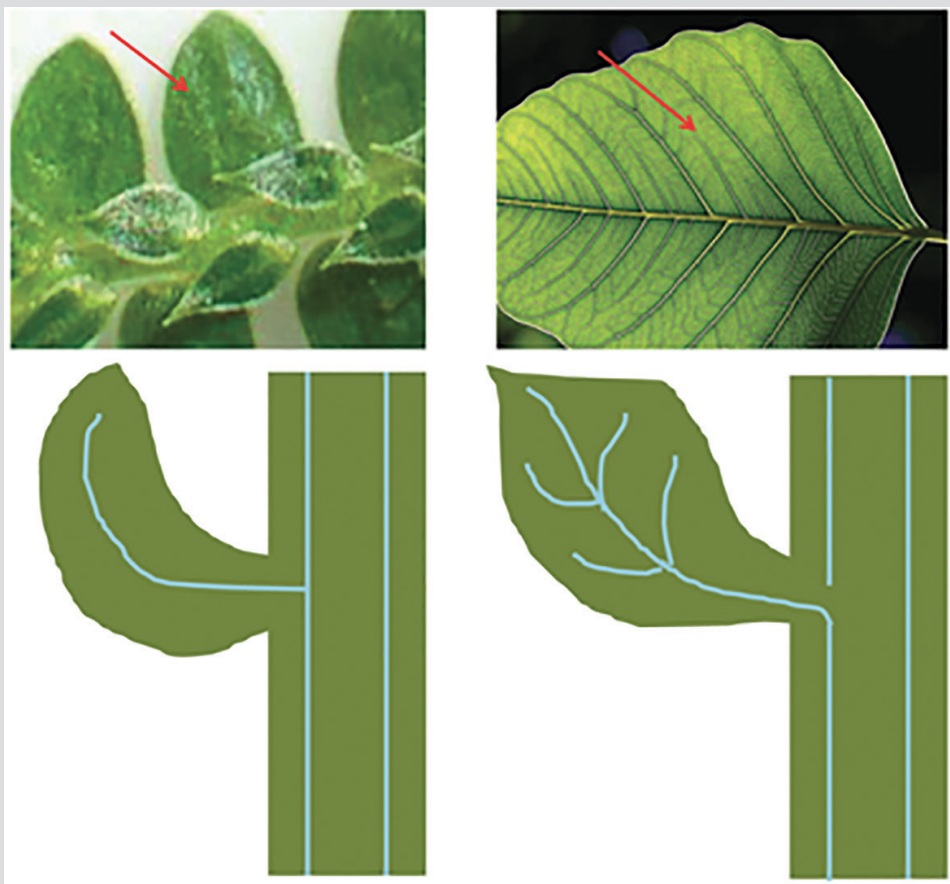


Figura 7 – Visão geral externa e esquema interno de um microfilos e de um megafilos

Observe na Figura 7 um microfilos e um megafilos à esquerda e à direita, respectivamente. Perceba como a organização das nervuras é diferente entre os dois tipos de folha.

Assim como as briófitas, as pteridófitas também produzem esporos para completar seu ciclo de vida. Nas samambaias, plantas mais conhecidas do nosso cotidiano (muitas mães e avós possuem o hábito de cultivar samambaias em suas casas!), é possível encontrar estruturas arredondadas de cor dourada a castanha na superfície inferior das folhas. Essas estruturas são chamadas de soros e reúnem um conjunto de esporângios com seus respectivos esporos (Figura 8).

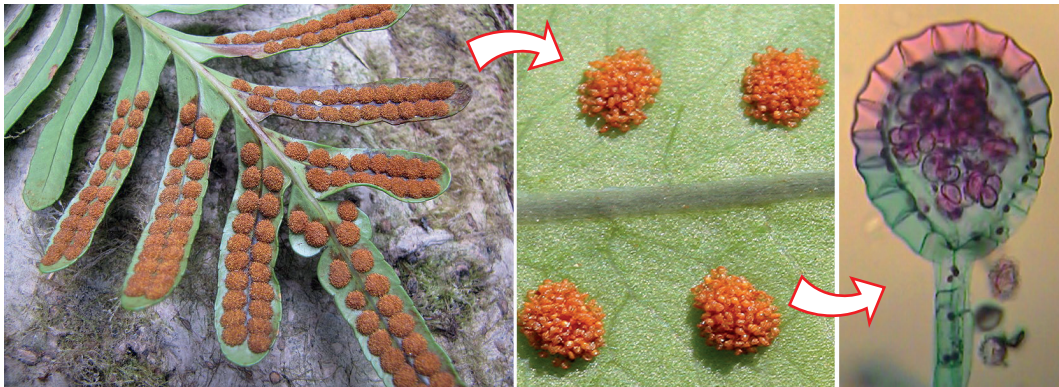


Figura 8 – Visão abaxial da fronde de samambaia com soros, conjunto de esporângios formando quatro soros e esporângio visto em microscópio



VOCÊ SABIA?

Os esporângios das samambaias apresentam um movimento de “catapulta” para liberação de seus esporos. Isso ocorre porque a parede do esporângio, chamada de ânulo, possui uma região cujas células têm parede mais fina, diferentemente das demais células do ânulo. Essa região se chama boca ou estômio. Uma vez que os esporângios estão suficientemente maduros e começam a perder umidade, esse movimento ocorre como mostra o vídeo a seguir: <<https://goo.gl/ViTJJX>> (acesso em: 4 ago. 2015).



ATIVIDADE DE FIXAÇÃO

Na próxima atividade, você deve coletar informações suficientes sobre a morfologia dos diferentes grupos de pteridófitas. Use a internet e livros-textos para realizar essa tarefa. Você deve observar a ilustração ao lado e fazer a descrição das principais características do grupo. Para facilitar, perceba que a primeira já está preenchida. Para mais informações, não deixe de ler o capítulo sobre plantas vasculares sem sementes do livro-texto (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

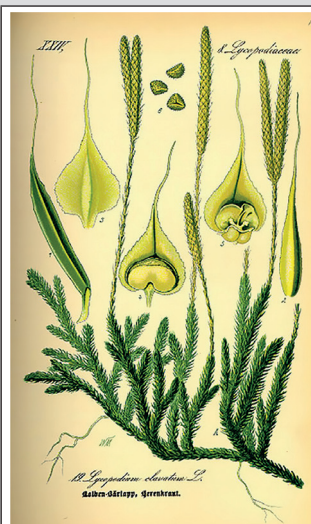


Figura 9 – Lycopodiaceae

- Rizoma ramificado, de onde saem ramos aéreos e raízes;
- Microfilos dispostos espiraladamente;
- Plantas homosporadas (esporos não diferem em tamanho; esporos, quando germinam, formam gametófitos bissexuados);
- Esporângios ocorrem individualmente nas axilas de microfilos férteis (esporofilos);
- Estróbilos (agrupamento de esporofilos com seus respectivos esporângios) podem estar presentes;
- Representantes extintos: *Zosterophyllum*;
- Representantes atuais: *Lycopodium*, *Lycopodiella*, *Huperzia* e *Phlegmariurus*.



Figura 10 – Selaginellaceae

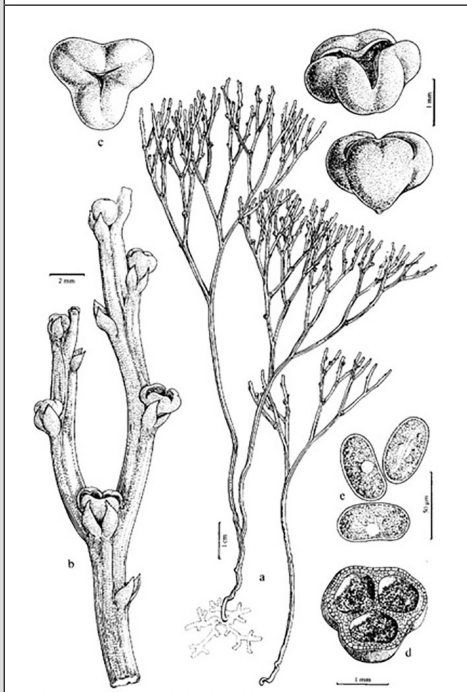


Figura 11 – Psilotaceae

Os esporângios das pteridófitas podem estar isolados nas axilas de folhas modificadas (esporófilos) como em *Lycopodium* e *Selaginella*, agrupados em estruturas chamadas estróbilos (*Equisetum*), formando sinângios (*Marattiaceae*), ou constituindo soros como na samambaia da Figura 13. Os esporos, produzidos dentro dos esporângios, são geralmente dispersos pelo vento e têm a habilidade de formar novas plantas quando alcançam um substrato ideal para germinação e crescimento do gametófito (mais detalhes na seção 1.2).



ATIVIDADE NO AVA

Chegou a hora de praticar! Você deve coletar uma briófitas e uma samambaia em sua própria casa, sítio, praça ou vegetação próxima à sua casa e levá-las para estudo no dia da atividade presencial no seu polo de estudo. Em grupos de quatro alunos, vocês deverão investigar as diferentes partes das plantas, dando-lhes nomes e associando essas estruturas à fase gametofítica ou esporofítica. Lembre-se de que muitas estruturas são microscópicas e requerem o uso de lupas e microscópios. Peça ajuda a seu monitor para montar lâminas, se for necessário. Estruturas que podem ser observadas:

Quadro 2 – Quadro estrutural das briófitas e das pteridófitas

Briófitas	Pteridófitas
Filídios, caulídio e rizoides	Protalo
Talo e rizoides	Rizoma, frondes estéreis e férteis
Estruturas reprodutivas (gametângios e gametangióforos)	Soros, esporângios e esporos
Esporófito, esporângio e esporos	Báculo e escamas

Dúvidas e discussão sobre os resultados dessa atividade serão trabalhadas entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

1.2 CICLOS DE VIDA DAS BRIÓFITAS E PTERIDÓFITAS

Todas as briófitas possuem como fase dominante do ciclo de vida o gametófito (fase haploide). Esse gametófito pode ser taloso (hepáticas talosas e antóceros) ou folhoso (hepáticas folhosas e musgos). Quando o gametófito torna-se sexualmente maduro, ele produz gametas (feminino = oosfera; masculino = anterozoide) dentro de gametângios (feminino = arquegônio; masculino = anterídio). O anterozoide é biflagelado e necessita de água para locomover-se e alcançar a oosfera, que é imóvel e permanece dentro do arquegônio. Após a fecundação, forma-se o zigoto (primeiro estágio diploide do ciclo de vida). O zigoto sofre mitoses consecutivas, formando o embrião. E este último continua seu desenvolvimento até tornar-se o esporófito maduro. O esporófito de todas as briófitas apresenta um único esporângio, dentro do qual podemos encontrar os esporos, cuja finalidade é propagar a espécie para novos habitats.

Na Figura 14, é possível acompanhar o ciclo de vida de um musgo, desde a dispersão dos esporos e formação de uma nova planta até a fecundação da oosfera (gameta feminino) por um anterozoide (gameta masculino) e formação do esporófito.

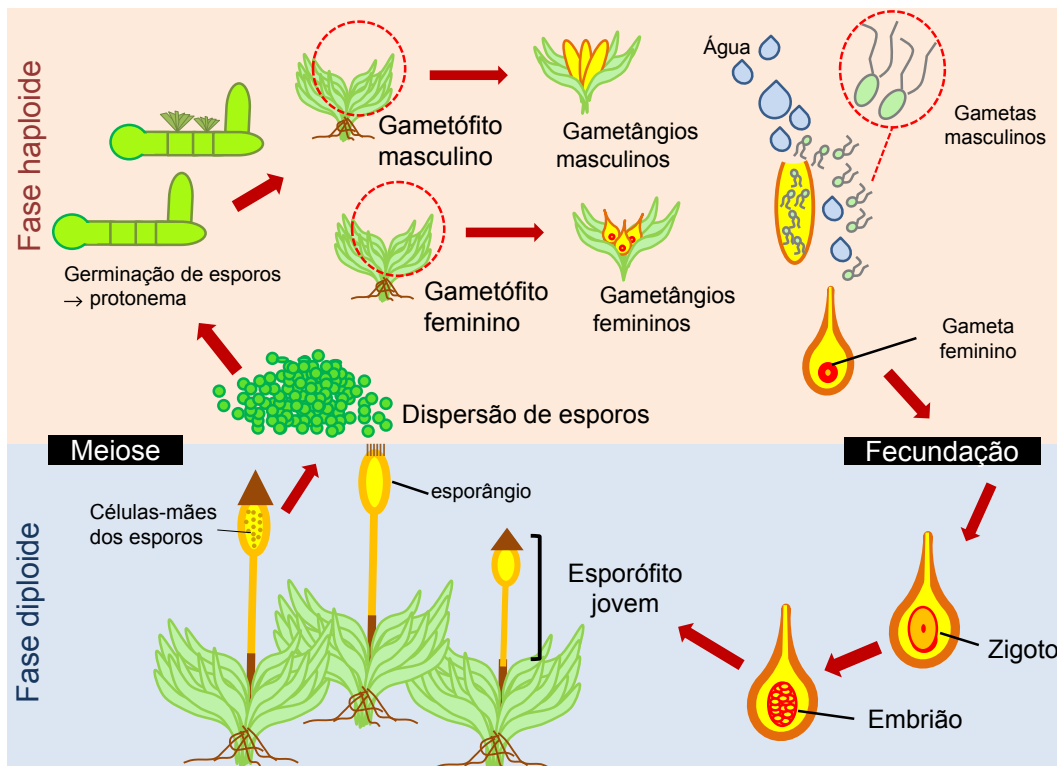


Figura 14 – Ciclo de vida de um musgo



MULTIMÍDIA

Para compreender um pouco mais sobre o ciclo de vida de um musgo, reserve um pouco de seu tempo para conferir a animação 1, disponível na sala de multimídia no AVA.

Nas pteridófitas, assim como nas briófitas, o gametófito é fotossinteticamente independente, ou seja, de vida livre. No entanto, o gametófito não é a fase dominante do ciclo de vida dessas plantas. O gametófito é formado após a fecundação do gameta feminino imóvel (oosfera) pelo gameta masculino multiflagelado (anterozoide). Visto que os gametas masculinos são flagelados, há necessidade de água para que o processo da fecundação ocorra. O zigoto se desenvolve, após uma série de mitoses, em um embrião e forma o esporófito jovem. O esporófito das pteridófitas logo se torna livre e independente do gametófito e o gametófito degenera (ou pode permanecer vivo por alguns anos em espécies de *Lycopodium* e *Psilotum*).

O gametófito das samambaias é comumente chamado de protalo e pode ser facilmente observado sobre a terra úmida de vasos e canteiros, como mostra a Figura 15.

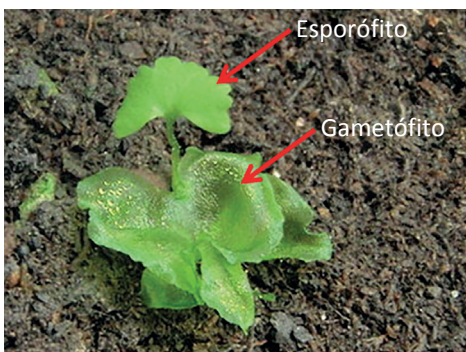


Figura 15 – Gametófito (protalo) de samambaia com esporófito juvenil

O esporófito das samambaias apresenta um rizoma com rizoides e folhas chamadas de frondes. A folha jovem de samambaias tem um interessante desenvolvimento, sendo chamada de báculo. Quando maduras, as folhas apresentam soros, que

são agrupamentos de esporângios, na face abaxial. É por isso que, quando viramos uma folha de samambaia fértil, encontramos aquelas estruturas arredondadas geralmente amareladas. Dentro dos esporângios estão os esporos que foram formados após divisão meiótica. Os esporos são haploides e, após dispersão, germinarão formando novos gametófitos. Nos gametófitos serão formados gametângios masculinos e femininos e estes produzirão os gametas necessários para o processo de fecundação.

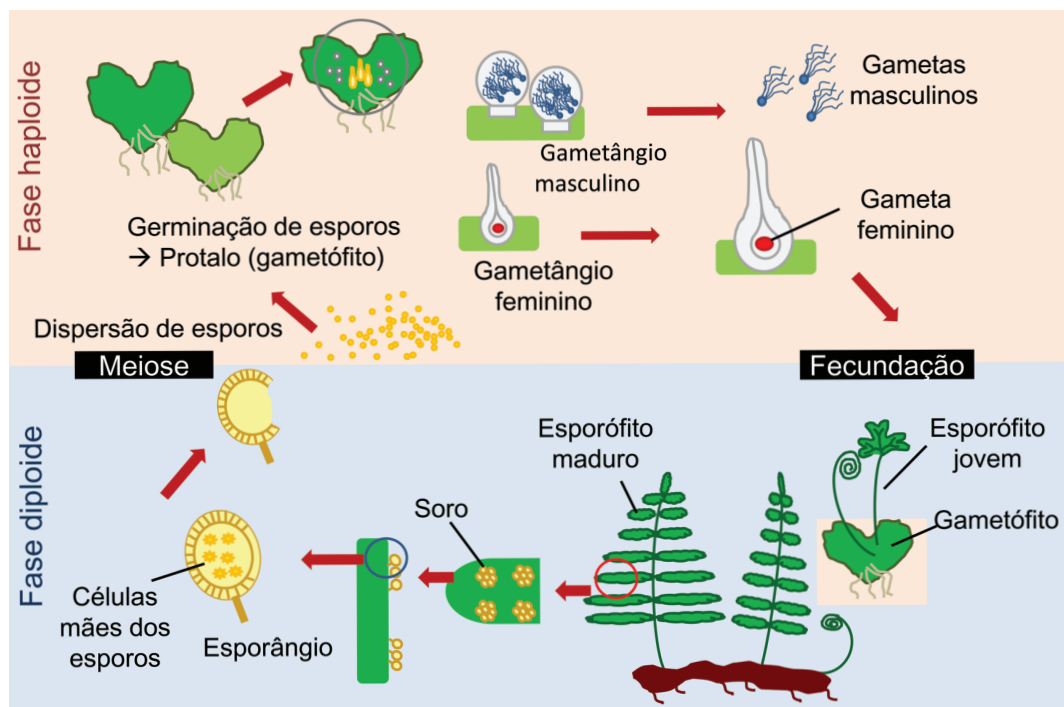


Figura 16 – Ciclo de vida de uma samambaia



MULTIMÍDIA

Para compreender um pouco mais sobre o ciclo de vida de uma samambaia, visualize a animação 2, disponível na sala de multimídia no AVA.



ATIVIDADE NO AVA

Agora que você já conhece o que são briófitas e pteridófitas, chegou a hora de montar uma atividade que possa ser desenvolvida em sala de aula com os alunos sobre o ciclo de vida dessas plantas. Você pode pensar em usar plantas vivas, o que requer uso de lupa e microscópio, ou optar pelo uso de modelos didáticos com materiais que são facilmente encontrados pelos alunos. Essa atividade tem como objetivo fixar o conhecimento teórico sobre as estruturas e os processos presentes no ciclo de vida dessas plantas, tornando uma vivência mais natural ao aluno. Uma experiência que saia do bidimensional (papel/quadro de giz) e caminhe rumo ao tridimensional (modelos didáticos, plantas vivas, apresentação teatral, vídeos etc.).

O resultado desse estudo dirigido será compartilhado entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

1.3 TAXONOMIA E EVOLUÇÃO DAS BRIÓFITAS E PTERIDÓFITAS

Apesar de serem conjuntamente chamadas de “briófitas”, essas plantas são representantes de três diferentes linhagens de plantas. Por exemplo, as hepáticas são uma linhagem muito antiga e basal, enquanto os antóceros são considerados como grupo muito próximo das plantas vasculares. Explore a árvore na Figura 17. Perceba que a linhagem mais basal é representada pelas carófitas, grupo de algas filogeneticamente mais próximo das plantas terrestres. Possivelmente, as plantas terrestres – ou embriófitas – originaram-se de uma alga carófitas ancestral semelhante a algumas espécies atuais.



Figura 17 – Posição filogenética das “briófitas”

Nota: Perceba as algas carófitas na base da árvore, a radiação das três linhagens de “briófitas” e finalmente as plantas vasculares.

Quando falamos em plantas terrestres ou embriófitas, referimo-nos à linhagem de plantas que apresentam um embrião, que se desenvolve formando um esporófito. Se seguirmos essa mesma árvore das linhagens mais basais, como as hepáticas até as plantas vasculares, não será surpreendente perceber que o gametófito torna-se cada vez mais reduzido, e o esporófito, dominante e independente. Essas modificações no ciclo de vida também foram acompanhadas por inovações evolutivas referentes às relações hídricas, nutrição e fotossíntese, que ajudaram na diversificação das plantas no ambiente terrestre.

Tecidos vasculares verdadeiros, como o xilema e o floema, não existem entre as “briófitas”, mas começam a ocorrer entre as pteridófitas. Estômatos surgiram provavelmente no ancestral comum que deu origem aos musgos, antóceros e plantas vasculares. Raízes verdadeiras e um esporófito ramificado com mais de um esporângio não estão presentes nas linhagens de “briófitas”, só aparecendo nas primeiras poliesporangiadas (plantas fósseis que apresentavam esporófito com vários esporângios – veja a seção “Saiba mais”).



SAIBA MAIS

Durante o período Devoniano (aproximadamente 408 milhões de anos), plantas vasculares sem sementes prosperaram sobre a Terra. Dentre elas se destacam as *Rhyniophyta*, *Zosterophyllophyta*, *Trimerophytophyta*. Os três grupos se extinguíram por volta de 360 milhões de anos atrás, abrindo espaço para a irradiação de outras linhagens de plantas vasculares, dentre elas muitas licófitas.

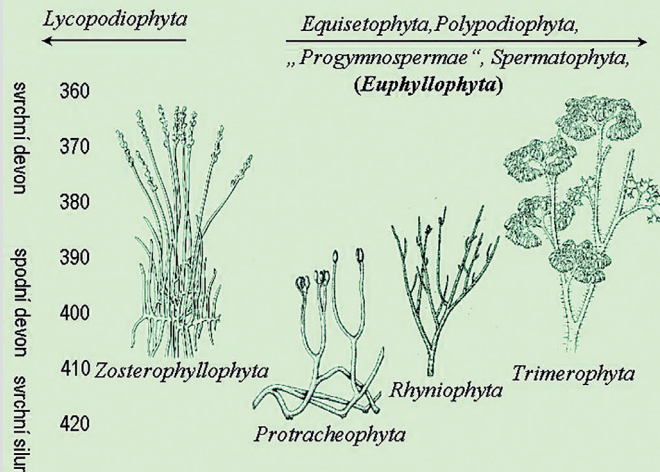


Figura 18 – Grupo de plantas vasculares sem sementes fósseis

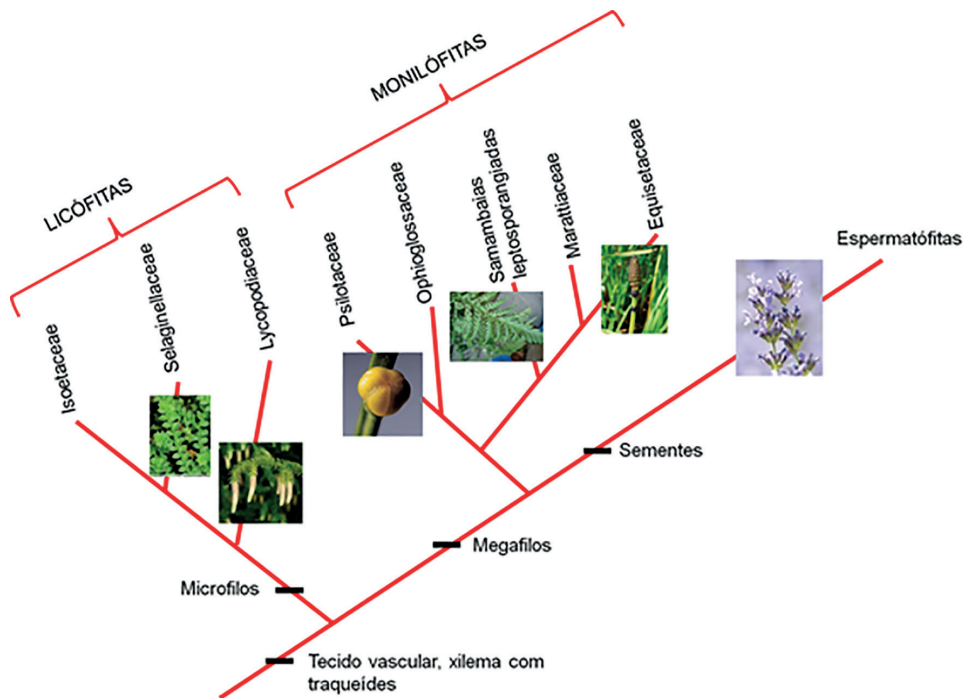


Figura 19 – Posição filogenética das "pteridófitas" entre as plantas vasculares

Legenda: licófitas compreendem as famílias *Isoetaceae*, *Selaginallaceae* e *Lycopodiaceae*; monilófitas compreendem *Psilotaceae*, *Ophioglossaceae*, samambaias leptosporangiadas, *Marattiaceae* e *Equisetaceae*.

Nota: perceba que as monilófitas são grupo irmão das plantas com sementes (espermatófitas).

Dentre as plantas poliesporangiadas atuais, podemos citar as pteridófitas (licófitas e monilófitas) e as plantas com sementes. Explore a árvore na Figura 19 e observe que as pteridófitas constituem dois ramos que irradiaram em momentos distintos da evolução das plantas. Cada ramo representa licófitas e monilófitas, respectivamente.

Dentre as monilófitas, podemos encontrar as samambaias. Observe que samambaia é um termo comumente usado para plantas com frondes inteiras ou divididas, que começam seu desenvolvimento enroladas – o chamado báculo. Pois bem, dentro das monilófitas há três linhagens, cujas espécies possuem essas características: *Ophioglossaceae*, *Marattiaceae* e todas as samambaias leptosporangiadas. Quando falamos de samambaias leptosporangiadas, é importante explicar por que esse grupo de plantas é chamado assim. Leptosporângios são esporângios cuja parede é composta por uma única camada de células e apresenta um número constante de esporos (por exemplo, 16 ou seus múltiplos). Já os eusporângios possuem uma parede com mais de uma camada de células e um número elevado de esporos. Além disso, esses dois tipos de esporângios diferem quanto ao seu desenvolvimento e origem. Os eusporângios originam-se a partir de uma série de células iniciais (células com capacidade de se diferenciarem em outras células), e os leptosporângios surgem de uma única célula inicial.

As samambaias eusporangiadas fazem parte das famílias *Marattiaceae* e *Ophioglossaceae*. As samambaias leptosporangiadas são representadas por mais de 25 famílias, com representantes terrestres, epífitos, aquáticos (*Salviniaceae*) e arbórescentes (*Cyatheaceae*).

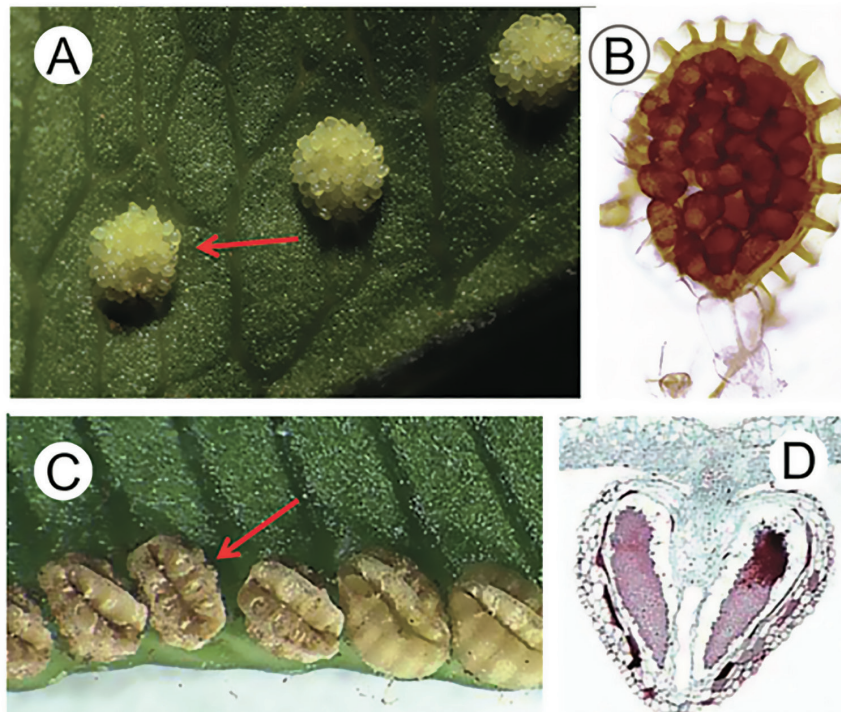


Figura 20 – Diferentes tipos de esporângios presentes nos grupos de samambaias

Legenda: A) soros (agrupamento de esporângios); B) detalhe microscópico de um leptosporângio (perceba que a parede é formada por uma única camada de células) em uma samambaia leptosporangiada; C) sinângio (esporângios são fusionados um ao outro); D) detalhe microscópico de dois eusporângios fusionados (perceba as várias camadas de células que formam a parede de cada eusporângio) em uma samambaia da família *Marattiaceae*.



VOCÊ SABIA?

É possível observar os esporângios de samambaias com uma simples lupa de mão, como aquela mostrada no início desta unidade. Se a lupa tiver uma luz de LED acoplada, você ampliará a resolução e os detalhes das estruturas observadas. Os alunos conseguem enxergar e, de fato, “acreditar” no que foi aprendido na teoria. Você pode levá-los para uma aula extraclasse, pedir para que eles busquem por samambaias e fazer um rodízio com a lupa de mão. Orientando-os para o correto uso do aparelho, é possível fazer dessa simples prática uma inesquecível e proveitosa experiência. O mesmo pode ser feito com briófitas!



Figura 21 – Soro de samambaia visto sob uma lupa de mão



FIQUE ATENTO

Duas conceituadas sociedades científicas sobre o estudo das plantas que aprendemos neste capítulo:

- briófitas: Sociedade Briológica Britânica – <<http://www.britishbryologicalsociety.org.uk/>>. Acesso em: 4 ago. 2015;

British Bryological Society

HOME About the BBS Activities Recording Learning More Resources Bryology Portal

Menu not displaying properly in IE 10.7 (64-bit) [Learn More](#)

Welcome to the BBS Website

The British Bryological Society exists to promote the study of mosses and liverworts. With a full programme of field meetings, a paper reading meeting, recording and research projects, an international academic journal and a lively membership magazine there is something for everyone interested in learning about bryophytes.

Join the BBS now or renew your subscription online with Paypal [BBS Subscriptions](#)

Find out about future meetings of the society: [Forthcoming meetings](#)
Local meetings in your area: [Local meetings](#)
Find out about bryology in your country: [Regional bryology](#)
Previous and some new articles from our popular publication: [Field Bryology](#)
Online access for members to all issues including the Transactions: [Journal of Bryology](#)
Order the Field Guide (see below) and find out more about it: [Field guide](#)
Apply for grants and financial assistance: [Bequest Fund](#)

Search the website: [search](#)
via search by keyword advanced

British Bryological Society

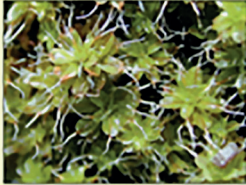
HOME About the BBS Activities Recording Learning More Resources Bryology Portal

BBS > Learning More > What is a bryophyte?

What is a bryophyte?

Bryophytes are a group of plants that include mosses, liverworts and hornworts.

Mosses may be small, but they may also be as complex as flowering plants. They have stems with leaves, and there is just about as much variation in the form and size of these plants as there is in the flowering plants. The 20,000 species range from being microscopic to over a metre; they may be upright, or creeping and much branched. They may grow in streams or deserts, on mountain tops or in sea spray, from the antarctic through tropical rain forests to the arctic, and in fact just about anywhere except in the sea itself.



Torula ruralis

Liverworts may be leafy and very similar to mosses (although the fruit looks quite different). Or they may form flat plates of apparently leafless tissue, in which case they are called thallose. Hornworts look like thallose liverworts, but have fruit that is unlike that of either mosses or liverworts. It is probable that mosses, liverworts and hornworts are not at all closely related, being united only by sharing their peculiar life-cycle.

Figura 22 – Site da Sociedade Briológica Britânica

- pteridófitas: Sociedade Americana de Samambaias – <<http://amerfernsoc.org/index.html>>. Acesso em: 4 ago. 2015.

The AMERICAN FERN SOCIETY

AFS Site Navigation

- AFS Home
- AFS Fern Journal
- AFS Speakers List
- AFSFR
- Contact Page
- Fern Basics
- Fiddlehead Forum Archive
- Offsite Links
- Growing Ferns
- Membership
- Plantologia
- Sport Exchange
- Student Listserv
- Sub-Agent-Info

Introduction

The American Fern Society is over 100 years old. With over 900 members worldwide, it is one of the largest international fern clubs in the world. It was established in 1893 with the objective of fostering interest in ferns and fern allies. To this end it encourages correspondence and the exchange of information and specimens between members via its newsletter the Fiddlehead Forum. We have "Fern Forays" into the woods every August. These field trips provide a wonderful way to learn more about wild ferns from experts and also afford an occasion to meet other people with a similar passion for ferns. This web page is designed to expand on this exchange of information with amateurs and professionals around the world. We hope that in this way many more people will be able to explore these interesting plants and their allies.

A Brief Introduction to Ferns

Introduction

Ferns have been with us for more than 300 million years and in that time the diversification of their form has been phenomenal. Ferns grow in many different habitats around the world. The ferns were at their height during the Carboniferous Period (the age of ferns) as they were the dominant part of the vegetation at that time. During this era some fern like groups actually evolved seeds (the seed ferns) making up perhaps half of the fern like foliage in Carboniferous forests and much later giving rise to the flowering plants. Most of the ferns of the Carboniferous became extinct but some later evolved into our modern ferns. There are thousands of species in the world today.

Structure of Ferns

Ferns and fern-allies are more complicated in structure than most people would suspect. Their structures, though similar in some ways to those of flowering plants are different enough to warrant a distinctive terminology.

Fronde

The frond is the part of the fern that we see as we wander through the woods it is the "leaf" of a fern. It is divided into two main parts, the stipe (leaf stalk or petiole) and the blade (the leafy expanded portion of the frond).

Figura 23 – Site da Sociedade Americana de Samambaias

Nota: ambas as instituições são fontes confiáveis de informação sobre briófitas e pteridófitas. É possível encontrar desde informações básicas até publicações especializadas sobre os grupos.



SÍNTESE

Nesta unidade, você iniciou seus estudos sobre as briófitas e pteridófitas. Aprendeu que há três diferentes linhagens de briófitas, compreendidas pelas hepáticas, musgos e antóceros. Também viu que as pteridófitas, na verdade, fazem parte de dois grandes grupos de plantas, as licófitas, que possuem microfilos, e as monilófitas, que apresentam megafilos. Entre as monilófitas estão as samambaias.

Foi possível também acompanhar o ciclo de vida generalizado dos dois grupos e perceber que o gametófito, que é dominante nas briófitas, passa a se tornar mais transitório nas pteridófitas. Nas próximas unidades, você perceberá que o gametófito tende a reduzir-se cada vez mais, enquanto o esporófito torna-se dominante.

Ao realizar os exercícios do guia impresso, o exercício prático no seu polo, a visualização de vídeos e a elaboração de um estudo dirigido voltado para práticas de ensino na escola, você deve ter aprimorado os conhecimentos sobre esses grupos de plantas estará apto a despertar o interesse dos seus futuros alunos.

Unidade

2

GIMNOSPERMAS

Caro estudante,

Na unidade anterior, você iniciou seus estudos sobre as briófitas e pteridófitas. Viu que esses nomes são generalizações para vários grupos de plantas que se reproduzem por esporos. Agora, começaremos a tratar das plantas com sementes, também chamadas de espermatófitas (*espermato* = semente; *fitas* = plantas). As espermatófitas compreendem as gimnospermas e angiospermas. Certamente você já ouviu falar no pinheiro de Natal ou mesmo na araucária, típica do Sul do Brasil. Ambas são gimnospermas. E quanto ao girassol, pau-brasil e roseira: todas elas possuem flores, certo? Logo, os três são exemplos de angiospermas (que veremos na próxima unidade). A presente unidade irá guiá-lo no estudo da morfologia e evolução das gimnospermas.



VOCÊ SABIA?

Muito antes de os cristãos celebrarem o Natal, povos europeus pagãos já celebravam a chegada do solstício de inverno no Hemisfério Norte (quando as noites se tornam mais longas) cortando galhos de pinheiros, levando-os para casa e enfeitando-os à luz de velas. Acredita-se que, mais tarde, a tradição tenha sido absorvida pelo cristianismo e perdura até nossos dias.



Figura 24 – Pinheiros cobertos de neve em ambiente temperado e pinheiro de Natal



FIQUE ATENTO

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 2.1 Introdução às espermatófitas: conhecendo as gimnospermas
- 2.2 Ciclo de vida das gimnospermas
- 2.3 Taxonomia e evolução das gimnospermas

OBJETIVOS

Esperamos que você, ao final da unidade, seja capaz de:

- listar os principais grupos de gimnospermas:
 - nomes dos grupos;
 - características gerais;
 - inovações evolutivas.
- comparar os ciclos de vida entre os grupos de plantas sem e com sementes:
 - relação do ciclo de vida com a evolução do grupo.
- avaliar características importantes para a diagnose dos grupos.

Poderemos discutir, compartilhar ideias e aprimorar conhecimentos por meio do fórum virtual. Além disso, você terá acesso aos recursos didáticos hiperlinks e atividades de fixação que possibilitarão o melhor entendimento desta unidade.

AGENDA

Período	Atividade	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Concluída
Semana 3 De ___/___ a ___/___	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
Semana 4 De ___/___ a ___/___	15						
	16						
	17						

2.1 INTRODUÇÃO ÀS ESPERMATÓFITAS: CONHECENDO AS GIMNOSPERMAS

Registros fósseis do que se supõe serem sementes são encontrados nos estratos geológicos correspondentes há cerca de 365 milhões de anos. O surgimento da semente entre as plantas vasculares foi uma grande inovação evolutiva que possibilitou a essas plantas dominarem a flora terrestre atual. A semente confere proteção ao embrião (futuro esporófito dominante), além de nutri-lo durante os estágios críticos da germinação e estabelecimento de uma nova planta. Na Figura 25, é possível ver uma plântula (planta recém-germinada) ainda com o tegumento da semente em anexo.



SAIBA MAIS

Antes de as gimnospermas surgirem na face da Terra, outras linhagens de vegetais conhecidas como pteridospermas já apresentavam sementes rudimentares ou estruturas muito parecidas com sementes. Essas plantas surgiram durante o Devoniano, apresentaram grande diversidade durante o Carbonífero, mas se extinguíram no Cretáceo. Elas eram provavelmente muito similares a samambaias, porém com sementes. A partir de alguma linhagem dessas plantas, surgiram as primeiras gimnospermas.

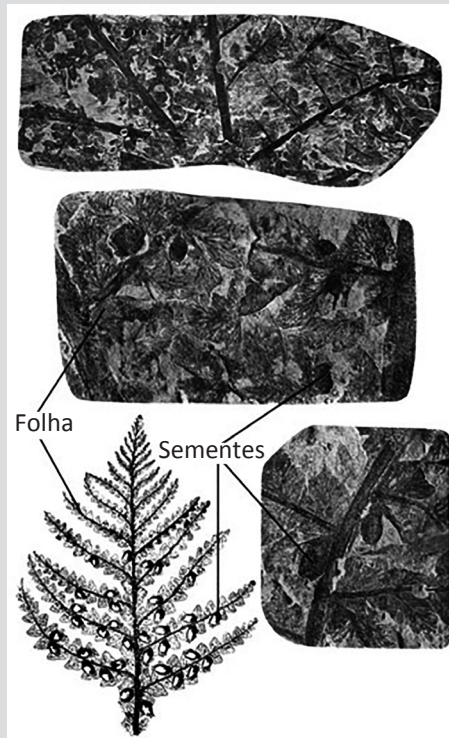


Figura 26 – Fóssil de uma pteridosperma do período Carbonífero tardio



Figura 25 – Plântula de carvalho-vermelho (*Quercus robur*)

Dentre as plantas com sementes, também chamadas de espermatófitas, podemos identificar no nosso cotidiano plantas conhecidas como gimnospermas, ao exemplo do pinheiro e da araucária, e angiospermas, como o coqueiro, a roseira e a laranjeira (Figura 27).

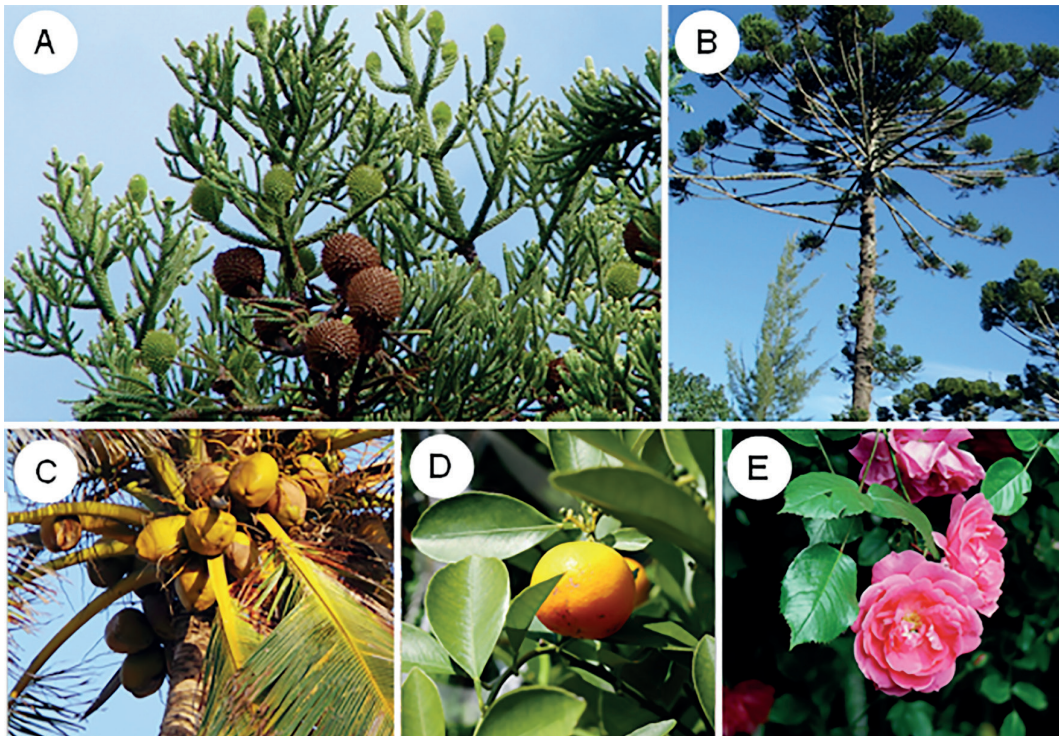


Figura 27 – Exemplos de espermatófitas (plantas com sementes)

Legenda: incluindo gimnospermas, como o pinheiro (A) e a araucária (B), e angiospermas, como o coqueiro, a laranjeira e a roseira (C, D e E, respectivamente).

Dentre as gimnospermas viventes, destacam-se quatro grandes grupos de plantas: as cicadófitas, *Ginkgo*, coníferas e gnetófitas. Todas essas plantas têm em comum a presença de sementes nuas, daí o nome gimnospermas (*gimno* = nua; *sperma* = semente). Essas plantas não apresentam flores convencionais, mas, ao invés disso, apresentam óvulos expostos (não protegidos dentro de um ovário) e esporângios contendo grãos de pólen. Na Figura 28 é possível visualizar alguns dos membros desses quatro grupos de gimnospermas atuais.

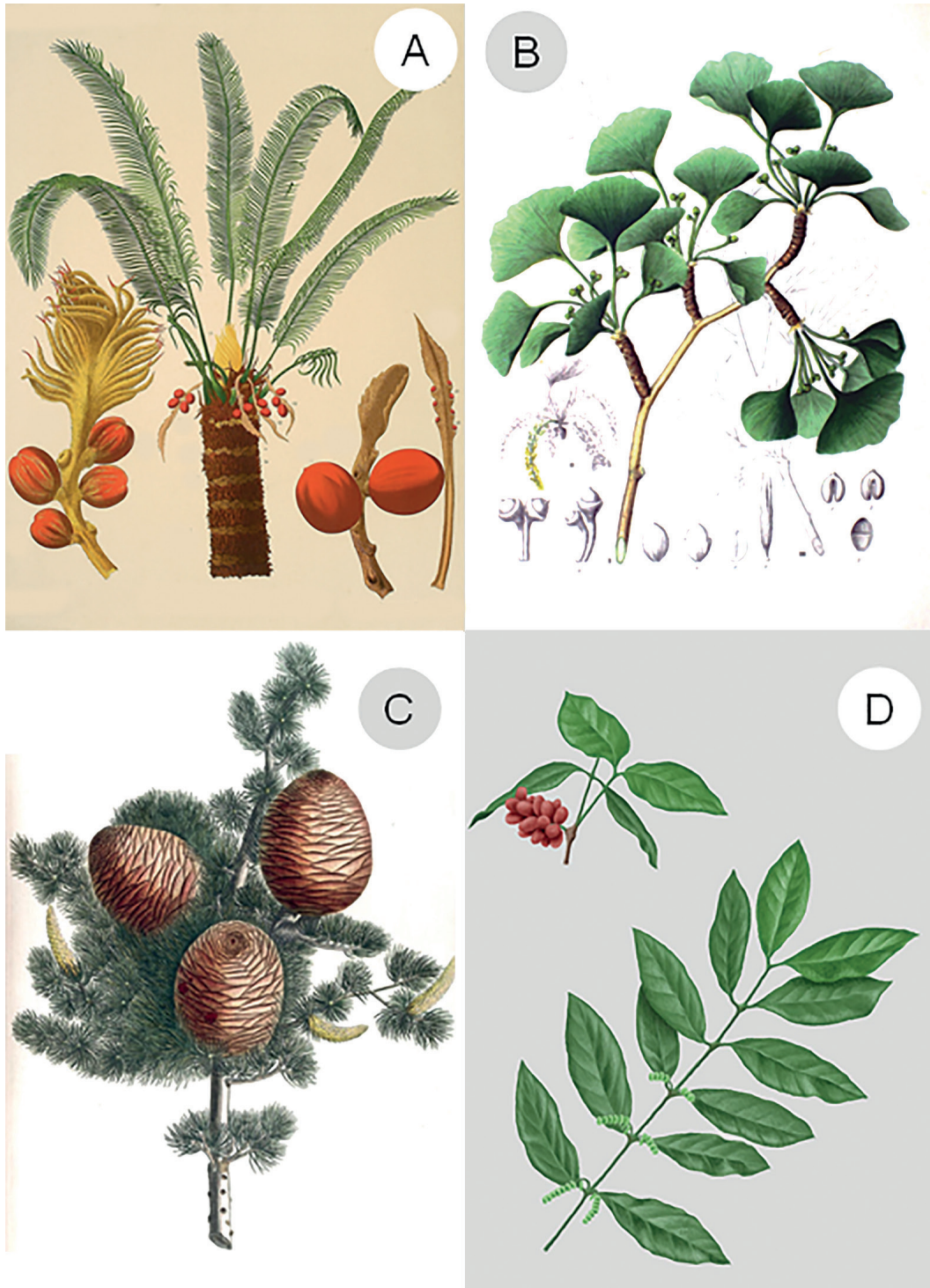


Figura 28 – Representantes de diferentes grupos de gimnospermas
 Legenda: A) cicadófito; B) *Ginkgo*; C) conífera; D) gnetófito.





Assim como as pteridófitas, estudadas na unidade anterior, as gimnospermas são plantas que têm o esporófito como a fase dominante. Existem representantes herbáceos, arbustivos e arbóreos. Você já ouviu falar das sequoias? Elas são árvores gigantescas, com milhares de anos, e que podem atingir 80 metros e pesar 2.500 toneladas. No passado, essas plantas já foram distribuídas por todo o Hemisfério Norte, ocorrendo na América do Norte, Ásia e Europa. Atualmente, é possível encontrar na Califórnia, Estados Unidos, vastos bosques da *Sequoiadendron giganteum* (Figura 29).



Figura 29 – *Sequoiadendron giganteum*

Apesar de os quatro grupos atualmente viventes de gimnospermas apresentarem em comum suas sementes nuas, há características que os distinguem, como podemos observar no Quadro 3.

Quadro 3 – Comparativo generalizado dos quatro grupos de gimnospermas

Característica	Cicadófitas	<i>Ginkgo</i>	Coníferas	Gnetófitas
Gêneros representativos	<i>Cycas</i>	<i>Ginkgo</i>	<i>Araucaria, Pinus</i>	<i>Ephedra, Gnetum e Welwitschia</i>
Gametas masculinos móveis	Sim	Sim	Não	Não
Tipo de folhas	Similar às palmeiras	Similar a um leque	Aciculares (similar a agulhas) ou escamiformes	Folhas largas e coriáceas em <i>Gnetum</i> ; duas folhas enormes em <i>Welwitschia</i> ; escamiformes em <i>Ephedra</i>
Elementos do xilema	Traqueídes	Traqueídes	Traqueídes	Traqueídes e elementos de vaso
	 Figura 30a – <i>Cycas</i> com estróbilos	 Figura 30b – <i>Ginkgo</i> com sementes	 Figura 30c – <i>Ginkgo</i> com sementes	 Figura 30d – <i>Welwitschia</i> , uma gnetófitas que vive no deserto da Namíbia



ATIVIDADE NO AVA

Chegou a hora de praticar! Você deverá pesquisar informações sobre as árvores gigantes, sequoias. Por exemplo: quantas espécies existem atualmente no mundo? Quantas espécies fósseis são conhecidas e qual era sua área de distribuição geográfica?

Você deve observar em ambientes comuns ao seu cotidiano se existem representantes de gimnospermas. Por exemplo, em algumas regiões do Brasil, é muito comum encontrar *Cycas* como componente ornamental de jardins e parques; pinheiros também podem ser encontrados em alguns parques e jardins de casas. E a araucária pode crescer naturalmente em regiões altas do Sudeste e Sul do Brasil. Uma vez identificados esses representantes, procure estudar seu caule, ramos, folhas e estruturas reprodutivas (estróbilos). Você deverá fazer desenhos esquemáticos, apontando e explicando o que observou.

Dúvidas e discussão sobre os resultados dessa atividade serão trabalhadas entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

2.2 CICLO DE VIDA DAS GIMNOSPERMAS

Todas as gimnospermas apresentam como fase dominante do ciclo de vida o esporófito (fase diploide). Como vimos anteriormente, o **esporófito** adulto (planta adulta) pode variar em porte de acordo com o grupo ao qual pertence, havendo espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. As coníferas, a exemplo da araucária e de outros pinheiros, produzem estruturas chamadas de estróbilos ou pinhas. Esses estróbilos geralmente são encontrados na mesma planta. Cada estró-



Figura 31 – Estróbilos produtores de pólen em *Cedrus libani*

bilo representa um ramo encurtado formado por folhas modificadas associadas aos **microsporângios** e **megasporângios**. Os estróbilos microsporangiados (produtores de pólen; ver Figura 31) contêm microsporângios, e estes, por sua vez produzem, após meiose, quatro **micrósporos** haploides. Cada micrósporo, após mitoses, converte-se em um grão de pólen. No grão de pólen, são encontradas as seguintes células: células protalares, célula geradora e célula do tubo. Ou seja, o grão de pólen equivale à fase gametofítica (masculina) dos ciclos estudados em briófitas e pteridófitas. Esse grão de pólen de quatro células é o **gametófito masculino** imaturo. É nesse estágio que os grãos de pólen são liberados e carregados, quase sempre, pelo vento até os estróbilos ovulados.

Já nos estróbilos ovulados, cada escama ovulífera contém dois óvulos em sua superfície. Cada óvulo consiste em um nucelo multicelular, ou seja, o megasporângio, envolto pelo tegumento e com uma abertura chamada de micrópila. Cada megasporângio contém uma célula-mãe de megásporo, que sofre meiose formando quatro megásporos. Desses, somente um megásporo torna-se funcional, e os demais, próximos à micrópila, degeneram. Nas coníferas, o processo de fecundação toma bastante tempo, ocorrendo meses após a polinização. Na primavera, os grãos de pólen são liberados dos estróbilos e se aderem a uma gota de fluido na micrópila. Nesse estágio, as escamas do estróbilo ovulado estão bem separadas (Figura 32).



Figura 32 – Estágios do estróbilo ovulado em coníferas

Legenda (da esquerda para direita): estróbilo fechado, escamas abertas antes e após formação de sementes.

Quando o fluido do grão evapora, o grão de pólen é puxado para dentro da micrópila e entra no nucelo. Nessa fase, ele germina formando o tubo polínico. No entanto, até este momento, a meiose ainda não ocorreu no megasporângio. Após um mês da polinização, os megásporos são formados e o único funcional sofre mitoses, formando o megagametófito. Esse último demora mais de um ano para se desenvolver completamente. No 15º mês após a polinização, dois (ou três) arquegônios (gametângios femininos) são finalmente diferenciados, cada um contendo uma oosfera (gameta feminino). Enquanto isso, no tubo polínico, após os últimos 12 meses, a célula

espermatogênica divide-se, formando dois núcleos espermáticos (equivalentes a gametas masculinos). Diferentemente das briófitas e pteridófitas, estudadas na unidade anterior, não há formação de anterídios nas plantas com sementes.

Após cerca de 15 meses da polinização, o tubo polínico alcança a oosfera de um arquegônio, descarregando seu citoplasma e os dois núcleos espermáticos. Um núcleo se une a uma oosfera e o outro degenera. Uma vez que há dois arquegônios, cada um com uma oosfera, em cada óvulo, é comum que mais de um embrião seja formado. Geralmente somente um embrião se desenvolve totalmente; e, em raros casos, algumas sementes contêm mais de um embrião produzindo duas a três plântulas após a germinação (Figura 33).



Figura 33 – Sementes liberadas do estróbilo de uma conífera

O ciclo das gimnospermas pode variar um pouco de acordo com os quatro grandes grupos existentes. Por exemplo, enquanto que em cicadófitas e *Ginkgo* ainda há gametas masculinos móveis, as coníferas e gnetófitas apresentam essas células imóveis. Na Figura 34 é apresentado o ciclo de vida de *Pinus*, uma conífera.

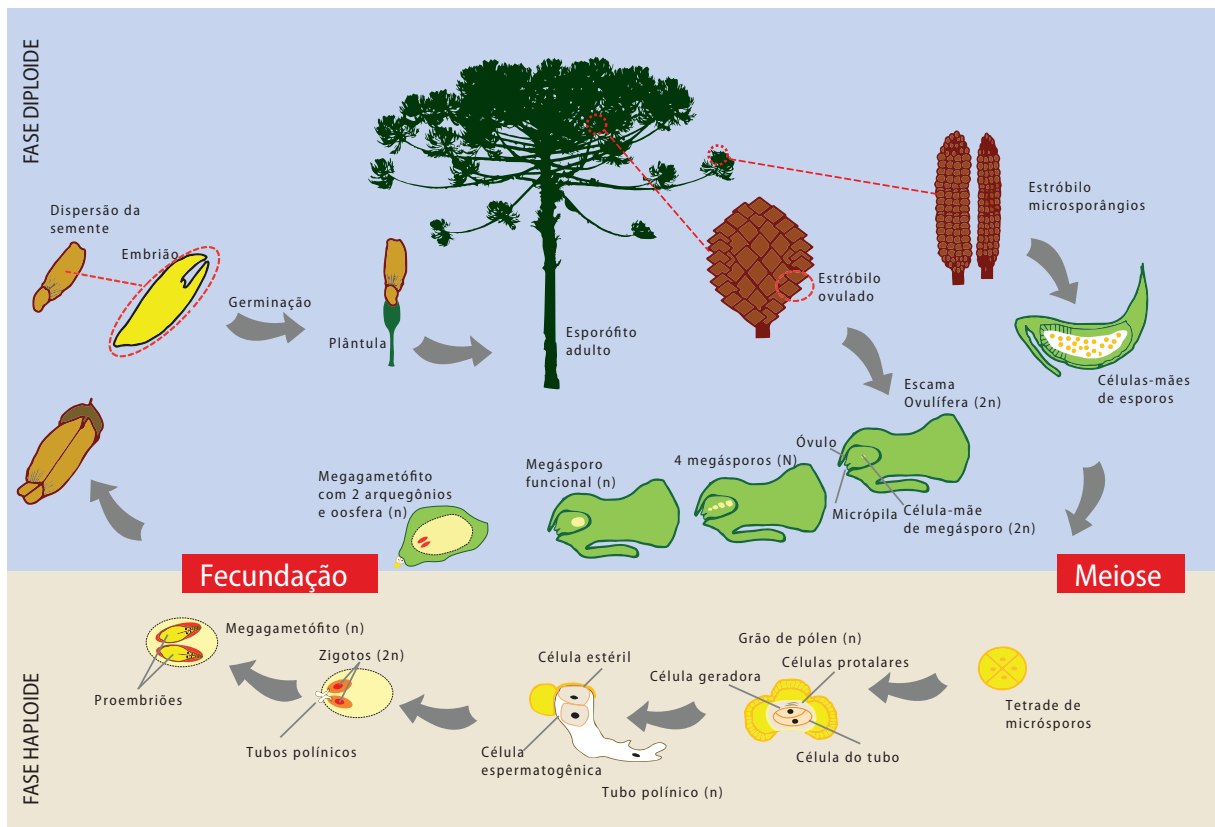


Figura 34 – Ciclo de vida de uma conífera



MULTIMÍDIA

Para compreender um pouco mais sobre o ciclo de vida de uma conífera, reserve um pouco de seu tempo para conferir a animação 3, disponível na sala de multimídia no AVA.



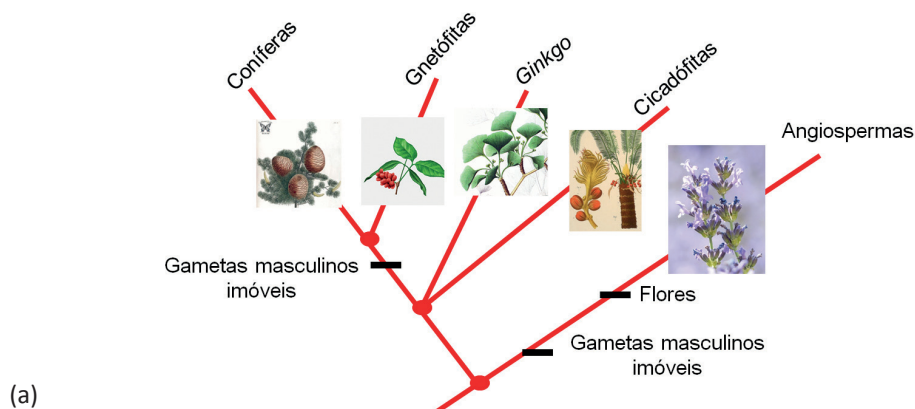
ATIVIDADE NO AVA

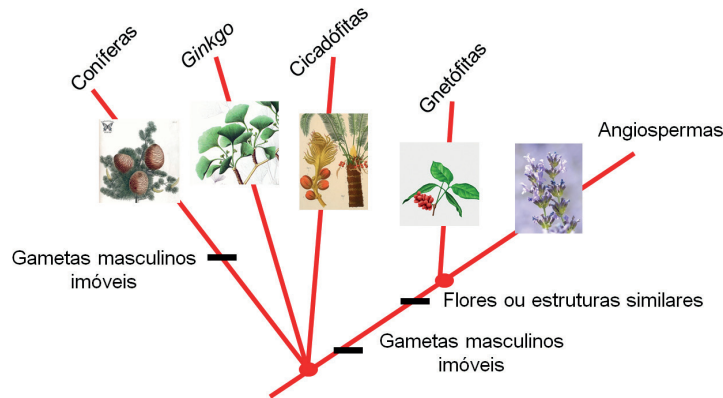
Agora que você já conhece o que são gimnospermas, chegou a hora de montar uma atividade que possa ser desenvolvida em sala de aula com os alunos sobre o ciclo de vida dessas plantas. Você pode pensar em usar plantas vivas ou optar pelo uso de modelos didáticos com materiais que são facilmente encontrados pelos alunos. Essa atividade tem como objetivo fixar o conhecimento teórico sobre as estruturas e os processos presentes no ciclo de vida dessas plantas, tornando uma vivência mais natural ao aluno. Uma experiência que saia do bidimensional (papel/quadro de giz) e caminhe rumo ao tridimensional (modelos didáticos, plantas vivas, apresentação teatral, vídeos etc.).

O resultado desse estudo dirigido será compartilhado entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

2.3 TAXONOMIA E EVOLUÇÃO DAS GIMNOSPERMAS

Você aprendeu nesta unidade que as gimnospermas são assim chamadas por apresentar óvulos e sementes nuas, ou seja, não estão protegidos dentro de um ovário/fruto, mas sim expostos sobre a superfície de folhas modificadas. As relações evolutivas entre os representantes dos quatro grupos de gimnospermas atuais, cicadófitas, *Ginkgo*, coníferas e gnetófitas são, ainda, incertas. Na Figura 35, são apresentadas duas filogenias sobre a possível posição dos quatro grupos de gimnospermas e sua relação com as angiospermas. A primeira é baseada em dados moleculares e propõe que as gnetófitas são filogeneticamente próximas das coníferas, formando assim um clado (grupo monofilético com um ancestral comum). Já a segunda árvore filogenética é baseada em dados morfológicos e sugere que as gnetófitas, por apresentarem características que lembram as angiospermas (como estruturas parecidas com flores rudimentares), formariam com as angiospermas um grupo monofilético. Esta última proposta, apesar de apresentar aparentes evidências morfológicas, não é sustentada por dados moleculares.





(b)

Figura 35 – Hipóteses filogenéticas para as gimnospermas (a) baseada em dados moleculares e (b) em morfologia

Na Figura 36, você poderá explorar melhor cada grupo de gimnosperma:

As **cicadófitas** são plantas semelhantes às palmeiras e encontradas em ambientes de clima tropical e subtropical. As folhas são concentradas no ápice da planta, formando uma coroa. Essas plantas, apesar de muitas vezes usadas como ornamentais em praças e jardins, são tóxicas, com abundância de neurotoxinas e carcinogênicos. Suas estruturas reprodutoras são folhas reduzidas com esporângios, agrupados de forma frouxa ou mais densa em estruturas que lembram estróbilos. Os estróbilos com pólen (σ) e óvulos (φ) ocorrem em plantas diferentes, característico de espécies dioicas (sexos separados em indivíduos diferentes). O pólen, após germinação, forma o tubo polínico, que conduz dois gametas masculinos até o óvulo.



Figura 36 – *Cycas revoluta* com óvulos

Ginkgo biloba é o único representante vivo do grupo das **ginkgófitas**. Suas folhas têm aparência de leque. A espécie foi preservada graças às árvores mantidas em pátios de templos na China e Japão. Assim como as *Cycas*, *Ginkgo* é dioico, com óvulos e pólen produzidos em plantas distintas.



Figura 37 – *Ginkgo biloba* com sementes



Figura 38 – *Araucaria angustifolia* com estróbilos

Legenda: da esquerda para direita, árvore e estróbilos masculinos e femininos.

As **coníferas** pertencem ao grupo de gimnospermas mais diverso e ecologicamente importante. São exemplos de representantes os gêneros *Pinus*, *Araucaria* e *Sequoia*. No Hemisfério Norte, na Zona Temperada, são comuns vastas florestas com coníferas. No Brasil, destaca-se a araucária, cuja presença caracteriza a Mata de Araucárias dentro do domínio da Floresta Atlântica. Sabe o pinhão tão apreciado nas festas juninas? Ele nada mais é do que a semente coletada da *Araucaria angustifolia* (Figura 38).

As folhas das coníferas, como os pinheiros, possuem forma de agulha e são chamadas de aciculares. Essas folhas são adaptadas ao crescimento sob condições de escassez de água. Elas apresentam uma cutícula espessa sobre a epiderme e seus estômatos se localizam em depressões na parte de baixo das folhas. Além disso, essas folhas têm longevidade alta, durando entre dois até 45 anos.



Figura 39 – Gêneros das gnetófitas

Legenda: da esquerda para direita, *Ephedra chilensis*, *Welwitschia mirabilis* e *Gnetum gnemon*.

No grupo das **gnetófitas** são conhecidos três gêneros atuais: *Ephedra* (semelhante a *Equisetum*, com folhas escamiformes, presente em ambientes desérticos), *Welwitschia* (formada por duas longas folhas que se fendem ao longo do tempo; nos desertos do sudoeste da África) e *Gnetum* (árvores e trepadeiras com folhas coriáceas, encontradas em regiões tropicais).



VOCÊ SABIA?

A **febre do feno** é o nome que se dá à rinite alérgica causada pela inalação de grandes quantidades de pólen produzido no verão e primavera. Isso é mais comum em ambientes de climas temperados, onde as estações do ano são mais marcadas. Além das angiospermas, as gimnospermas contribuem para esse fenômeno.



Figura 40 – Nuvem de pólen sendo liberada dos estróbilos de um pinheiro



SÍNTESE

Nesta unidade, você fez sua introdução no estudo das gimnospermas. Aprendeu que há quatro grupos de gimnospermas, e que elas se chamam assim porque suas sementes não estão protegidas dentro de frutos. Os quatro grupos que compreendem as gimnospermas atualmente viventes são: cicadófitas, *Ginkgo*, coníferas e gnetófitas. O ciclo de vida das coníferas é extremamente demorado, no qual o esporófito dominante produz estróbilos ovulados e com pólen. Após a polinização, cerca de 15 meses são necessários para que finalmente ocorra a fecundação e um embrião inicie seu desenvolvimento, produzindo a nova fase esporofítica. Se você comparar com a unidade anterior, perceberá que nas gimnospermas a fase gametofítica torna-se dependente do esporófito (especialmente o gametófito feminino), diferentemente do que é observado nas briófitas e pteridófitas.

Após a realização dos exercícios do guia impresso, do exercício prático no seu polo, da visualização de vídeos e da elaboração de um estudo dirigido voltado para práticas de ensino na escola, você deve ter aprimorado os conhecimentos sobre esses grupos de plantas e estará apto a despertar o interesse dos seus futuros alunos pela botânica.

Caro estudante,

Na unidade anterior, você aprendeu sobre as gimnospermas, ou seja, plantas com sementes nuas. Também aprendeu que atualmente existem quatro grandes grupos viventes de plantas que representam as gimnospermas. Agora é hora de estudar as angiospermas, ou seja, as plantas com flores. Essas são as plantas que geralmente temos em casa, no jardim ou quintal, e que observamos nas praças e parques das cidades onde vivemos. Certamente, você já viu uma angiosperma de perto. As roseiras, os coqueiros e mesmo a grama são todas plantas que apresentam flores! Elas estão em nossa vida, sob diversas formas, desde os grãos e frutos que consumimos até o linho e algodão que vestimos. O presente capítulo irá guiá-lo no estudo inicial sobre a morfologia e evolução das angiospermas.

**FIQUE ATENTO****CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- 3.1 Conhecendo as angiospermas
- 3.2 Ciclo de vida das angiospermas
- 3.3 Taxonomia e evolução das angiospermas

OBJETIVOS

Esperamos que você, ao final da unidade, seja capaz de:

- listar os principais grupos de angiospermas:
 - nomes dos grupos;
 - características gerais;
 - inovações evolutivas.
- comparar os ciclos de vida entre os grupos de plantas sem e com sementes:
 - relação do ciclo de vida com a evolução do grupo.
- avaliar características importantes para a diagnose dos grupos.

Poderemos discutir, compartilhar ideias e aprimorar conhecimentos por meio do fórum virtual. Além disso, você terá acesso aos recursos didáticos hiperlinks e atividades de fixação que possibilitarão o melhor entendimento desta unidade.

AGENDA

Período	Atividade	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Concluída
Semana 5 De ___/___ a ___/___	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
Semana 6 De ___/___ a ___/___	23						
	24						
	25						

3.1 CONHECENDO AS ANGIOSPERMAS

Como visto anteriormente, é difícil não ter contato com qualquer angiosperma no nosso dia a dia. Elas estão por todas as partes! Há registros fósseis de angiospermas que remontam ao Cretáceo inferior (ca. 135 milhões de anos atrás). É o grupo mais diverso de plantas, com mais de 235.000 espécies, e vão desde espécies como o *Eucalyptus* com mais de 100 metros até espécies minúsculas como plantas aquáticas do gênero *Lemna*.

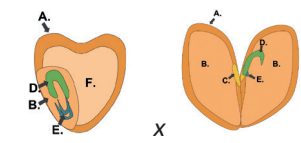
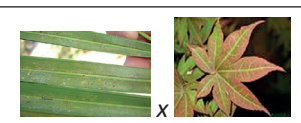
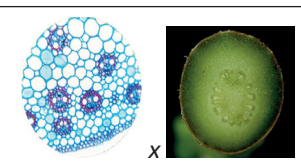
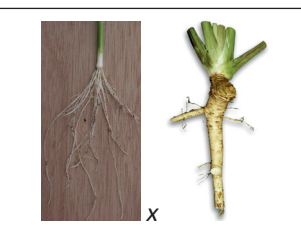

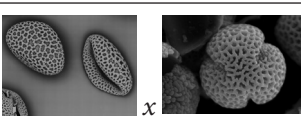


Figura 41 – Espécies de angiosperma

Legenda: da esquerda para a direita, *Eucalyptus regnans* e *Lemna minor*.

As angiospermas se diferenciam dos demais grupos de plantas estudados, pois apresentam flores, frutos e ciclo de vida diferenciado das outras plantas. Dentre as angiospermas, dois importantes grupos se destacam: as monocotiledôneas e as eudicotiledôneas, cujas características são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo generalizado entre angiospermas monocotiledôneas e eudicotiledôneas

Características	Monocotiledôneas	Eudicotiledôneas	Visão geral
Cotilédones	Um	Dois	 <p>Figura 42 – a) Semente de monocotiledônea; b) semente de eudicotiledônea</p>
Padrão de nervação	Paralelinérvea	Reticulada	 <p>Figura 43 – a) Folha de monocotiledônea; b) folha de eudicotiledônea</p>
Feixes vasculares no caule	Arranjo difuso	Em um anel	 <p>Figura 44 – a) Caule interno de monocotiledônea; b) caule interno de eudicotiledônea</p>
Raízes	Fasciculada	Pivotante	 <p>Figura 45 – a) Raiz de monocotiledônea; b) raiz de eudicotiledônea</p>
Verticilos florais	Usualmente 3 (trímeras)	Usualmente 4 ou 5 (tetrâmera ou pentâmera)	 <p>Figura 46 – a) Flor de monocotiledônea; b) flor de eudicotiledônea</p>
Pólen	Monossulcado	Tricolpado	 <p>Figura 47 – a) Pólen de monocotiledônea; b) pólen de eudicotiledônea</p>

A monofilia (ou seja, o compartilhamento de um ancestral comum) das monocotiledôneas é sustentada por muitas características em comum, como as folhas com nervação paralela, flores trímeras, pólen monossulcado, embriões com único cotilédono, caules com feixes vasculares difusos e sistema radicular do tipo adventício (fasciculado). Já as eudicotiledôneas também formam um grupo monofilético (compartilham um único ancestral comum) e apresentam o pólen tricolpado e padrões derivados. A seguir você poderá explorar alguns exemplos de monocotiledôneas como as palmeiras (família *Arecaceae*), as gramíneas (família *Poaceae*), as orquídeas (família *Orchidaceae*) e as bromélias (família *Bromeliaceae*); e de eudicotiledôneas como as leguminosas (família *Fabaceae*), o morango e a rosa (família *Rosaceae*) e as margaridas (família *Asteraceae*).



Figura 48 – Representantes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas

Legenda: a partir do alto da esquerda para a direita, coqueiro (*Arecaceae*), arroz (*Poaceae*), orquídea (*Orchidaceae*), abacaxi (*Bromeliaceae*), feijão (*Fabaceae*), morango e rosa (*Rosaceae*) e camomila (*Asteraceae*).

A flor, que todas as angiospermas possuem, nada mais é do que um ramo com crescimento determinado e possui esporofilos (folhas que produzem esporângios). Ao analisar a etimologia da palavra angiosperma, é possível entender que ela deriva de *angeion* = vaso e *sperma* = semente. O vaso expressa o(s) carpelo(s) que envolve(m) os óvulos. Esses óvulos, como você deve recordar da Unidade 2, irão desenvolver-se em sementes após a fecundação.

As flores também podem estar agrupadas em inflorescências ou isoladas. Nessas inflorescências, a haste que sustenta cada flor é chamada de pedicelo, enquanto a haste da inflorescência propriamente dita, ou mesmo de uma flor isolada, é chamada de pedúnculo. Veja a Figura 50:



Figura 49 – Detalhe de óvulos no ovário de *Cucurbita pepo*

Nota: após a fecundação, esses óvulos se desenvolverão em sementes.



Figura 50 – Flor isolada de tulipa e inflorescência de lírio, da esquerda para a direita

Nota: observe que na flor isolada a haste que a sustenta é chamada de pedúnculo, e na inflorescência, cada flor tem seu pedicelo, mas a haste principal em comum também é chamada de pedúnculo.


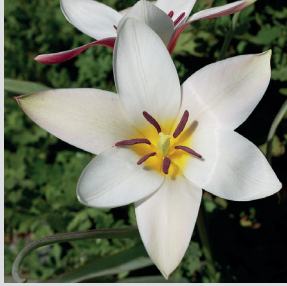



Cada flor possui apêndices estéreis (sépalas e pétalas) e férteis (estames e carpelos). Você deve estar lembrado que estudou sobre essas estruturas na disciplina Bases Ecológicas e Evolutivas da Diversidade dos Seres Vivos I, certo?



ATIVIDADE NO AVA

Pois bem, agora chegou a hora de praticar! Você deve completar o Quadro 5, indicando os nomes dos diferentes apêndices de uma flor e sua possível função. Observe a área destacada e identifique apenas o(s) apêndice(s) principal(is).

Quadro 5 – Diferentes apêndices de uma flor

Partes florais	Nome e função
 <p data-bbox="319 619 805 680">Figura 51 – Corte longitudinal de uma flor de <i>Helleborus foetidus</i></p>	
 <p data-bbox="319 993 796 1024">Figura 52 – Visão geral de uma flor de tulipa</p>	
 <p data-bbox="319 1263 859 1293">Figura 53 – Visão geral de uma flor de madressilva</p>	
 <p data-bbox="319 1530 624 1561">Figura 54 – Botões de flores</p>	
 <p data-bbox="319 1770 884 1800">Figura 55 – Visão geral de uma flor de <i>Papaveraceae</i></p>	

Dúvidas e discussão sobre os resultados dessa atividade serão trabalhadas entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

Além das monocotiledôneas e eudicotiledôneas, as angiospermas englobam outros grupos de plantas conhecidas como angiospermas basais. Essas plantas são menos derivadas e apresentam características consideradas ancestrais dentro das angiospermas. Em conjunto, esse grupo de plantas comumente é denominado de grupo ANITA: A = *Amborellaceae*, N = *Nymphaeaceae*, I = *Illiciaceae*, T = *Trimeniaceae* e A = *Austrobaileyaceae*. Observe a seguir alguns exemplos:



Figura 56 – *Amborella trochopoda*



Figura 57 – *Nymphaea colorata*



Figura 58 – *Allicium anisum*

Outro grupo de angiospermas, que mantém uma relação filogenética muito próxima com a das monocotiledôneas e eudicotiledôneas é chamado de magnolídeas, incluindo as ordens *Magnoliales*, *Laurales*, *Canellales* e *Piperales*. Essas plantas são árvores, arbustos ou lianas, com folhas alternas ou opostas, venação penínervia e folhas coriáceas. As flores apresentam muitos verticilos, em disposição espiralada ou em grupos de três. Alguns de seus representantes são nossos conhecidos, como a canela e o abacate (*Lauraceae*), a pinha e a graviola (*Annonaceae*), a magnólia (*Magnoliaceae*) e plantas ornamentais do gênero *Peperomia* (*Piperaceae*).



Figura 59 – *Persea americana*



Figura 60 – *Magnolia grandiflora*



Figura 61 – *Peperomia obtusifolia*

3.2 CICLO DE VIDA DAS ANGIOSPERMAS

A seguir, você poderá compreender melhor o ciclo de vida das angiospermas (veja a Figura 62). Diferentemente do que foi visto nas briófitas e pteridófitas (Unidade 1), o gametófito das angiospermas é bastante reduzido, mesmo se comparado ao das gimnospermas (Unidade 2). O microgametófito (gametófito σ) consiste em três células (uma célula do tubo e duas células espermáticas), sendo representado pelo grão de pólen liberado das anteras de uma flor. Já o megagametófito (gametófito ♀) permanece retido no esporófito e é formado por sete células (uma oosfera, duas antípodas, três sinérgides e uma célula central com dois núcleos polares). O megagametófito é comumente chamado de saco embrionário e é encontrado no interior do óvulo dentro do ovário da flor. Gametângios como anterídios e arquegônios não estão presentes em nenhuma angiosperma.

O pólen pode ser carregado pelo vento ou agentes polinizadores como invertebrados (exemplo: abelhas, besouros e mariposas) ou vertebrados (exemplo: morcegos e pássaros), sendo depositado sobre o estigma da mesma flor ou de flores diferentes. O estigma produz uma secreção, na qual os grãos de pólen germinam e formam os tubos polínicos. Os núcleos espermáticos são conduzidos até o gametófito feminino e lá ocorre uma dupla fecundação. Isso significa que um núcleo espermático se unirá à oosfera formando o zigoto ($2n$), enquanto o outro se unirá aos núcleos polares, constituindo, mais tarde, um tecido de reserva triploide denominado endosperma. O zigoto, por sua vez, sofrerá divisões mitóticas dando origem a um embrião.

Simultaneamente, o óvulo, cuja oosfera foi fecundada, iniciará seu desenvolvimento para formar uma semente, e o ovário também aumentará seu tamanho, resultando em um fruto. Após a dispersão das sementes ou de frutos inteiros, também mediada por agentes abióticos (exemplo: água e vento) ou bióticos (animais), as sementes podem germinar sob condições favoráveis e formar novas plantas. Esse novo indivíduo representa o esporófito juvenil, resultante do desenvolvimento do embrião, que antes era protegido dentro da semente.

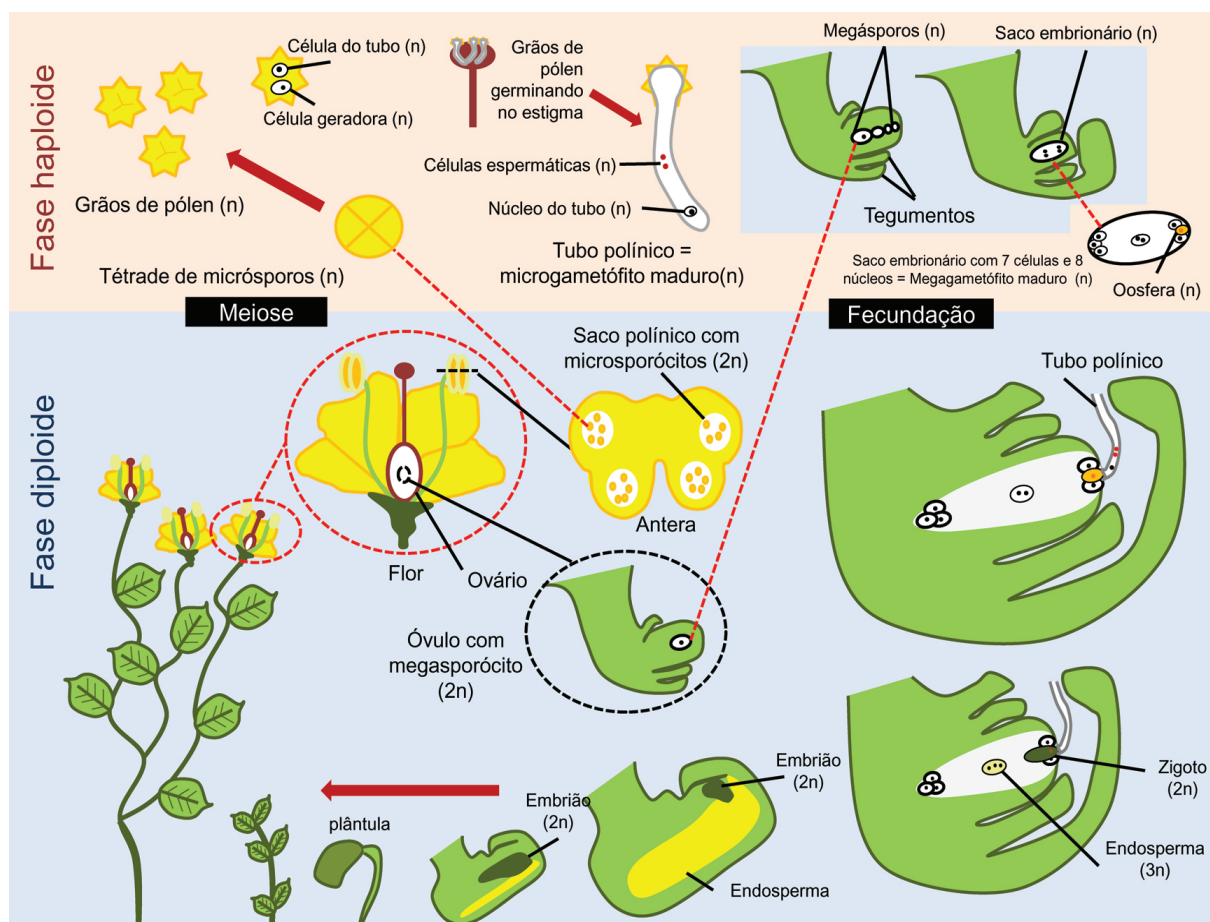


Figura 62 – Ciclo de vida de uma angiosperma



MULTIMÍDIA

Para compreender um pouco mais sobre o ciclo de vida de uma angiosperma, vá até o AVA da unidade e visualize a animação 4.



ATIVIDADE NO AVA

Agora que você já conhece o que são as angiospermas, chegou a hora de montar uma atividade que possa ser desenvolvida em sala de aula com os alunos sobre o ciclo de vida dessas plantas. Você pode pensar em usar plantas vivas ou optar pelo uso de modelos didáticos com materiais que são facilmente encontrados pelos alunos. Essa atividade tem como objetivo fixar o conhecimento teórico sobre as estruturas e os processos presentes no ciclo de vida dessas plantas, tornando uma vivência mais natural ao aluno. Uma experiência que saia do bidimensional (papel/quadro de giz) e caminhe rumo ao tridimensional (modelos didáticos, plantas vivas, apresentação teatral, vídeos etc.).

O resultado desse estudo dirigido será compartilhado entre colegas e professores no AVA Moodle, no fórum aberto pelo professor.

3.3 TAXONOMIA E EVOLUÇÃO DAS ANGIOSPERMAS

Você aprendeu nesta unidade que as angiospermas são plantas com flores e representam a linhagem mais diversificada de plantas terrestres. Dois grupos principais de plantas com flores podem ser identificados: as eudicotiledôneas e as monocotiledôneas. Estudos filogenéticos recentes, baseados em dados moleculares e morfológicos, sugerem que esses grupos mantêm uma relação muito próxima em termos evolutivos (Figura 63). Ainda nessa árvore, em sua base, é possível encontrar linhagens de angiospermas que em conjunto são chamadas de grau ANITA (ou seja, não é um grupo monofilético; apesar de todos compartilharem um ancestral comum, esse mesmo ancestral também é compartilhado pelas demais angiospermas que não pertencem à ANITA). No grau ANITA, estão linhagens com características consideradas ancestrais, quando comparadas às angiospermas mais derivadas.

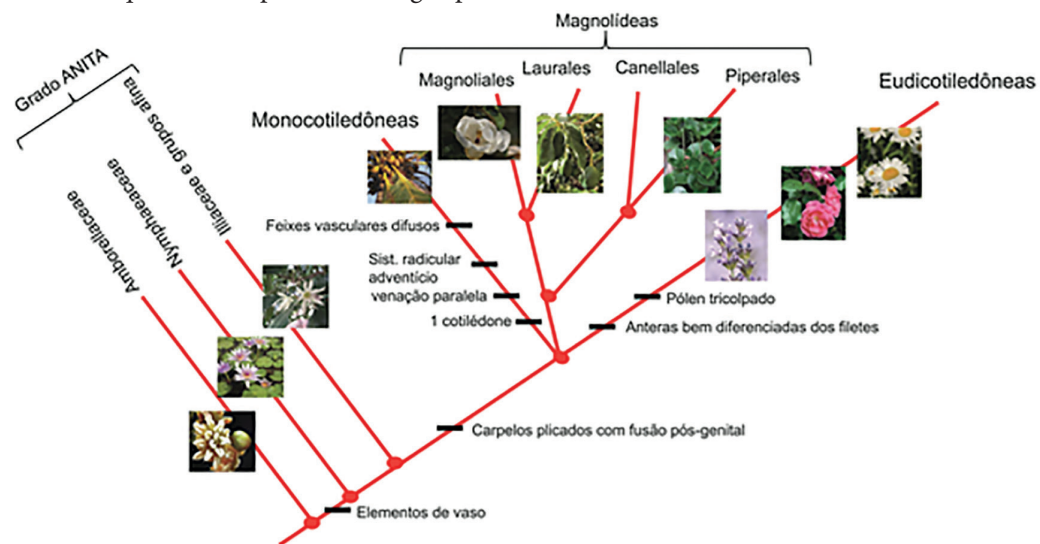


Figura 63 – Relações filogenéticas das angiospermas

Algumas tendências evolutivas entre as flores são sugeridas:

1. flores com poucas ou muitas peças florais de número **indefinido** para flores com número pequeno e **definido** de peças florais;
2. **eixo floral** foi **encurtado** e peças florais tenderam a se fundir;
3. ovário se tornou **ínfero** no lugar de **súpero**;
4. simetria **radial** ou actinomorfa deu lugar à simetria **bilateral** ou zigomorfa nas flores mais avançadas.



VOCÊ SABIA?

Muitos animais e espécies de angiospermas coevoluíram, o que significa que suas interações resultaram na evolução de ambos os grupos. Um exemplo interessante é o da mariposa *Tageticula yucasella* e a iúca (*Agavaceae*). Mariposas fêmeas visitam as flores à noite e coletam pólen, que elas levam até o estigma da próxima flor. Então, elas perfuram o ovário e depositam seus ovos usando o ovopositor. As larvas eclodem e se alimentam de algumas sementes em desenvolvimento (ca. 20%). Quando totalmente desenvolvidas, elas cortam a parede do ovário e descem até o solo, onde empupam e só eclodirão como adultos na próxima florada das iúcas.



Figura 64 – Mariposa *Tageticula yucasella* e a iúca



SÍNTESE

Nesta unidade, você instruiu-se sobre as angiospermas. Aprendeu que há duas grandes linhagens superdiversas e mais bem conhecidas (eudicotiledôneas e monocotiledôneas), há a linhagem das magnolídeas (magnólias, graviola, fruta-do-conde, abacate e peperômias) e existem outras linhagens basais na filogenia das angiospermas que são muito importantes para compreensão de suas relações evolutivas, formando o grado ANITA. O ciclo de vida das angiospermas não é demorado como o das gimnospermas, mas apresenta gametófitos extremamente reduzidos, não possui quaisquer gametângios e o esporófito é sua fase dominante. Se você comparar com as unidades anteriores, perceberá que é possível acompanhar a evolução do esporófito e sua dominância e independência do gametófito ao longo das linhagens de plantas estudadas.

Após ter resolvido os exercícios do guia impresso, o exercício prático no seu polo, visualizado os vídeos e elaborado um estudo dirigido voltado para práticas de ensino na escola, você deve ter aprimorado os conhecimentos sobre esses grupos de plantas e estará apto a despertar o interesse dos seus futuros alunos pela botânica.

REFERÊNCIAS

JUDD, W. S. *et al.* *Sistemática vegetal: um enfoque filogenético*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2014.

THE FERN Sporangium Catapult. Edição: Xavier Noblin. YouTube, 23 mar. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mDIHGrINPE>>. Acesso em: 4 ago. 2015.

SOBRE A AUTORA

ADAÍSES SIMONE MACIEL DA SILVA

Bacharel em Ciências Biológicas e mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas, com estágio sanduíche realizado na Uppsala University (Suécia). Possui pós-doutorado pela Universidade Federal de Pernambuco. Atuou, de 2011 a 2013, como professora adjunta do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e, atualmente, é professora na Universidade Federal de Minas Gerais, vinculada ao Departamento de Botânica. Ministra disciplinas para os cursos presenciais de graduação em Ciências Biológicas e Farmácia, pós-graduação em Biologia Vegetal, e em EaD para licenciatura em Ciências Biológicas. Tem experiência em biologia de briófitas, com especial interesse pelos temas: reprodução em plantas e evolução dos ciclos de vida nas plantas terrestres.

A presente edição foi composta pelo CAED-UFMG e Editora UFMG e impressa pela Imprensa Universitária UFMG em sistema offset, papel offset 90g (miolo) e cartão supremo 300g (capa), em 2017.



PROGRAD
PRÓ-REITORIA
DE GRADUAÇÃO

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS



MINISTÉRIO DOS
EDUCAÇÃO



ISBN: 978-85-423-0214-1



9 788542 302141