



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

DAYANNE CICERA DA SILVA

**COMO ABORDAR A CLASSIFICAÇÃO VEGETAL NO ENSINO MÉDIO?
PROPOSTA DE UM *E-BOOK* INTERATIVO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DAYANNE CICERA DA SILVA

**COMO ABORDAR A CLASSIFICAÇÃO VEGETAL NO ENSINO MÉDIO?
PROPOSTA DE UM *E-BOOK* INTERATIVO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Professora em Biologia.

Orientador(a): Tarcila Correia de Lima
Nadia

Coorientador(a): Emanuel Souto da Mota
Silveira

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Dayanne Cicera da .

Como abordar a classificação vegetal no ensino médio? proposta de um e-book interativo como recurso didático para formação continuada de professores / Dayanne Cicera da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2022.

105 p. : il., tab.

Orientador(a): Tarcila Correia de Lima Nadia

Cooorientador(a): Emanuel Souto da Mota Silveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. Classificação vegetal. 2. Ensino. 3. e-book. I. Lima Nadia, Tarcila Correia de . (Orientação). II. Mota Silveira, Emanuel Souto da . (Coorientação). III. Título.

580 CDD (22.ed.)

DAYANNE CICERA DA SILVA

**COMO ABORDAR A CLASSIFICAÇÃO VEGETAL NO ENSINO MÉDIO?
PROPOSTA DE UM *E-BOOK* INTERATIVO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de professora em Biologia.

Aprovado em: 14/10/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dr. Tarcila Correia de Lima Nadia (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Luiz Augustinho Menezes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dr. Isabel Cristina Sobreira Machado (Examinadora Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho, a Deus, por sempre estar comigo, e aos meus pais, por todo incentivo, apoio e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todo cuidado expressado de tantas maneiras em minha vida, e por Seu amor constante. Sem Ele eu não teria chegado até aqui.

A todos da minha família que sempre torceram por mim. Especialmente aos meus pais, Damiana e Cicero, que sempre buscaram me proporcionar o melhor, e junto a eles, aos meus irmãos, por toda paciência, apoio, respeito e por aturarem meus muitos momentos de estresse ou preocupações. Vocês foram e são essenciais na minha jornada de vida.

Aos meus bons amigos e amigas do ensino médio, da graduação e da vida, que me alegam, perdoam minhas ausências, me apoiam, que estão comigo nos momentos difíceis e que tornaram a caminhada acadêmica mais leve e enriquecedora.

Agradeço a minha orientadora, a Profa. Dra. Tarcila Correia de Lima Nadia, que esteve comigo não só na construção desse trabalho, mas também nas atividades de pesquisa. Serei eternamente grata por toda sua disposição e paciência.

Ao meu Coorientador, Prof. Me. Emanuel Souto da Mota Silveira, pela aceitação, pela atenção disposta e por todas as contribuições, que foram de suma importância.

A minha orientadora de pesquisa, a Profa. Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado, por toda paciência, orientações, e pela experiência ímpar de aprendizado.

Ao Prof. Dr. Luiz Augustinho, por todo apoio, e por ter me abraçado em seus projetos, onde tive vivências enriquecedoras. E, ao Prof. Dr. Augusto Pessoa Cesar Santiago, por toda colaboração com o material aqui apresentado, foi essencial.

Por fim, agradeço a L13 Studio, pelas gravações que foram utilizadas no material, e mais uma vez, às minhas queridas irmãs, Deisiane e Deisele, pelas vozes utilizadas.

Dayanne Silva

RESUMO

As plantas têm uma longa história durante a qual evoluíram e tornaram-se cada vez mais diversificadas, sendo importante o processo da classificação. É indispensável também considerar a relevância do conhecimento da organização desses organismos no que se refere ao ensino de Botânica. Contudo, nos dias atuais a Botânica permanece como um tema ainda subestimado da Biologia, e muitos professores ainda utilizam termos e classificações que já entraram em desuso, por absterem-se de estudar as novidades científicas. O presente trabalho, teve como objetivo desenvolver um *e-book* Interativo Educacional voltado para professores do Ensino Básico e licenciandos de biologia com foco nos conteúdos da Classificação Vegetal. Foi realizada uma revisão narrativa da literatura sobre o ensino de botânica e as problemáticas encontradas relativas ao mesmo e foi realizada a construção de um *e-book* interativo a partir de Softwares de edição. A maneira pela qual os conteúdos de botânica são trabalhados podem definir o apressado do estudante pela área, assim, a formação continuada é uma estratégia indispensável para garantir a qualidade de ensino. O material construído traz conceitos e atividades importantíssimos para serem trabalhados na Educação e podem levar os professores a promover um ensino mais dinâmico e produtivo. O *e-book* estará disponível sob formato de *ePub*, que permite o fácil acesso ao conteúdo.

Palavras-chave: classificação vegetal; ensino; *e-book*;

ABSTRACT

Plants have a long history during which they have evolved and become more and more diverse, and the process of classification is important. It is also essential to consider the relevance of knowledge of the organization of these organisms when it comes to teaching Botany. However, nowadays Botany remains an underrated subject in Biology, and many teachers still use terms and classifications that have already fallen into disuse, by refraining from studying the scientific novelties. The objective of the present work was to develop an interactive educational e-book for elementary school teachers and biology undergraduate students focusing on the contents of Plant Classification. A narrative review of the literature was conducted on the teaching of botany and the problems encountered related to it, and an interactive e-book was built using editing software. The manner in which the botany contents are worked on may define the student's interest in the area, thus, continued education is an indispensable strategy to guarantee the quality of teaching. The material contains important concepts and activities to be used in education and can help teachers to promote more dynamic and productive teaching. The e-book will be available in ePub format, which allows easy access to the content.

Keywords: vegetal classification; teaching, e-book.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Página do <i>InDesign</i> durante a elaboração do <i>e-book</i> .	27
Imagem 2 - Página do Canva durante a produção de um esquema de cladograma para ilustração no <i>e-book</i> .	28
Imagem 3 - Página do Canva durante a organização de fotografias feitas na UFPE (Recife) para utilização no <i>e-book</i> .	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Referências das literaturas utilizadas para a fundamentação teórica do e-
book. 26

LISTA DE ABREVIACÕES

APG	<i>Angiosperm Phylogeny Website</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
TIDCs	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 A Botânica no contexto escolar.....	16
2.2 Classificação vegetal.....	18
2.3 E-book: Um recurso digital para a formação continuada.....	20
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo Geral.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4 METODOLOGIA	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5.1 Relação entre professor e o ensino de botânica na literatura.....	28
5.2 Elaboração da base teórica e organização dos conteúdos.....	28
5.3 Conceção do <i>e-book</i>.....	29
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE A – Versão simplificada do <i>e-book</i>.....	37

1 INTRODUÇÃO

O termo “Botânica” vem do grego botánē, que significa “planta”, que por sua vez procede do verbo boskein, que tem como significado “alimentar” (RAVEN et al., 2014). As plantas são seres autotróficos, ou seja, são capazes de produzir o seu próprio alimento, através de um processo chamado de fotossíntese, no qual a energia luminosa é transformada em energia química (JUDD et al., 2009).

Tal capacidade permite a estes organismos a produção de nutrientes que atuam no crescimento e conseqüentemente na construção da sua biomassa e, dessa maneira, os vegetais servem também de alimento para milhares de outros organismos, sendo fundamentais para a vida no planeta, compondo a base da cadeia alimentar (BAMPI, et al., 2014). Contudo, vale salientar que além de fonte nutricional, as plantas estão inseridas em nossas vidas de muitos outros modos, seja de forma direta ou indireta. (RAVEN et al., 2014).

Como todos os outros organismos vivos, as plantas têm uma longa história durante a qual evoluíram e tornaram-se cada vez mais diversificadas em suas características morfológicas e fisiológicas (RAVEN et al., 2014) e, com isso, foi e ainda é importante que estes organismos passem pelo processo de classificação e identificação para que assim sejam reconhecidas mundialmente.

Desde muito tempo, estudiosos e pesquisadores começaram a organizar e classificar as plantas com diferentes metodologias que foram sendo atualizadas até que se chegasse em uma mais coerente levando em consideração os aspectos necessários para estudos filogenéticos (MEIRELES, 2020). Atualmente, as plantas angiospermas estão classificadas segundo o *Angiosperm Phylogeny Website* (APG) em quatro grupos principais: Monocotiledôneas, Eudicotildôneas, Magnoliídeas e Angiospermas Basais.

Levando em consideração a importância da organização desses organismos e a significância desta temática, é indispensável também considerar a relevância de ambos no que se refere ao ensino de Botânica, visto que é necessário que haja a compreensão lógica dos principais aspectos da evolução dos vegetais pelos indivíduos como estudantes e participantes da sociedade.

Contudo, tal objetivo pode não ser alcançado com a utilização de metodologias onde o foco é a memorização. Na verdade, é necessário o desenvolvimento de metodologias mais reflexivas e práticas, para que o aluno

consiga desenvolver a habilidade de analisar os vegetais e pontuar suas semelhanças e diferenças, a depender dos grupos em que estão inseridos na evolução, pois entende-se que

Não se trata de decorar critérios ou características de grupos vegetais, mas sim entender os procedimentos gerais utilizados na organização da diversidade vegetal, enfatizando a importância que os eventos evolutivos apresentam na atualidade, principalmente relacionados à sistemática filogenética. (URSI et al., 2018, p. 06).

Katon e colaboradores (2013), afirmam que nos dias atuais a Botânica permanece como um tema ainda subestimado da Biologia, sendo estudado nas salas de aula de modo descontextualizado e excessivamente teórico, o que acaba gerando um ensino enfadonho. Sendo assim este fato acaba sendo uma problemática, pois a Botânica, segundo Krasilchik (2008), e uma complementação de URSI e colaboradores (2018), tem abordagens objetivas nas diferentes dimensões de ensino: ambiental, filosófica, cultural, histórica, médica, ética e estética, sendo assim é indispensável promover um entendimento que permeie de modo integrado outras áreas de conhecimento e do próprio cotidiano do estudante.

Com a ausência de tais compreensões, pode-se haver uma contribuição para gerar o que é chamado de “cegueira botânica”. Esse termo empregado por Wandersee & Schussler (1999) diz respeito à falta de habilidade das pessoas para perceberem as plantas de maneira mais intencional no seu próprio ambiente cotidiano, não compreender que as plantas são essenciais para o ecossistema e para nós, seres humanos, negligenciar a importância dos vegetais, além de outros sintomas destacados por eles.

Há muito tempo ocorrem discussões a respeito do ensino de Botânica na educação básica. Autores apontam que professores acabam não dando tanta importância ao conteúdo ou até mesmo, não se sentem seguros em dar aulas deste conteúdo o considerando como “difícil” (SOUZA; GARCIA, 2019; RODRIGUES, 2019). Isso pode ser consequência de que muitas das vezes os próprios professores tiveram pouca formação para a disciplina, lhes causando dificuldades para ensinar o conteúdo de Botânica através de metodologias que garantam o aprendizado dos estudantes (SANTOS et al., 2015). Além disso, muitos professores ainda utilizam termos e classificações que já entraram em desuso, por absterem-se de estudar as novidades científicas, contribuindo para uma aprendizagem errônea.

Embora exista diversas propostas de materiais didáticos voltados para os alunos, e que não os desconsideremos, é importante também que além de existir tais recursos, que haja uma preocupação quanto a formação do professor já que é ele quem vai mediar as atividades, bem como que haja uma preocupação com os mais variados subtemas pertencentes a área da botânica nestas abordagens, pois percebe-se um grande foco nos conteúdos de características estruturais dos vegetais (MOUL; SILVA, 2017).

Neste caso, podemos destacar a necessidade de uma maior abordagem para recursos que auxiliem professores e alunos na compreensão do conteúdo voltado para a evolução dos diferentes grupos de plantas, pois segundo Ursi e colaboradores (2018, p. 12, apud SANTOS, 2006, p.223-243) em pesquisa sobre a inserção de temas botânicos no Ensino Médio, concluiu-se que a abordagem Botânica, em geral, abstém-se de seu caráter histórico.

Desse modo, além de buscar recursos, atividades ou estratégias para utilizar em sala de aula, o professor como mediador e provocador do pensamento ativo dos alunos, precisa possuir uma boa compreensão acerca do tema que será trabalhado, pois conceituações errôneas podem comprometer a aprendizagem dos alunos. Compreensões essas, que em grande parte necessitam ser sempre reabastecidas e atualizadas, aspectos que no âmbito educacional são promovidos pela formação continuada de professores (ALVARADO-PRADA et al., 2010).

Tendo em vista a necessidade de ampliar as possibilidades de aquisição do conhecimento, é imprescindível levar em consideração a era tecno cultural em que estamos inseridos, onde as informações se espalham em tempo simultâneo (RIBEIRO, 2017), e onde os indivíduos passam boa parte do tempo conectados, sejam em smartphones, tablets ou computadores.

Apesar de ser um material que deve ser utilizado como base de apoio e orientação para professores e alunos, e não como recurso único e primordial, é evidente que o livro didático (LD) ainda tem grande importância (ARAÚJO, 2011) pois permite que os professores possam ter um guia quanto às principais abordagens a serem discutidas ao longo do ano.

Há muitos anos, recursos digitais e de mídia são destaque dentre diversos recursos educacionais produzidos e utilizados no meio acadêmico e de ensino básico. Segundo Lima & Bidarra (2015) a movimentação crescente do desenvolvimento e de utilização das Tecnologias Digitais de Informação e

Comunicação (TDIC) é irreversível. Entre as TDICs, os livros digitais (*e-books*) vêm ganhando cada vez mais espaço, visibilidade e o interesse do público, pois trazem consigo as características de praticidade, compactação, fácil acesso, até mesmo o consumo do conteúdo sem o uso da internet e, mais recentemente, a possibilidade de serem livros mais interativos (LIMA; BIDARRA, 2015) levando em consideração a vasta gama de artifícios que podem ser reproduzidos a partir dele.

Deste modo, é essencial o desenvolvimento de recursos tecnológicos didáticos voltados para a área da biologia vegetal, que podem possibilitar um processo educacional mais prazeroso (BATISTA, 2018) e, que contribua para o professor na preparação de suas aulas. Pensando nisso, o presente trabalho tem o objetivo de construir um *e-book* interativo com abordagens para o conteúdo da classificação vegetal, trazendo os termos científicos atuais e voltado para professores do ensino básico e licenciandos de biologia, visando contribuir para um processo de formação continuada e assim reduzir os entraves encontrados no ensino da botânica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Botânica no contexto do ensino-aprendizagem

A Botânica, assim como diversas outras ciências, teve grandes avanços quanto ao conhecimento nos últimos anos, e em decorrência disso é natural e essencial que os professores possuam uma formação que torne possível um ensino adequado quanto aos conceitos inclusos na área (ARAÚJO, 2011), tendo como entendimento de que ele é uma importante fonte de informação para os alunos, mas que a medida que ele apenas passa o conteúdo da forma descontextualizada assim como ele acumulou por anos, pode não chegar aos objetivos esperados para a aprendizagem dos alunos (KINOSHITA et al., 2006), pois, assim como foi expressado por Meirelles (2020).

A docência requer uma atualização constante e não é raro perceber professores de biologia que, após obterem seus diplomas, não tiveram mais contato com conceitos botânicos atualizados, defasagem essa que acaba por ser um fator desmotivador (MEIRELES, 2020. p.15).

A tendência do desinteresse pela Botânica é uma questão que pode ser vista não só no Brasil mas também em outros países (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Um dos principais motivos citados pelos autores é o fato de que muitos professores tiveram formação insuficiente em botânica, dificultando a existência do entusiasmo e da motivação para os alunos no aprendizado dos conteúdos da disciplina (FREITAS, 2019; SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

O documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz como proposta, normas que definem um conjunto de aprendizagens que são essenciais para que os alunos desenvolvam ao longo da educação básica. Para o ensino médio, as temáticas estão organizadas por áreas do conhecimento, dentre elas, as Ciências da Natureza. Nessa organização, podemos encontrar as disciplinas Biologia, Física e Química de maneira contextualizada, visando a consolidação das relações entre elas, de modo que os blocos de conteúdos são guiados pelas competências e habilidades definidas pelo documento.

Levando isso em consideração, sabemos que o ensino da Biologia Vegetal pode ser visto de diversas vertentes, como anatomia, morfologia, fisiologia, evolução e diversas outras que podem surgir a partir do foco objetivado. Assim, tratando-se

dos conteúdos de evolução e classificação é possível esperar que tais abordagens sejam encontradas na área temática intitulada de Vida, Terra e cosmos. Este tópico trata-se de um

[...] resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental e, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (BRASIL, 2018, p. 549).

No entanto, a partir de uma análise realizada por Ismerim (2021) pode-se observar resultados que demonstram lacunas existentes para temas de Biologia Vegetal e o quanto este conteúdo ainda é desvalorizado, recebendo pouca atenção tanto na BNCC como em outros materiais e documentos oficiais da educação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Tal resultado pode ser visto na prática quando observamos fatos como proposto por Salatino e Buckeridge (2016), em que ao ser exposto uma paisagem contendo diversos organismos, incluindo animais e plantas, é mais comum que as plantas sejam interpretadas como elementos estáticos e não como protagonistas, compondo apenas um cenário onde os animais se movem.

É interessante perceber a desvalorização do conhecimento botânico até mesmo a partir de uma visão temporal, como apontado por Salatino e Buckeridge (2016), onde na sociedade mais antiga, expor conhecimentos sobre Botânica era algo bem visto, tido como um aspecto elegante, diferente do que se vê nos dias de hoje, onde boa parte das pessoas ao longo da formação escolar vê a Botânica de modo desinteressante, com conteúdos difíceis (SALATINO, 2006; KATON, 2013).

Com isso, fica evidente que é necessário fazer mais para se alcançar os objetivos esperados para abordagens da Botânica, em um processo de ensino-aprendizagem que seja realmente significativo e transformador, visto que em muitos casos tal realidade encontra-se distante (URSI et al., 2018). Para isso, o papel do professor é fundamental, visto que a partir de suas práticas educacionais um novo cenário de percepção pode ser construído, e inclusive, por meio de um caminho que seja incentivador de estudo e reflexões (NEVES et al., 2019), mas que só ocorre se o próprio professor possuir uma formação que também não seja limitada.

Esta necessidade pode também ser pautada a partir do fato de que, este ensino, englobado no conhecimento biológico, representa um passo fundamental

para a integração dos indivíduos na sociedade, pois uma vez que eles compreendam conceitos fundamentais da biologia e compreendam a natureza e seu funcionamento eles podem tornasse críticos participantes e colaboradores de mudanças que componham implicações importantes na sociedade (FIGUEIREDO et al., 2012; URSI et al., 2018).

2.2 Classificação vegetal

A Sistemática é a ciência da diversidade dos organismos. Envolve a descoberta, a descrição e a interpretação da diversidade biológica, bem como a síntese de informação sobre a diversidade na forma de sistemas de classificação preditivos” (JUDD et al., 2009. p.2). No entanto, essa ciência nem sempre foi tão assertiva quanto a forma de classificação necessária para os mais diversos organismos e, ao longo dos anos teve diversas atualizações que culminaram em um sistema atual que mostra com mais clareza a sistematização da evolução biológica.

Diversos estudiosos fizeram contribuições para análises sistemáticas, assim, é essencial citar alguns dos principais. Inicialmente, houve o surgimento de duas classificações conhecidas como “artificiais” (RAVEN, 2014). A princípio, Teofrasto, um filósofo grego da época (370-285 a.C.), utilizou principalmente o hábito das plantas como uma forma de classificação, ou seja, se eram árvores, arbustos, subarbustos ou ervas. Posteriormente, Carl Linnaeus propõe um sistema de classificação que baseava-se no “sistema sexual”, no qual as plantas eram classificadas em classes baseadas no número e na disposição dos estames em cada flor. Contudo tornou-se perceptível que apenas esses aspectos não seriam suficientes.(RAVEN, 2014).

Surgem então os sistemas naturais, fundamentados em um maior número de características, baseadas nas afinidades das plantas, agrupando-os a partir dos mais primitivos aos mais complexos, além de critérios mais rigorosos que fossem reflexo das relações evolutivas entre os organismos e não apenas informativas (RAVEN, 2014) como ocorria na época, devido as necessidades medicinais.

Antonie Jussieu propõe então que as plantas poderiam ser classificadas como acotiledôneas, monocotiledôneas e dicotiledôneas (MENDES; CHAVES, 2015), visto que já se havia um conhecimento prévio sobre os cotilédones, que foram reconhecidos inicialmente por Jhon Ray. Jussieu aponta ainda uma classificação por

Algas, Briófitas e Pteridófitas como subdivisão de acotiledôneas (MENDES; CHAVES, 2015). Ainda na classificação natural, outro nome de destaque é Augustin de Candolle, um botânico suíço, que propôs a anatomia como base para a classificação, pois anteriormente a morfologia era a principal base de informação (MENDES; CHAVES, 2015).

Com os conhecimentos apresentados por Charles Darwin acerca da evolução, que mostram que as espécies possuíam ancestrais, as características dos organismos passaram a ser vistos como produtos de histórias de coevolução ou filogenia (RAVEN, 2014; MENDES; CHAVES, 2015). Então, no século XIX houve a ascensão dos sistemas filogenéticos (PRESTES et al., 2009), que levou em consideração as mais variadas informações disponíveis para que os táxons pudessem ser caracterizados, e assim fossem estabelecidas as relações evolutivas baseadas na ancestralidade e descendência (RAVEN, 2014). Dentre as classificações filogenéticas, temos a de Arthur Cronquist, que foi um grande responsável pela nova classificação das Angiospermas. A partir de seus estudos, Cronquist dividiu o filo Magnoliophyta em duas classes: Magnoliopsida (dicotiledôneas) e Liliopsida (monocotiledôneas) (MENDES & CHAVES, 2015).

Diante do histórico dos sistemas de classificação, vemos que atualmente, eles não podem funcionar sem que haja o conhecimento sobre os processos evolutivos. (PRESTES et al., 2009). Mais recentemente, para as angiospermas, espécies que possuem flores, frutos e sementes, temos a classificação do Angiospermae Phylogeny Group - APG IV (2016), que é baseado em estudos de filogenia molecular. A partir dos estudos do APG, o grupo que antes era denominado de “dicotiledôneas” hoje é dividido no clado das Eudicotiledôneas (contendo a maioria das espécies até então conhecidas por dicotiledôneas), clado das Magnoliídeas e o grupo das Angiospermas Basais.

Sabendo que a sistemática possibilita o estabelecimento de um contexto histórico para a compreensão de uma grande variedade de acontecimentos biológicos como a diversificação ecológica e processos de especialização (JUDD, 2009), entende-se também de que esta temática necessita ser bem compreendida de modo sistematizado pelos estudantes, e não apenas como grupos de vegetais com características diferentes, mas que não possuam relações entre si. E assim, segundo Trindade (2016) as relações de parentesco tornam a visão sobre a botânica mais acessível ao aluno. Além disso

Abordar os conteúdos de botânica, considerando os aspectos relacionados à evolução das plantas, poderia gerar curiosidade e interesse nos estudantes, despertando respeito pelos seres vivos que colaboram para a manutenção e o sustento à vida do nosso planeta e cuja sua origem relaciona-se com a própria origem da atmosfera e a compartilha com outros indivíduos de suma importância para a vida na Terra (FLORES & PIGATO, 2020, p.11).

2.3 E-book: Um recurso digital para a formação continuada

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) são “um conjunto diversificado de ferramentas tecnológicas e os recursos utilizados para se comunicar e criar, disseminar, armazenar e gerenciar informações.” (MAIA, 2011 p. 25). E, como bem colocado por Mulbert e Pereira (2011), se antes era preciso ter acesso a um computador para acessar informações, dependente de uma rede fixa, hoje, podemos acessá-las de maneira mais rápida e prática, sem a necessidade de rede fixa ou até mesmo sem conexões, quando se tem as mais diversas formas de arquivos salvas nos aparelhos.

Refletir sobre a utilização de mídias em uma cultura digital é, além de uma necessidade do presente (ROSA; SILVA, 2016), uma maneira de possibilitar “novas” interações no processo de ensino, que se inicia na formação do professor. Desse modo, a utilização das mídias de modo intencional, influencia diretamente no papel do professor e em como as informações serão recebidas e interpretadas pelos alunos (FREITAS; GALVÃO, 2019 p. 4. apud BATES, 2016).

Menezes (2014) afirma que atualmente as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) também se tornaram um meio para a formação inicial e continuada de professores, principalmente na Educação a Distância. Além disso, as TIC possibilitam que os professores se apropriem de diversas possibilidades proporcionadas pelos ambientes tecnológicos de aprendizagem e seus recursos (PLÁCIDO, 2011).

Com isso, levando em conta que a educação é um dos pontos cruciais no processo de mudança em uma sociedade e que o professor é o elemento fundamental deste processo, é indispensável que enquanto profissional atuante, ele continue agregando conhecimentos a fim de garantir um ensino realmente efetivo. E, dessa maneira, ferramentas que possam contribuir para a aproximação da docência com conteúdos científicos atualizados, possuem grande valor educativo.

Assim, é relevante ressaltar que os fenômenos que o docente se proponha a conhecer não podem ser vistos como estáticos, mas sim como processos que estão em constante alteração (PLÁCIDO, 2011) evidenciando a importância da formação continuada, e buscar meios que possam contribuir para uma maior praticidade é de grande importância, como as TICS que são meios que podem proporcionar um aumento da rentabilidade e que fazem parte das técnicas da época (PONTE, 2000).

A aprendizagem móvel, ou ainda “*mobile learning*” (*m-learning*) revela a importância da associação entre a educação e a tecnologia (Batista, 2017), podendo-se neste meio, destacar a utilização de aparelhos móveis comuns no cotidiano de professores e alunos, como smartphones e tablets, que podem permitir uma imersão nas mais variadas e possíveis áreas de estudo.

A *m-learning*, além do foco sobre o dispositivo utilizado, tem ainda como importância sua possibilidade de mobilidade espacial e temporal. Em que o leitor pode aprender em diferentes espaços bem como em diferentes momentos, a partir da necessidade de revisar o conteúdo, caracterizando-se como uma aprendizagem contínua (MÜLBERT; PEREIRA, 2011).

Diante disso, a incorporação de recursos que acompanhem a mobilidade, é bastante vantajosa, e uma das possibilidades para ampla utilização independente do espaço onde a pessoa que está estudando esteja, contando ainda com a interatividade educacional, são os *e-books* (LIMA, 2018).

E-books, que inicialmente significavam apenas uma versão digital do material normalmente impresso, hoje, possuem mais do que textos e dados, mas permitem a fusão de texto, animação e interação, compondo o que deve mais corretamente ser chamado de livros eletrônicos interativos ou *e-books* interativos (LIMA, 2018).

Os *e-books* têm se destacado na sociedade, pois apresentam-se como uma alternativa a livros impressos, e uma vez que possuem um processo de elaboração e distribuição simplificado tornam-se muito vantajosos já que são uma alternativa sustentável e digital, mas sem perder a sua essência, que é a de facilitar o processo educacional (GOMES et al., 2014; SANCHES, 2017) além de proporcionarem novas formas de leitura, tornando possível a interatividade entre usuários e obras (GOMES et al., 2014).

Apesar de grande parte dos livros digitais serem consumidos para outros gêneros literários, várias escolas e universidades também aderiram e tiraram proveito dos benefícios resultantes do livro digital, demonstrando que o mundo

acadêmico também acompanhou esta evolução (SANCHES, 2017). E, sabendo que assim como o aluno, o professor precisa sempre estar aprendendo e que os livros eletrônicos atuais estão ainda muito limitados a certos temas (SANCHES, 2017), é imprescindível que haja ainda mais livros digitais voltados para áreas como a Botânica, pois como citado anteriormente, é uma ciência na qual são relatadas muitas dificuldades, e o professor precisa ter um sólido conhecimento do conteúdo a ser ensinado.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *e-book* Interativo Educacional voltado para professores do ensino básico e licenciandos de biologia, tendo como foco principal conceitos vinculados ao eixo temático: Classificação Vegetal.

3.2 Objetivos Específicos

- Estimular o uso de recursos digitais na formação continuada de professores e, licenciandos;
- Propor uma alternativa para o estudo e reflexões de conteúdos da Botânica através de uma ferramenta digital;
- Contribuir na formação de professores e assim, na educação, com a divulgação facilitada de conhecimentos atualizados da Botânica.

4 METODOLOGIA

4.1 Base da Pesquisa

A realização da pesquisa se deu sob uma abordagem qualitativa, que através da descrição feita por Minayo e Sanches (1993) tem então como objeto de estudo a compreensão da linguagem e práticas, que se ilustram as relações formadas por sujeito e objeto. A partir disso, temos também uma pesquisa ação, que tem como característica promover uma possibilidade de intervenção para superar lacuna entre teoria e prática, não se dedicando apenas a recomendações (ENGEL, 2000) tais objetivos, vem a partir de um diagnóstico de um problema, a fim de que se alcance uma relevância prática dos resultados (ENGEL, 2000).

Além disso, foi necessário inicialmente uma revisão narrativa da literatura (BOTELHO et al., 2011), relacionada à temática do presente trabalho, para compreender assim como a relação entre a botânica o professor e o aluno ao longo dos anos na educação. Através dela, se tornou possível uma melhor compreensão de quais lacunas precisam de maior atenção, cooperando para a construção de um produto que traga um diferencial e uma relevância para apoio aos professores.

O trabalho fundamentou-se na criação de um e-book interativo, que foi construído em um Softwares de edição e em uma plataforma de criação e diagramação de livros. Para escolha dessas ferramentas, levamos em consideração as aplicações que esses possibilitariam, como a inserção de vídeos, links, animações e outros artifícios, que se aplicassem ao objetivo de um material com funções de interatividade.

Ao longo do *e-book*, estão inseridos conteúdos voltados à Classificação Vegetal, através de diferentes artifícios incorporados no material, visando suprir deficiências encontradas nos materiais didáticos já existentes e contribuir para que o professor possa desenvolver um melhor ensino aprendizagem.

4.2 Processos metodológicos

Este estudo teve seu início no mês de março de 2022, e se estendeu até o mês de outubro de 2022. O objetivo foi desenvolver um *e-book* interativo como recurso de apoio didático que auxilie na formação de professores e licenciados de biologia, visto que esses são responsáveis por promover o ensino aprendizagem de conteúdos relacionados à botânica, entre eles a temática da Classificação Vegetal. A

construção do mesmo foi baseada em três etapas: Organização dos conteúdos, produção do *e-book* e diagramação, teste e ajustes do produto.

4.2.1 Organização dos conteúdos

Nesta etapa foram feitas leituras, seleções e organizações do conteúdo. Todo o embasamento se deu através de obras que trazem a temática correspondente a classificação e evolução das plantas, como os livros *Biologia vegetal* bem como em pesquisas mais recentes. Além disso, também foram analisados livros do ensino médio, para que houvesse a identificação dos assuntos propostos no ensino médio para a temática abordada.

Tabela 1- Referências das literaturas utilizadas para a fundamentação teórica do *e-book*.

Título	Autor (s)	Ano	Tipo
The origin and early evolution of plants on land	KENRICK, P.; CRANE, P. R.	1997	Artigo
One thousand plant transcriptomes and the phylogenomics of green plants	LEEBENS-MACK J.H., et al.	2019	Artigo
Biologia hoje	LINHARES, S., et al.	2016	Livro
Contato biologia	OGO, M.Y.; GODOY, L.P.	2016	Livro
Biologia Vegetal	RAVEN, P., et al.	2007	Livro
How plants conquered land	RESING, S.	2020	Artigo
Plant Systematics	SIMPSON, M.G.	2019	Livro
The evolution of plants	WILLIS, K.; MCELWAIN, J.	2014	Livro

Fonte: SILVA, D. C., 2022

Inicialmente, os conteúdos foram organizados digitalmente no Microsoft Word. Nele, o conteúdo foi disposto de maneira prévia, de modo que os tópicos e subtópicos foram organizados, permitindo assim uma visualização lógica da continuidade do assunto que estava sendo abordado.

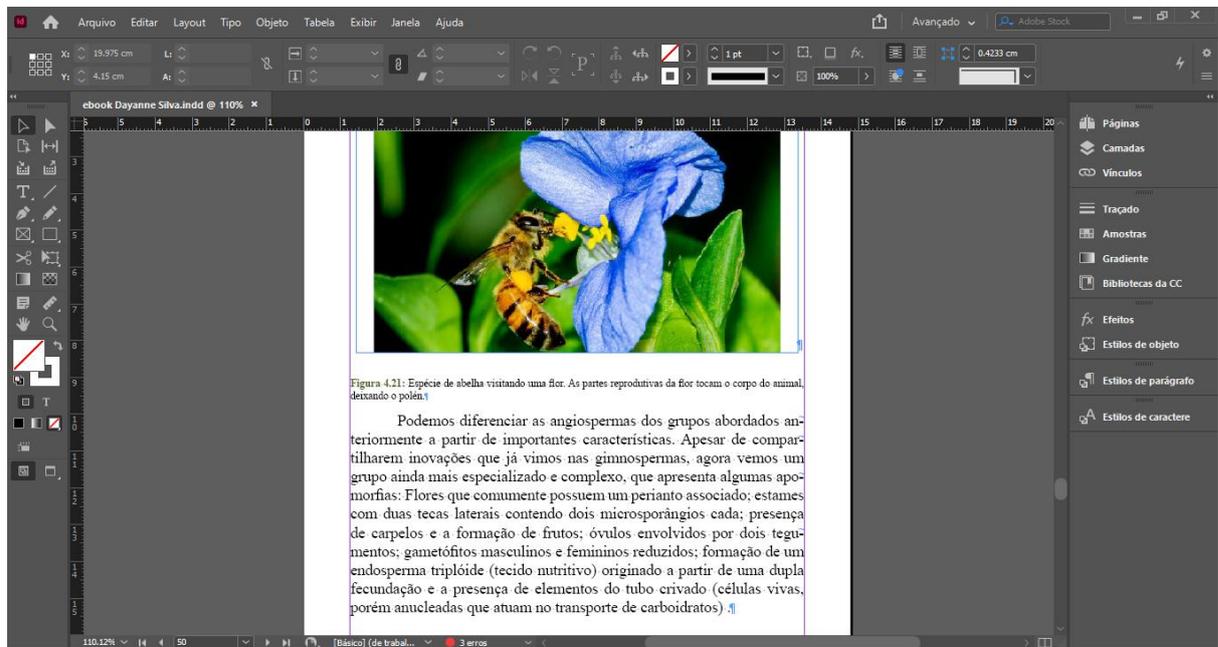
Ainda nesta etapa, ocorreu a definição dos meios e formas de como os conteúdos seriam apresentados, visando utilizar objetos alternativos e interativos para uma melhor experiência dos leitores. Foram pensadas e desenvolvidas também, propostas de atividades que possam contribuir para o ensino, com práticas que possuem alto valor na fixação do conteúdo pelos estudantes.

4.2.2 Produção do *e-book* e diagramação

Nesta etapa da produção, com a base do produto pronta, ou seja, a informação teórica, iniciou-se a montagem do design gráfico e seleção do layout do *e-book*. Para isso, utilizamos o *software* Adobe InDesign (imagem 1), o qual permite a diagramação e organização de páginas, além da inserção de elementos interativos e demais configurações e, o Canva (imagens 2 e 3), uma plataforma de design gráfico que permite a criação e edição de conteúdos visuais, como imagens e esquemas. Com essas ferramentas de edição, o conteúdo teórico e os elementos que pudessem trazer o conteúdo de uma forma menos monótona foram inseridos ao longo das páginas.

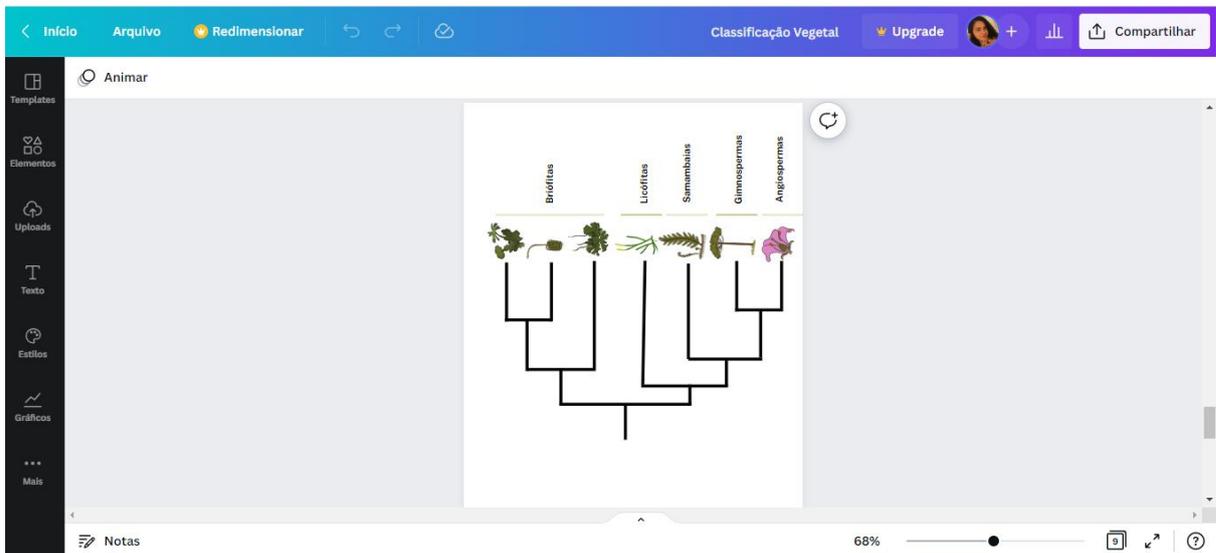
Durante o processo de elaboração da base teórica, também foram feitas fotografias de uma diversidade de vegetais terrestres (Embriófitas) no campus de Recife, da Universidade Federal de Pernambuco, as quais foram inseridas ao longo do *e-book*, tendo como utilidade a ilustração e esquematização dos assuntos abordados, a fim de utilizar um ambiente que é consideravelmente próximo da realidade de diversos estudantes, bem como trazendo mais um aspecto de originalidade ao produto.

Figura 1: Página do *InDesign* durante a elaboração do *e-book*.



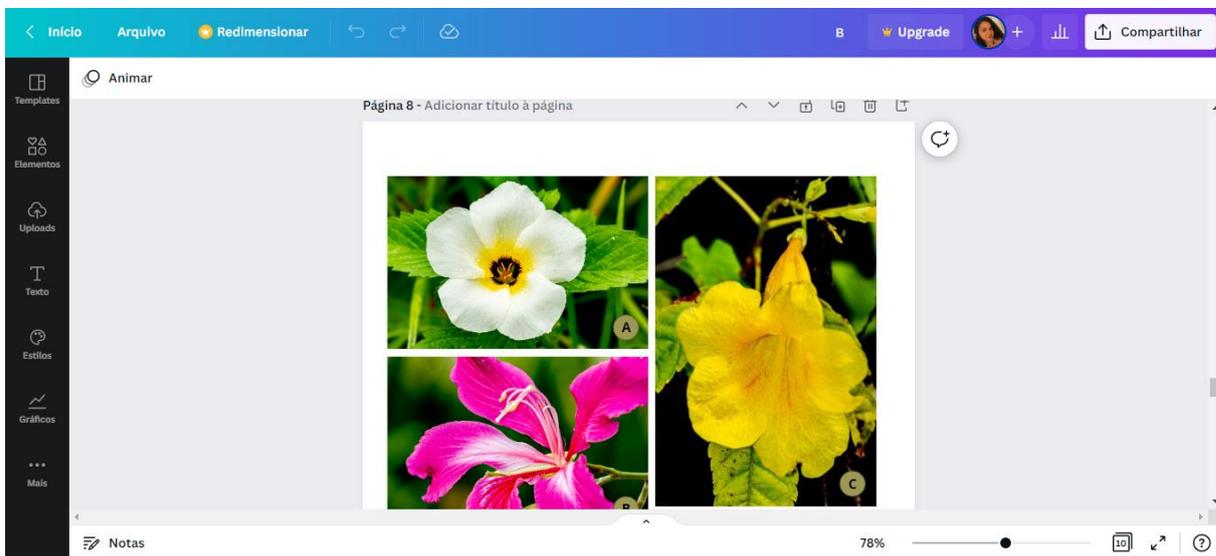
Fonte: SILVA, D. C., 2022

Figura 2 - Página do Canva durante a produção de um esquema de cladograma para ilustração no *e-book*.



Fonte: SILVA, D. C., 2022

Figura 3 - Página do Canva durante a organização de fotografias feitas na UFPE (Recife) para utilização no *e-book*.



Fonte: SILVA, D. C., 2022

Após a finalização do produto, foram realizados testes com a usabilidade, a fim de identificar possíveis falhas na interação dos objetos do recurso, como mídias e links, e garantir uma boa execução do produto pelos professores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Relação entre professor e o ensino de botânica na literatura

Estudos sobre o ensino de botânica ocorrem há muito tempo, e costumam sempre ser repletos de argumentos que demonstram entraves ocorrentes para o ensino dessa temática de modo geral. Além disso, é evidente que a maneira pela qual os conteúdos de botânica são trabalhados irá definir em grande parte a afinidade do estudante por essa área do conhecimento (SANTOS et al., 2015).

Análises em artigos, nas bases de dados Periódicos capes e Google Acadêmico, relativas ao ensino de botânica têm demonstrado que em grande parte, a as dificuldades encontradas por estudantes quando se trata do ensino de botânica, relacionam-se diretamente a falta de afinidade do professor e as metodologias e utilizadas por ele em sala de aula (SILVA, 2006; SILVA, 2008; MELO et al., 2012; SANTOS, 2015; TOWATA; URSI; SANTOS, 2010), que costumam restringir-se a intensa necessidade de memorização de termos que são apresentados, mas que são pouco explorados e relacionados ao cotidiano. Isso ocorre devido a uma grande limitação quanto ao desenvolvimento de atividades práticas, bons materiais didáticos voltados para o aproveitamento do estudo (MELO et al., 2012).

Com isso, outro ponto que está diretamente relacionado às problemáticas abordadas, e pode ser considerada uma de suas raízes, é a formação do docente. Pois, em boa parte das instituições de formação, o licenciando costuma receber um conhecimento focado nos rigores do campo científico de sua área com os aspectos pedagógicos realocados para segundo plano (SILVA, 2006). Assim, somando-se a uma aversão que muitas vezes existe com relação à temática, as implicações são um difícil acesso às abordagens e a ocorrência de erros (MACEDO, 2012 p. 4. apud HERSEY, 1996). Portanto, é imprescindível que haja materiais que possam cooperar de forma prática para com os professores, uma vez que são eles quem preparam e executam as aulas.

Desse modo, concordando com Towata e colaboradores (2010), “uma estratégia poderosa para melhorar a qualidade do ensino, e nesse caso não apenas o de Botânica, é a formação de qualidade dos professores, tanto inicial, quanto continuada.”, expressando a urgente importância de se promoverem meios facilitadores para tais formações.

5.2 Elaboração da base teórica e organização dos conteúdos

A partir das leituras realizadas nos livros e artigos utilizados como base para a reprodução do conteúdo, identificamos os principais assuntos propostos para o ensino médio relativos à classificação vegetal. Tais leituras foram essenciais e fundamentais para a construção do conteúdo, visto que revisões acerca do tema que se escolhe como objetivo de estudo são de suma importância para a elaboração do

trabalho científico e da qualidade do projeto (ECHER, 2001). Assim, os eixos centrais que compuseram o conteúdo do *e-book* foram: sistemática, histórico dos sistemas de classificação, filogenética e cladística, taxonomia e grupos vegetais terrestres.

O conteúdo do *e-book* foi dividido em três momentos. O primeiro, destina-se às abordagens integrais do conteúdo. Nele, o professor encontrará duas seções com capítulos, tópicos textuais, caixas de textos com curiosidades ou informações extras, animações e ainda dicas que podem o ajudar no ensino da Classificação Vegetal. Já no segundo momento, encontra-se a terceira seção, a qual apresenta sugestões de atividades para serem realizadas tanto em sala de aula quanto em ambientes informais de ensino, como aulas práticas de campo e a utilização de uma paródia.

A sequência lógica dos conteúdos também foi levada em consideração, para que o professor ou licenciando possam ter uma experiência significativa, pois, segundo Tavares (2010) em uma aprendizagem efetiva, o leitor transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, na medida em que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva. Contudo, por possuir seções específicas, o professor pode realizar leituras específicas a depender dos objetivos que deseje.

Com a definição do conteúdo, a produção textual e de mídia foram sendo inseridas no programa de office, o Microsoft Word. Com a elaboração deste esboço, foi possível que houvesse uma visualização geral de como seria a estruturação do produto, facilitando o trabalho da etapa de diagramação.

A utilização de boas imagens foi um quesito de grande atenção ao longo da elaboração deste trabalho, uma vez que as imagens são importantes recursos para a transmissão das concepções científicas (MARTINS et al., 2005) e além disso, segundo Coutinho e colaboradores (2010) as imagens possuem grande potencial para comunicar aspectos da natureza e para indicar o conteúdo de ideias.

5.3 Conceção do *e-book*

Nesta etapa da produção do *e-book*, buscou-se reunir todos os elementos e, todo o conteúdo foi inserido no Adobe *InDesign*, no qual foi realizada toda

diagramação. Além disso, foram configuradas também todos os elementos de interatividade, sendo eles áudios, botões interativos, inserção de animações e imagens.

O material construído traz conceitos importantíssimos para serem trabalhados na Educação Básica, especialmente no Ensino Médio, podendo sanar lacunas encontradas na atual situação do ensino-aprendizagem da Botânica. Além disso, com a seção de atividades, onde encontram-se a proposta de uma paródia, que é um importante recurso didático (PESSOA et al., 2013) e de atividades práticas que podem por exemplo estimular os alunos a construir o seu próprio conhecimento (LIMA; GARCIA, 2011), o *e-book* torna-se ainda mais valioso, porquanto os professores ao utilizá-las podem promover um ensino mais dinâmico e produtivo.

O *e-book* estará disponível sob formato de *ePub* (Publicação Eletrônica), que é um formato aberto, que permite o acesso ao conteúdo em diversos dispositivos de maneira mais dinâmica, ao contrário de arquivos no formato PDF, que são mais limitados e estáticos (SANCHES, 2017).

6 CONCLUSÃO

Inicialmente, o estudo tinha como foco, a elaboração de um *e-book* interativo voltado para alunos do ensino médio, no entanto, ao levar em consideração a necessidade de que é essencial de que os professores, aqueles que promovem a incitação a respeito dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, possuam uma maior habilidade e conhecimento a respeito do conteúdo, houve um redirecionamento do público alvo, sendo o produto deste trabalho então elaborado para professores e licenciandos de Biologia.

Através do presente estudo, realizamos a elaboração do *e-book*: Classificação Vegetal: das bases teóricas ao ensino, como recurso didático para formação continuada de professores e licenciandos de biologia. O *e-book* apresenta conceitos atualizados acerca da temática abordada e apresenta sugestões de atividades que podem potencializar o ensino do conteúdo. Desse modo, o *e-book* é uma contribuição para uma melhora nas relações estruturantes do desenvolvimento profissional no âmbito do ensino de botânica.

Por fim, o *e-book* desenvolvido, traz ações que fogem dos livros comuns e podem promover a preparação dos professores de modo mais eficiente e prático e, seu conteúdo dispõe de textos, e mídias relacionadas a classificação vegetal e caracterização dos grupos representantes das embriófitas.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO-PRADA, L.E.; FREITAS, T.C.; FREITAS, C.A. Formação continuada de professores: alguns conceitos, interesses, necessidades e propostas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 10, n. 30, p. 367-387, 2010.
- ARAÚJO, G.C. **Botânica no ensino médio**. 2011. 24 f. Monografia de (Graduação)-Cursos Consórcio Setentrional de Educação a Distância Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás Curso de Licenciatura em Biologia a Distância. Brasília, 2011.
- BATES, T. **Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2016.
- BATISTA, T. S. **Recurso de apoio didático para o Ensino de Botânica: aplicativo para o trabalho com Ecologia vegetal no Ensino Médio**. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso. – Universidade Federal de Pernambuco (CAV), Vitória de Santo Antão, 2018.
- BAMPI, A.; SCUR, L.; SCOPEL, J.M. Sensibilização Ambiental Sobre a Importância das Plantas no Jardim Botânico de Caxias do Sul. **Scientia Cum Industria**, v. 2, n. 2, p. 77-81, 1 dez. 2014.
- BINI, E. G. et al. **A horta orgânica como ferramenta no ensino de botânica**. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2019.
- BOTELHO, L. L. R.; ALMEIDA CUNHA, C. C.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, Minas Gerais, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BRANCO, A. L. C.; VIANA, I. B.; RIGOLON, R. G. A utilização do jogo “Perfil Botânico” como estratégia para o ensino de botânica. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII., 2011. Campinas. **Atas [...]** São Paulo: ABRAPEC, 2011. 9. p. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1295-1.pdf. Acesso em: 16 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>>. Acesso em: 02 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf Acesso em: 03 abr. 2022.

COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G.; DE MOURA BRAGA, S. A. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.l.], v. 10, n. 3, 2010.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, [S.L.], n. 16, p. 181-191, dez. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.214>.

FIGUEIREDO, J. A.; COUTINHO, F. A.; AMARAL, F. C. O ensino de Botânica em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 488-498, 1 out. 2012.
<http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v3i3.420>.

FLÔRES, A. L. Z. D.; PIGATTO, A. G. S. O ensino de evolução das plantas na perspectiva dos documentos norteadores da Educação Brasileira. **REDE-Revista Diálogos em Educação**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 196-207, jun. 2020.

FREITAS, K. M.; GALVÃO, R. R. O. Utilização de mídias sociais no ensino de biologia vegetal: buscando novas estratégias de ensino. **SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM**, v. 9, n. 1, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/view/194>. Acesso em: 12 abr. 2022.

GOMES, B. et al. Educação e novas tecnologias da informação e da comunicação: o livro didático digital no Brasil. **Revista Temática**, [S.L.], v. 7, p. 132-145, 2014.

ISMERIM, J. C. **O ensino de botânica no ensino médio sob a perspectiva da complexidade**. 2021. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOGG, E. A., STEVENS, P. F., & DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009. 632.

KATON, G. F.; TOWATA, N.; SAITO, L. C. A cegueira botânica e o uso de estratégias para o ensino de botânica. In: LOPES, Alejandra Matiz (org) et al. **III Botânica no Inverno**. São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p. 179-182, 2013. Disponível em: <https://botanicanoinverno.ib.usp.br/material-didatico.html>. Acesso em: 29/03/2022.

KINOSHITA, L.S. et al. **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora**. São Carlos: RiMa, 2006. 162 p.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LEEBENS-MACK J.H. One thousand plant transcriptomes and the phylogenomics of green plants. **Nature**, [S.L.], v. 574, n. 7780, p. 679-685, 23 out. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-019-1693-2>.

LIMA, E.; BIDARRA, J. A Produção e a Utilização de ebooks Interativos e Multimídia em EaD. CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2015 In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2015. p. 712.

LIMA, E. H. M. **O desenvolvimento e a utilização de ebooks interativos e multimídia em ead: um estudo sobre os cursos de especialização do nead-ufsj-brasil**. 2018. 339 f. Tese de Doutorado. Universidade Aberta (Portugal). [S.l.], 2018.

DE LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 1, 2011.

MAIA, H. J. S. **Formação para o ensino de ciências e o uso de tecnologias da informação e comunicação, um estudo de caso**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MEIRELLES, D. J. **Criação de aplicativo para smartphone destinado ao ensino da botânica no Ensino Básico da SEEDF**. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

MELO, E. A. et al. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: Dificuldades e desafios. **Scientia plena**, v. 8, n. 10, 2012.

MENDES, R. M. S.; CHAVES, B. E. **Sistemática vegetal: noções básicas com enfoque em algumas famílias de angiospermas representativas no Brasil**. 2. ed. Fortaleza: EdUECE(Editora da Universidade Estadual do Ceará), 2015. 223. ISBN: 978-85-7826-346-5.

MINAYO, M. C. S. & SANCHES, O. Quantitative and Qualitative Methods: Opposition or Complementarity? **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul./sep, 1993.

MORESCO, T. R. et al. Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 16, n. 3, p. 435-457, 2017.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências. **Revista Exitus**, Pará, v. 7, n. 2, p. 262-282, 2017.

NEVES, A.; BÜNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da educação?. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 745-762, set. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190030009>.

KENRICK, P.; CRANE, P.R. 1997. The Origin and Early Diversification of Land Plants: A Cladistic Study. **Smithsonian Institution Press**, Washington. ISBN 1-56098-730-8 and ISBN 1-56098-729-4, \$27.50, 441 pp.

PESSOA, C. S. et al. O ensino da botânica na educação de jovens e adultos (EJA) por meio de paródias musicais. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**. 2013. p. 1.

PRESTES, M. E. B.; OLIVEIRA, P.; JENSEN, G. M. As origens da classificação de plantas de Carl von Linné no ensino de biologia. **Filosofia e história da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 101-137, 2009.

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 856.

RENSING, S.A. How Plants Conquered Land. **Cell**, [S.L.], v. 181, n. 5, p. 964-966, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2020.05.011>.

RIBEIRO, A. E.; COSCARELLI, C. V. **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. São Paulo: Autêntica, 2017. 248 p. (Coleção Linguagem e Educação).

ROCHA, D. F.; RODRIGUES, M. S. Jogo didático como facilitador para o ensino de biologia no ensino médio. **Cippus**, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, nov. 2018. Aceso em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/4742>. Data de acesso: 04/04/2022.

RODRIGUES, L. O. **O jardim didático como recurso pedagógico no ensino médio**. 2019. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso. – Universidade Federal de Pernambuco (CAV), Vitória de Santo Antão, 2019.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos avançados**, v. 30, p. 177-196, 2016.

SANCHES, J. M. J. Desenvolvimento de um recurso pedagógico interativo [Em linha]: integração do livro eletrônico (eBook) e da Realidade Aumentada (RA) no ensino da matemática. [S.l.]: s.n., 2017. 129 p.

SANTOS, M. L. et al. O ensino de botânica na formação inicial de professores em instituições de ensino superior públicas no estado de Goiás. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS–X ENPEC, São Paulo: ABRAPEC, 2015. 8. p.

SANTOS, F. S. A Botânica no Ensino Médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p.223-243.

SEIXAS, D. P. et al. Chave de identificação: jogo didático para o ensino em botânica–sistemática. **Holos Environment**, São Paulo, 17(1), 2017. Acesso em <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12234>. Data de acesso: 29/03/2022.

SILVA, L.M.; CAVALLET, V.J.; ALQUINI, Y. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Educação (UFSM)**, 2006.

SILVA, M. E. M.; SANTOS M. J. M.; FARIAS, S. A. Indicativos de situações didáticas na Base Nacional Comum Curricular: fomentando o protagonismo do aluno. **Research, Society and Development**, São Paulo, 07 dez. 2021.

SILVA, M. F. M. **Aplicativo para o ensino de Botânica: instrumento de apoio didático para a abordagem sobre Briófitas**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

SIMPSON, M. G. **Plant systematics**. Academic press, 2019.

SOUZA, C. L. P.; GARCIA, R. N. Uma análise do conteúdo de Botânica sob o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, São Paulo v. 25, p. 111-130, 2019.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de informática na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 02, p. 04, 2010.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciandos sobre o “Ensino de Botânica na Educação Básica”. **Revista da SBenBio**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.

TRINDADE, C. H. **Sistemática filogenética como ferramenta didática para o ensino de botânica**. 2016. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Roque, 2016.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 7-24, dez. 2018.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, [S.L.], v.61, n. 2, p. 82-86, 1999.

APÊNDICE A – VERSÃO SIMPLIFICADA DO *E-BOOK*

DAYANNE SILVA, AUGUSTO SANTIAGO,
EMANUEL SOUTO, TARCILA NADIA

CLASSIFICAÇÃO VEGETAL

DAS BASES TEÓRICAS AO ENSINO



DAYANNE SILVA, AUGUSTO SANTIAGO,
EMANUEL SOUTO, TARCILA NADIA

CLASSIFICAÇÃO VEGETAL

DAS BASES TEÓRICAS AO ENSINO

APRESENTAÇÃO

Prezado professor

Embora os conteúdos da botânica e especialmente da classificação vegetal se encontrem de maneira pouco aprofundada e muitas vezes desatualizadas no livro didático, é essencial que seus alunos tenham uma aprendizagem proveitosa quanto a esses conteúdos. Através deste material, busque destacar a importância dos conhecimentos aqui abordados demonstrando para seus alunos a complexidade e o impressionante conhecimento acerca da botânica, promovendo um ensino que leve a contextualização da ciência e do cotidiano do aluno.

Este ebook tem como finalidade promover um subsídio com conteúdos atualizados para que você, professor, possa abordar os conteúdos de maneira mais direcionada e alternativa. Ao longo dos tópicos, você encontrará dicas de materiais de apoio e esquemas que podem ser utilizados em suas aulas, além de sugestões de atividades a serem desenvolvidas em ambientes formais e informais de ensino.

Os autores

Sumário

SEÇÃO 1 - CONCEITOS FUNDAMENTAIS

CAPÍTULO 1 - SISTEMÁTICA

O QUE É A SISTEMÁTICA?

HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

SISTEMAS ARTIFICIAIS

SISTEMAS NATURAIS

SISTEMAS FILOGENÉTICOS

ATUALIDADE

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (GRUPO DE FILOGENIA DAS ANGIOSPERMAS) - APG IV (2016) (SISTEMA CLADÍSTICO)

FILOGENIA - CLADÍSTICA

RELAÇÕES ENTRE AS DIFERENTES LINHAGENS

CAPÍTULO 2 - TAXONOMIA

DESCRIÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

NOMENCLATURA

CLASSIFICAÇÃO

SEÇÃO 2 - PLANTAS

CAPÍTULO 3 - O QUE SÃO PLANTAS

DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO GERAL

CAPÍTULO 4 - EMBRIÓFITAS

PLANTAS AVASCULARES: BRIÓFITAS

CARACTERIZAÇÃO GERAL

CICLO DE VIDA:

ANTHOCEROPHYTA (ANTÓCEROS)

HEPATOPHYTA

BRYOPHYTA

TRAQUEÓFITAS

LICÓFITAS E SAMAMBAIAS

CICLO DE VIDA

LICÓFITAS (LYCOPHYTA)

LYCOPODIACEAE (LYCOPHYTA)

SELAGINELLACEAE (LYCOPHYTA)

ISOETACEAE (LYCOPHYTA)

SAMAMBAIAS
EQUISETALES
MARATTIALES
OPHIOGLOSSALES
PSILOTALES
POLYPODIALES
ESPERMATÓFITAS: AS PLANTAS COM SEMENTE
GIMNOSPERMAS
CICLO DE VIDA
CYCADOPHYTA
GINKGOPHYTA
CONIFEROPHYTA (ARAUCÁRIA, PINHEIROS, CIPRESTES, SEQUÓIAS)
GNETOPHYTA
ANGIOSPERMAS
A FLOR
CICLO DE VIDA
CLASSIFICAÇÃO DAS ANGIOSPERMAS
MONOCOTILEDÔNEAS
EUDICOTILEDÔNEAS
ANGIOSPERMAS BASAIS
MAGNOLÍDEAS

SEÇÃO 3 - ENSINO EM AÇÃO

SEÇÃO DE ATIVIDADES
ATIVIDADE 1 - CANTE COM SEUS ALUNOS
ATIVIDADE 2 - CONHECENDO A DIVERSIDADE VEGETAL
ATIVIDADE 3 - MURAL DA DIVERSIDADE FLORAL
ATIVIDADE 4 - COLEÇÃO VEGETAL

GLOSSÁRIO

REFERÊNCIAS



SEÇÃO 1

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

CAPÍTULO 1 - SISTEMÁTICA

O que é a sistemática?

A Sistemática é a ciência que estuda a biodiversidade, com finalidades que estão voltadas para a descoberta, descrição e a compreensão dos mais variados organismos e suas relações evolutivas, promovendo uma síntese das informações que nos mostram a diversidade biológica através de sistemas de classificação.

Esta ciência promove, assim, a reconstrução filogenética para a compreensão de uma grande variedade de acontecimentos biológicos como a diversificação ecológica e processos de especialização através do estabelecimento de um contexto histórico desde a origem do universo. Sendo assim importante para que nós possamos compreender melhor a diversidade de espécies bem como suas possíveis origens.

Histórico dos sistemas de classificação

Ao longo do tempo, muitos pesquisadores propuseram diferentes sistemas de classificação, baseados em uma variedade de critérios e características. Esses sistemas foram se modificando com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, sendo possível delimitar três períodos distintos, desde o primeiro sistema de classificação proposto até o atual: Artificiais, Naturais e Filogenéticos. Assim, é importante conhecer alguns dos principais estudiosos e suas propostas de classificação.

Sistemas artificiais

Os primeiros sistemas de classificação são considerados artificiais, uma vez que a organização das espécies levava essencialmente em consideração aspectos da morfologia, que eram facilmente distinguidos nos vegetais, sendo utilizada apenas uma ou poucas características para classificar as plantas.

Teofrasto - Filósofo grego (370-285 a.C.)

Foi considerado o pai da Botânica. Baseava-se principalmente no hábito das plantas como uma forma de classificação, ou seja, se eram árvores, arbustos, subarbustos ou ervas.

Carl Linnaeus - Botânico, zoólogo e médico (1707-1778)

Propôs um sistema de classificação que se baseava no sistema sexual, levando em consideração número e disposição dos estames em cada flor. Contudo tornou-se perceptível que apenas esses aspectos não seriam suficientes. Ainda assim, Linnaeus estabeleceu grande parte da classificação dos grupos de animais e plantas aceitos até hoje. Adotou o sistema binomial de nomenclatura, criado inicialmente por Jean Bauhin a mais de cem anos antes da publicação de Linnaeus. A partir da sua obra *Species Plantarum*, os nomes científicos passaram a ser constituídos por um binômio, o nome genérico mais o epíteto específico.

Sistemas naturais

Os sistemas naturais foram fundamentados em um maior número de características, baseadas nas afinidades das plantas, tenta agrupar as plantas com o máximo de semelhança possível, acreditando que dessa forma a classificação se aproximaria do natural.

Antonie Jussieu - Botânico e naturalista (1748-1836)

Propôs que as plantas poderiam ser classificadas como Acotiledôneas, Monocotiledôneas e Dicotiledôneas, pois ele usou como base conhecimentos prévios sobre os cotilédones, que foram reconhecidos inicialmente por John Ray. Jussieu adotou ainda uma classificação em Algas, Briófitas e Pteridófitas como subdivisão de Acotiledôneas.

Augustin de Candolle - Botânico (1778-1841)

Propôs a anatomia como base para a classificação, pois anteriormente a morfologia era a principal base de informação. Com isso estabeleceu uma separação entre plantas vasculares e avasculares, contudo,

acabou unindo erroneamente “pteridófitas” e monocotiledôneas.

- **Charles Darwin - Naturalista, geólogo e biólogo (1809-1882)**

Darwin foi um pesquisador muito importante na história da ciência, pois fez grandes contribuições acerca do conhecimento sobre a evolução. Ele mostrou que as espécies possuíam ancestrais, as características dos organismos passaram a serem vistas como produtos de histórias de coevolução ou filogenia, e não apenas organismos imutáveis.

DICA

A dica de leitura, é a obra *A origem as espécies*, de Charles Darwin, lançada em 1859. Neste livro, Darwin, introduziu a teoria de que os organismos evoluem ao longo das gerações através de um processo denominado de seleção natural.



Capa da obra *A origem das espécies*, Charles Darwin. Fotografia: Autores

Sistemas filogenéticos

Os sistemas filogenéticos levaram em consideração as mais variadas informações disponíveis para que os táxons pudessem ser caracterizados, e para que assim fossem estabelecidas as relações genéticas evolutivas baseadas na ancestralidade e descendência dos organismos, contando essencialmente com os conhecimentos levantados por Darwin.

Arthur Cronquist - Botânico (1919-1992) (Exemplo de sistema clássico)

Foi um grande responsável pela nova classificação das

Angiospermas. A partir de seus estudos, dividiu o filo Magnoliophyta (Angiospermas) em duas classes: Magnoliopsida (dicotiledôneas) e Liliopsida (monocotiledôneas) (MENDES & CHAVES, 2015). (BASEADO EM)

Atualidade

Diante do histórico dos sistemas de classificação, vemos que atualmente, eles não podem funcionar sem que haja o conhecimento sobre os processos evolutivos e sem a consideração das relações genéticas entre os diversos grupos. As características morfológicas e a constituição molecular demonstram conclusões mais precisas e podem mostrar a história evolutiva através de árvores genealógicas.

Mais recentemente, para as angiospermas, espécies que possuem flores, frutos e sementes, temos a classificação do *Angiosperm Phylogeny Group* - APG IV (Grupo de Filogenia das Angiospérmicas)

Angiosperm Phylogeny Group (Grupo de Filogenia das Angiospermas) - APG IV (2016) (sistema cladístico)

Este sistema é baseado em estudos de filogenia molecular. A partir dos estudos do APG, o grupo que antes era denominado de “dicotiledôneas” hoje é dividido no clado das Eudicotiledôneas, clado das Magnoliídeas e o grado das Angiospermas Basais. Além destes, temos ainda o clado das Monocotiledôneas.

Acesse o APG através do link abaixo:

(<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>)

Sistemas artificiais

Poucas características para classificar as plantas.

- **Teofrasto - filósofo grego (370-285 a.C.)**

Pai da Botânica - Hábito das plantas.

- **Carl Linnaeus - Botânico, zoólogo e médico (1707-1778)**

Baseava-se no sistema sexual das plantas.

Sistemas naturais

Fundamentados em um maior número de características.

- **Antonie Jussieu - Botânico e naturalista (1748-1836)**

Usou como base conhecimentos prévios sobre os cotilédones.

- **Augustin de Candolle - Botânico (1778-1841)**

Anatomia como base para a classificação.



Charles Darwin - Naturalista, geólogo e biólogo (1809-1882)

Conhecimentos sobre a evolução.

Sistemas filogenéticos

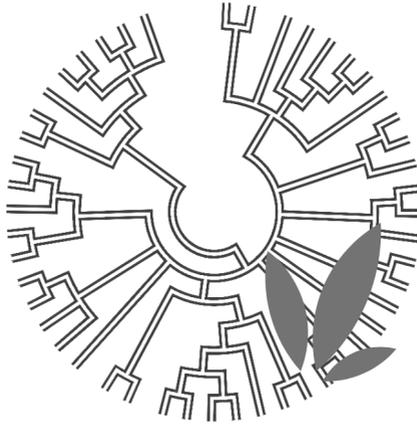
Relações genéticas evolutivas baseadas na ancestralidade e descendência dos organismos.

- **Arthur Cronquist - Botânico (1919-1992)**
(Exemplo de sistema clássico)

Dividiu o filo Magnoliophyta (Angiospermas) em duas classes: Magnoliopsida (dicotiledôneas) e Liliopsida (monocotiledôneas).

- **Angiosperm Phylogeny Group - APG IV (2016)**
(Sistema cladístico - angiospermas)

Baseado em estudos de filogenia molecular.



Fonte desconhecida. Adaptada.

Filogenia - Cladística

A filogenia se refere à área da sistemática que revela a história evolutiva dos organismos. Esta representação é comumente ilustrada através de cladogramas (conhecido também como árvore filogenética), que são diagramas com ramos organizados que mostram a sequência de surgimento e evolução dos grupos de organismos ao longo do tempo.

Nos cladogramas, os ancestrais são representados pelos nós e são considerados sempre como hipotéticos, assim, os nós demonstram a cladogênese, ou seja, o surgimento de novos táxons compondo uma nova linhagem. As linhas que partem de cada nó, representam as linhagens que são formadas e assim, os descendentes daquele determinado ancestral. Dessa maneira, as relações de parentesco são estabelecidas entre os grupos taxonômicos.

Através das ramificações podemos ver diversificações dos organismos e a divergência de linhagens evolutivas partindo de um ancestral comum. Assim, as linhas do cladograma refletem como os táxons se relacionam ao longo da história evolutiva. Tais evoluções, como já citado anteriormente, ocorrem devido a mudanças na informação genética das espécies, essas mudanças no entanto não ocorrem de modo instantâneo, mas sim ao longo do tempo, de modo progressivo, caracterizando a anagênese.

Podemos definir a evolução como modificações de condições ancestrais para um novo estado dos caracteres, ou seja, uma novidade derivada de características preexistentes. As quais ajudam a inferir o padrão da história evolutiva.

Levando em consideração que através dos cladogramas podemos ver os estados de caracteres que eram presentes nos ancestrais e como eles ocorrem nos descendentes, tais ganhos ou perdas evolutivas recebem diferentes classificações (fig 1.1). Essas definições ocorrem a partir de estudos de anatomia comparada.

Na filogenia, as características primitivas que existem desde o ancestral e passaram para seus descendentes e que podem ter sido alteradas ao longo do tempo são denominadas de **plesiomorfias**.

Por outro lado, uma novidade evolutiva, ou seja, condição que derivou a partir de modificações de uma condição anterior, são classificadas como **apomorfias**, assim, essas diferem do estado ancestral.

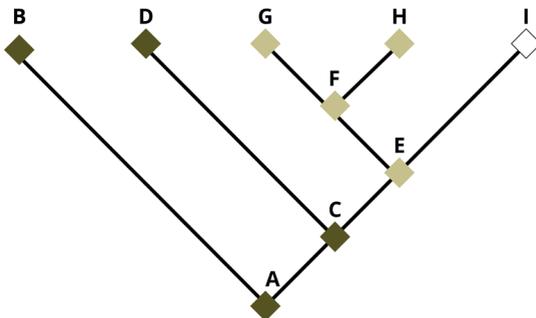


Figura 1.1: Cladograma didático interativo das classificações evolutivas dos caracteres.

Temos ainda as **autapomorfias**, que se referem a um caractere que é uma novidade, mas que está presente em apenas um táxon de um grande grupo, como por exemplo, podemos citar os leptóides e hidróides, células especializadas encontradas apenas nos musgos, que estão incluídos no grupo das briófitas.

As **sinapomorfias** referem-se às características que representam apomorfias ocorrendo em grupos de táxons a partir de uma característica plesiomórfica ancestral. Ou seja, é um estado derivado de um caractere a partir de um ancestral, compartilhado por organismos taxonômicos



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

CAPÍTULO 2 - TAXONOMIA

Enquanto a sistemática está voltada para o estudo da relação entre os organismos, suas formas e diversidades, a taxonomia destina-se a descrever, identificar, nomear e classificar esses organismos possibilitando a ordenação da diversidade dos táxons que são seus objetos principais de estudo.

Ao nos determos às plantas, a taxonomia se encarrega de organizar a diversidade vegetal, levando em consideração informações advindas de outras ciências como morfologia vegetal, anatomia vegetal, genética, paleobotânica, biologia molecular e outras, para que através dessas informações, seja possível reconstruir o histórico evolutivo dos vegetais.

Descrição

A descrição trata-se nada mais do que atribuir descritivamente os caracteres encontrados em cada organismo, de modo que estes caracteres podem se apresentar em mais de um estado. Como por exemplo, nas diferentes plantas, podemos encontrar folhas de formatos variados, como por exemplo os formatos lanceolado ou arredondado.

Identificação

A taxonomia permite também a identificação das espécies, e para isso podemos contar com algumas ferramentas que fazem parte desta ciência: Chaves de identificação e herbários. Através delas, não apenas os cientistas, mas também outras pessoas podem ter acesso a busca para se chegar a determinada espécie, ou até conhecer uma grande “biblioteca” botânica através das exsicatas das plantas depositadas nos herbários.

A chave de identificação trata-se de um conjunto de proposições de caráter analítico, através das quais é possível identificar em algum nível de classificação biológica o espécime que se está examinando. Suas proposições trazem em seus textos, descrições dos estados de caracteres de modo que em cada sentença teremos estados opostos de um mesmo caractere, até que se chegue a uma espécie, gênero, família ou nível taxonômico ao qual a chave se refira. Em grande parte encontramos chaves dicotômicas que trazem sentenças em pares, além disso, as chaves podem ser relacionadas a diferentes amplitudes de distribuição espacial, como países, regiões específicas de uma cidade ou até mesmo mundiais.

Já os herbários são locais onde são depositadas amostras vegetais desidratadas. Essas amostras são chamadas de exsicatas e, são montadas em um processo que utiliza técnicas específicas que possam garantir a utilidade do material. Os herbários funcionam assim como enormes bancos de dados, visto que pesquisadores contribuem com centenas de espécies advindas de diferentes regiões, possibilitando o uso dessas exsicatas para a realização de diversas pesquisas, bem como podem mostrar quais espécies ocorrem ou já ocorreram em determinada região em determinado período.

DICA

Professor, em uma atividade prática você pode montar com seus alunos, uma coleção simplificada de espécies vegetais. Veja os detalhes na seção de atividades desse e-book.

Nomenclatura

A nomenclatura foi primeiramente formalizada por Linneu em meados do século 18. A nomenclatura destina-se a nomear cientificamente cada táxon seguindo regras e regulamentos que são padronizados, e em se tratando de plantas, as regras são descritas pelo Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas. Vamos entender melhor sobre as regras!

O nome científico classifica-se como binominal, pois consiste comumente em duas partes: o nome do gênero ao qual a espécie pertence, chamado de epíteto genérico, sendo este escrito sempre com a inicial maiúscula e, um segundo nome, denominado de epíteto específico, que especifica a espécie determinada, o qual por sua vez é escrito com todas as letras minúsculas. Vale salientar ainda, que o nome científico precisa ser escrito em itálico ou sublinhado, quando escrito manualmente.

Além disso, é comum encontrarmos subespécies, e neste caso elas possuem um nome trinomial, onde além do epíteto genérico e do epíteto específico, teremos um terceiro nome, que também inicia-se com a letra minúscula.

Por fim, mas não menos importante, como princípios de nomenclatura, temos ainda que cada táxon deve ter apenas um nome válido, aceitando-se aquele com data de publicação mais antiga, e devem ser escritos em latim, para que assim possam ser universais.

Classificação

A classificação tem por finalidade expressar as relações dos organismos a partir do agrupamento dos táxons baseado nas descrições e informações de suas semelhanças, e assim promover a formação de um sistema de classificação, como vimos anteriormente.

Com isso, é possível facilitar a organização da grande diversidade dos organismos vivos ou fósseis, pois a partir dos agrupamentos, é possível que haja uma estruturação hierárquica dos agrupamentos, indo de um nível mais abrangente de proximidade, até um mais limitado. Os níveis mais comuns são: reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie.

SEÇÃO 2

AS PLANTAS





Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

CAPÍTULO 3 - O QUE SÃO PLANTAS

Definição e classificação geral

De modo geral, as plantas são classificadas como organismos fotossintetizantes, com clorofila, e autótrofos. Contudo existem alguns conceitos e critérios que podem definir de modo mais atencioso a delimitação do que é uma planta.

Podemos definir as plantas de três maneiras. A princípio podemos abordar as plantas como os organismos integrantes do grupo monofilético Archaeplastida. Nesta abordagem estão incluídas as plantas terrestres, as algas verdes, as algas vermelhas e um pequeno grupo de algas chamado de glaucófitas. Tal classificação ocorre devido ao fato de que os Archaeplastida tiveram origem a partir de uma endosimbiose primária.

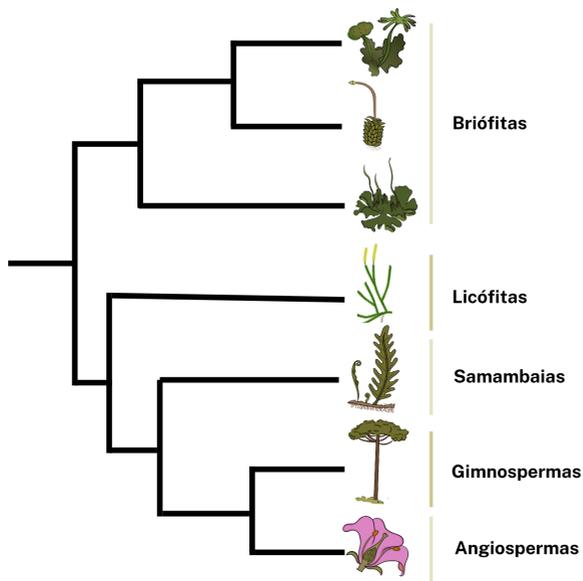
Assim, a partir de análises filogenéticas, a presença de uma dupla membrana nos cloroplastos e a composição genômica dos plastídeos, evidenciam que houve um evento de endossimbiose primária (animação 1) no ancestral comum do clado Archaeplastida, onde uma célula eucarionte englobou para dentro do seu citoplasma uma cianobactéria, procarionto fotossintetizante, que com o passar do tempo tornou-se o cloroplasto. Nas algas glaucófitas, a parede celular das cianobactérias ainda envolvem o plastídeo, mas essa característica foi perdida na linhagem que inclui as algas vermelhas e as plantas verdes.

A partir de evidências moleculares, foram levadas em consideração que existem algumas diferenças entre esses grupos, levando a uma segunda classificação chamada de **Viridiplantae (plantas verdes)**. Este grupo é composto pelas algas verdes e pelas plantas terrestres (Briófitas; Licófitas; Samambaias; Gimnospermas e Angiospermas). Neste caso, os grupos foram divididos devido ao fato de que as algas vermelhas apresentam clorofila **a** como pigmento fotossintetizante e ficobiliproteínas, como a maioria das cianobactérias, além de armazenarem seu amido no citoplasma. Por outro lado, as algas verdes e as plantas terrestres apresentam clorofilas **a** e **b**, e carotenóides, e diferente das algas vermelhas, não possuem ficobiliproteínas, além de seu amido ser acumulado dentro dos cloroplastos na forma de “grãos”.

Por último, podemos definir plantas como Embriófitas (Embriophyta), fazendo referência apenas às plantas terrestres (fig 3.1), que incluem as **Plantas avasculares (Briófitas)**, **Licófitas**, **Samambaias**, **Gimnospermas** e **Angiospermas**. Este grupo que teve um ancestral comum mais próximo, apresenta inovações importantíssimas que surgiram ao longo da evolução e que foram essenciais para se desenvolverem no ambiente terrestre.

Desta vez, as características em comum encontradas são o desenvolvimento de um embrião multicelular matrotófico no processo reprodutivo, sendo esta característica a referência para o nome do grupo; a presença de cutícula que ajuda na proteção contra a dessecação; um esporófito multicelular; esporângios e gametângios (responsáveis pela produção de esporos e gametas, respectivamente) multicelulares; além da alternância de gerações heteromórficas entre as fases gametofítica (haploide, onde ocorre a produção dos gametas) e esporofítica (diploide,

onde ocorre a produção dos esporos haploides); e esporos com membranas espessas constituídas de esporopolenina, apresentando cicatrizes características em sua morfologia.



Fonte: Resing, S.A. 2020. How plants conquered Land. Cell Press. Adaptado pelos autores

Figura 3.1: Cladograma simplificado das plantas terrestres, representando o grau de parentesco entre os grupos vegetais.

Animação 1: Representação da endossimbiose primária.

No capítulo 4, abordaremos com mais profundidade cada grupo que compõe as Embriófitas, levando em consideração suas especificidades e as novidades no modo de classificação.



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

CAPÍTULO 4 - EMBRIÓFITAS

Ao longo da evolução, as novidades evolutivas na morfologia e fisiologia das plantas permitiram a diferenciação e a composição de novos grupos, os quais podem ser estudados a partir de características marcantes.

PLANTAS AVASCULARES: BRIÓFITAS

Caracterização geral

As briófitas são as plantas terrestres mais simples. De modo geral, são avasculares, ou seja, não apresentam tecidos especializados de condução de água e sais minerais, a seiva bruta, bem como os produtos da fotossíntese, o que chamamos de seiva elaborada. Além disso, são totalmente dependentes de água para a reprodução sexuada.

A ausência de tecidos de condução tem como consequência plantas de pequeno porte, que podem chegar a 20 cm. Uma vez que não apresentam canais específicos que levem as seivas de modo ágil, esses elementos precisam ser transportados de célula para célula. Então, caso a planta tivesse um tamanho maior, não seria possível que tais elementos



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.1: Fotografia de briófitas evidenciando os esporófitos.

chegassem a tempo suficiente para nutrir todas as partes da planta. Com a ausência de tecidos especializados para a condução, essas plantas geralmente habitam em ambientes de florestas temperadas e tropicais, já que são locais com uma boa quantidade de umidade constante.

Porém, apesar dessa limitação, é possível encontrar espécies que habitam em locais secos, como em desertos, ou rochas (fig 4.2) expostas diretamente ao sol pois possuem adaptações que garantem a sua sobrevivência.



Figura 4.2: Musgos crescendo em uma construção humana, com ampliação de imagem.

Além disso, as briófitas não possuem órgãos verdadeiros, ou seja, raízes, caule e folhas. Além disso, junto com as licófitas e samambaias não apresentam sementes. Neste grupo, encontramos estruturas mais simples que são análogas às raízes, caule e folhas, pois elas não fazem parte da mesma fase do ciclo de vida da planta. Enquanto nas plantas vasculares encontramos os órgãos verdadeiros que fazem parte da fase esporofítica, nas briófitas as partes **rizóide**, **caulóide** e **filóide** fazem parte da fase gametofítica, podendo se apresentar com aspecto folhoso ou taloso.



Foto: Augusto Santiago

Figura 4.3: Conjunto de musgos, evidenciando vários esporófitos.

Como citado, as embriófitas apresentam ciclo de vida com alternância de gerações heteromórficas as quais podem também apresentar relações de dependência uma sob a outra, além de apresentarem tempos de duração diferentes.

Nas briófitas, o **gametófito é a fase dominante**, ou seja, apresenta maior tempo de vida e pode ter mais de um evento reprodutivo para formar esporófitos. Enquanto isso, o **esporófito é efêmero** e dependente nutricional (totalmente ou parcialmente) do gametófito. Quanto ao esporófito das briófitas, é importante saber que em sua haste haverá **apenas um esporângio**, e que elas produzem apenas um tipo de esporo, sendo então classificadas como **homosporadas**.

Descrição do ciclo de vida:

Os esporos são liberados da cápsula, uma estrutura que se abre quando o opérculo, estrutura que funciona com uma tampa, é eliminado. Os esporos são então dispersos pelo vento. Caindo em um ambiente com condições favoráveis, o esporo haplóide germina, formando um protonema, uma estrutura de transição que antecede o gametófito, e que é filamentosos e ramificados, e que ocorre em algumas linhagens de briófitas. A partir de sucessivas divisões mitóticas, o gametófito é desenvolvido, e nele encontramos os gametângios. O arquegônio, onde é produzida a oosfera, e o anterídio que produz os anterozóides. Os anterozóides são liberados do anterídio através de gotas ou respingos de água, nadam até o arquegônio para fecundar a oosfera e assim promover o desenvolvimento do zigoto que é uma célula diplóide. O zigoto sofre divisões mitóticas dentro do arquegônio e desenvolve-se até a fase de esporófito. No esporófito, a cápsula está presente e no seu interior ocorrem divisões meióticas das células mãe de esporos (os esporocitos) para a produção dos esporos haploides (fig. 4.4)

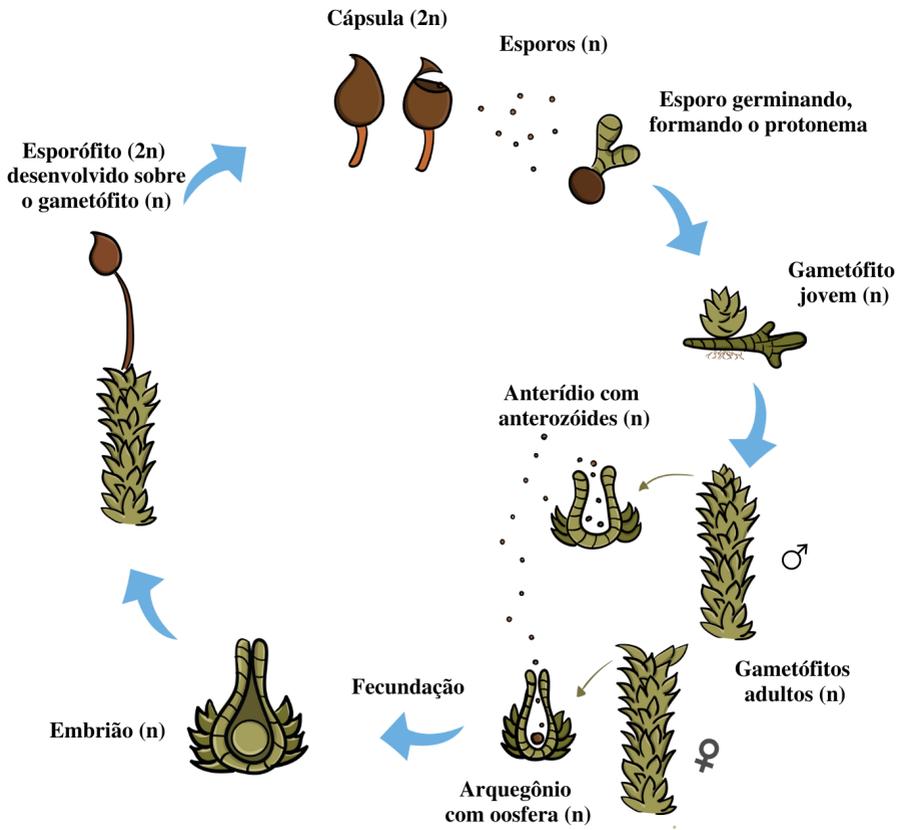


Figura 4.4: Esquema simplificado do ciclo de vida de um musgo. Elementos representados fora de proporção

EXPLORANDO

Homosporadas x heterosporadas

Esses termos referem-se a plantas que produzem um único tipo de esporo (homosporadas) e dois tipos de esporos (heterosporadas), os micrósporos e os megásporos. No último caso, ambos esporos são formados em esporângios diferentes, correspondentes ao seu tipo. Os micrósporos assim como está relacionado ao seu nome, são esporos menores e são produzidos em maior quantidade, além disso são esporos que dão origem a gametófitos masculinos. Já os megásporos são maiores, produzidos em menor quantidade e dão origem aos gametófitos femininos.

Há alguns anos, o grupo das briófitas era considerado parafilético, contudo, evidências mais atuais mostram que trata-se de um grupo monofilético (fig. 4.5), no qual estão incluídos a linhagem das Hepáticas, Musgos e Antóceros, que apresentam algumas particularidades entre suas características. Sendo os Antóceros reconhecidos como grupo irmão de Hepáticas e Musgos.

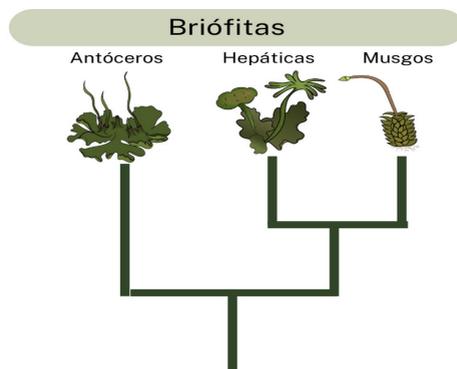


Figura 4.5: Esquema simplificado das relações evolutivas entre as briófitas. Baseado em Puttick, M. N., 2018.

Anthocerophyta (Antóceros)

Os antóceros (fig 4.6) ocorrem em um menor número de espécies quando comparados às hepáticas e aos musgos. Uma característica que deve ser lembrada é que neste grupo, encontramos plantas com gametófito de aspecto sempre taloso e seus rizóides unicelulares.

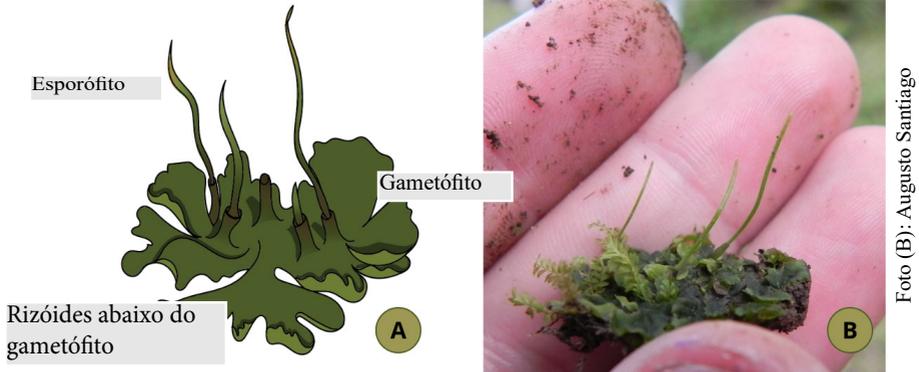


Figura 4.6: A: Rpresentação morfológica estrutural dos antóceros. B: fotografia de um anteóceros em campo.

As briófitas são plantas que seu esporófito é normalmente formado por pé, seta e cápsula (esporângio), contudo, nos antóceros, a seta é ausente, e encontramos um esporângio alongado.

Hepatophyta

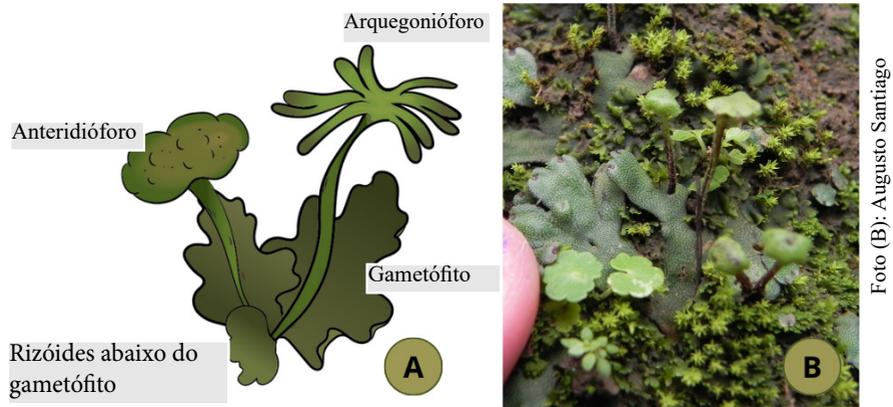


Figura 4.7: A: Representação morfológica estrutural das hepáticas. B: Fotografia de hepáticas em campo.

As hepáticas (fig 4.7), apesar de não possuírem estômatos assim como os musgos e antóceros, apresentam em sua epiderme poros, que atuam na troca gasosa. Seu gametófito pode ser taloso ou folhoso, e seus rizóides são unicelulares assim como nos antóceros e a cutícula é ausente.

Outra característica marcante no grupo é vista na fase esporofítica, na qual seu esporângio é consideravelmente reduzido, e sua cápsula abre por meio de valvas. Além disso elas possuem elatérios que ajudam na dispersão. Esses elatérios, são estruturas sensíveis a mudança de umidade, então, quando a cápsula rompe, eles se contorcem, provando a liberação e dispersão dos esporos.

Os gametófitos das hepáticas do gênero *Marchantia* possuem estruturas que elevam os esporófitos. Essas estruturas são chamadas anteridióforo (onde ficará o gametângio masculino) e arquegonióforo (onde ficará o gametângio feminino).

Bryophyta

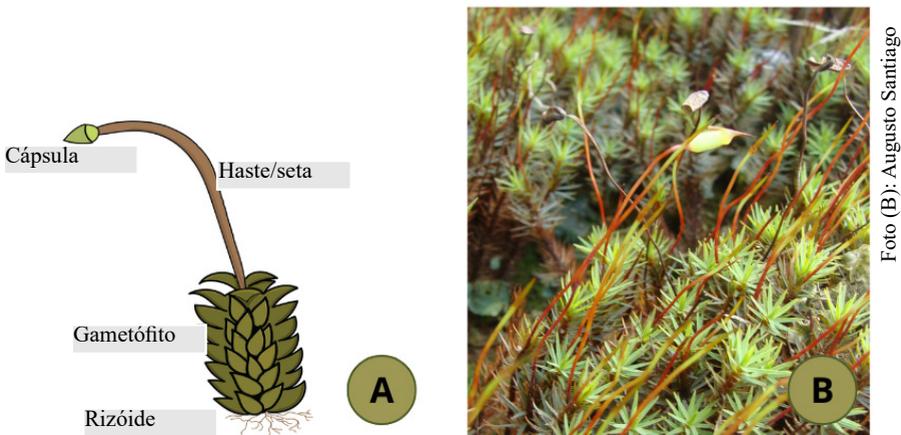


Figura 4.8: A: Representação morfológica estrutural de um musgo. B: Fotografia de musgos em campo.

O filo Bryophyta é composto pelos musgos (fig 4.8) que mais comumente representam o grupo, e que são mais facilmente vistos em nosso cotidiano. Vale salientar que este é o filo mais diversificado.

Os musgos possuem seu gametófito folhoso (composto pelos filídios) e seus rizóides multicelulares. Possuem cutícula, e encontramos

também uma fase intermediária bem desenvolvida que precede a formação do gametófito, denominada de protonema. Outra característica muito importante neste filo é a presença de hidróides e leptóides, que são células especializadas no transporte de água e sais minerais e de produtos fotossintéticos, respectivamente. Estas células se agrupam em forma cordões de células, hidromas e leptomas, que permitem um transporte mais eficiente dos elementos.

EXPLORANDO

Briófitas, plantas importantes...

Apesar de serem as primeiras plantas terrestres e possuírem certas limitações, as briófitas possuem diversas importâncias para o homem e para os ecossistemas. Dentre elas, está seu papel no ciclo de renovação das espécies vegetais nos ambientes que sofreram alguma perturbação, por exemplo, visto que as briófitas são as primeiras a colonizarem preparando o solo para o desenvolvimento de plantas pertencentes aos outros grupos. Como no caso dos musgos que conseguem reter uma grande quantidade de água, e quando estabelecidos em um ambiente podem formar uma forragem possibilitando um ambiente mais favorável para a germinação de muitas sementes.



TRAQUEÓFITAS



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne

Agora que já vimos sobre as plantas que não apresentam tecidos de condução, veremos as traqueófitas. Esse termo faz referência aos elementos traqueais, células especializadas que formam o xilema, o tecido de condução responsável por transportar água e sais minerais pela planta. Além do xilema, temos o floema, tecido de que realiza o transporte dos produtos da fotossíntese, esse por sua vez é formado pelos elementos crivados. O surgimento desses tecidos possibilitaram uma maior eficiência na captação de água e assim que a planta atingisse maiores alturas.

Além dessa característica, as licófitas e samambaias, as gimnospermas e as angiospermas formam um subgrupo monofilético das plantas terrestres, que são caracterizadas ainda pela presença de uma série de outros aspectos, como células com paredes secundárias lignificadas; células especializadas que compõem o esclerênquima, um tecido que atua na sustentação; endoderme, camada celular primária que separa o córtex do cilindro central nas raízes das plantas vasculares; um esporófito independente, ramificado e de vida longa, e nas plantas que hoje existem, também temos a presença de folhas esporofíticas e raízes.

De olho na evolução...



Clique para ouvir!

Autor: Sergey Krasovskiy

Ilustração representando a composição da vegetação de uma floresta no período Carbonífero.

A composição da vegetação terrestre nem sempre foi tão complexa, uma vez que as plantas passaram por diversas mudanças, resultando em fases distintas da evolução.

No final do período Siluriano e início do período Devoniano, com o intenso processo de diversificação das plantas terrestres, ocorreu também o progressivo aperfeiçoamento de sistemas encarregados de realizar o transporte de nutrientes, ou seja, os caules com tecidos de condução, levando ao aparecimento e estabelecimento de plantas vasculares, as traqueófitas.

Durante esse período, espécies da classe Rhyniopsida, que é considerada grupo irmão das Eutraqueófitas, faziam parte da composição da flora terrestre. As Riniófitas possuíam esporófitos compostos de eixos ramificados dicotomicamente, com esporângios terminais, e que não apresentavam raízes e folhas, pois foram recursos que surgiram mais tarde.

Ainda no período devoniano, com o surgimento de algumas Eutraqueófitas, táxon que compreende todas as plantas vasculares existentes

e grande parte dos fósseis, houve uma grande diversificação de espécies e maior colonização do ambiente terrestre. Nas Eutraqueophytes estão incluídas duas subdivisões principais, o Lycophytina e o Euphylllophytina.

A subdivisão Lycophytina contém duas classes fundamentais que são denominadas de Lycopsida e Zosterophylipsida, já a Euphylllophytina, subdivisão que apareceu no devoniano inferior foi representada inicialmente pelos Psilophyton, que são consideradas eufilófitas basais e são atribuídos aos trimerófitos, e pelas Filicopsida (samambaias), além das progimnospermas . Além disso, é na subdivisão Euphylllophytina que também estão incluídos de modo geral, 99% das espécies de plantas vasculares existentes, de modo que além dos grupos já citados, somam-se as classes Sphenopsida (equisetum) e, Spermatopsida que são as plantas com sementes.

Com esta diversificação das espécies e suas dispersões, essas plantas dominaram a paisagem das florestas primitivas no período carbonífero, incluindo samambaias que atingiam até 20 m e licófitas que chegavam a 40 metros de altura.

Com as mudanças climáticas ocorrendo no nosso planeta, o clima se tornou mais frio e seco, provocando a fragmentação das florestas tropicais, e passaram a ficar em apenas algumas regiões. Devido a fragmentação e a limitação, a diversidade de espécies e formas também diminuiu, resultando em paisagens compostas predominantemente por plantas mais baixas. A grande quantidade de matéria vegetal das plantas que acabaram morrendo acabou passando pelo processo de decomposição que geraram os depósitos de carvão mineral conforme o passar do tempo, e que hoje são utilizados pela indústria, assim temos como referência o nome que retrata este período, carbonífero.

LICÓFITAS E SAMAMBAIAS



Fotos: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.9: A-B, fotografias de *Microgramma* spp. B: Destaque para a folha reprodutiva, o esporófilo.

Estes grupos eram anteriormente classificados como um único grupo chamado de “Pteridófitas” e, era tratado como um grupo monofilético, contudo, estudos mais recentes demonstraram que as plantas que compõem esse grupo não possuem uma relação de monofiletismo. Assim, atualmente as “pteridófitas” são mais corretamente denominadas de Licófitas e Monilófitas, grupos onde encontramos linhagens evolutivas que apresentam semelhanças em suas características morfológicas bem como nos seus ciclos de vida.

Atualmente, espécies inseridas nesse grupo podem alcançar até 25 metros de altura, e possuem órgãos verdadeiros: Raízes, Caules e folhas. Além disso, podem produzir esporos iguais (homosporadas) assim como nas briófitas, ou esporos diferentes (heterosporadas), que são denominados micrósporos e megásporos.

Assim como as briófitas, estas plantas habitam mais comumente em locais úmidos e sombreados, porém, é possível encontrar espécies habitando em locais áridos ou ambientes frios pois possuem estratégias que as ajudam a superar tais fatores.

Ciclo de vida

Nos esporângios ocorre a produção de esporos através da divisão meiótica dos esporócitos. Estes esporos (n) após serem dispersos e caírem em ambientes favoráveis sofrem divisões mitóticas e desenvolvem o gametófito, estruturas verdes e independentes. Nos gametângios

(arquegônio e anterídio) são produzidos os gametas. Quando maduros, os anterozóides multiflagelados e espiralados nadam até um arquegônio para fecundar a oosfera e formar o zigoto. O zigoto passa por mitoses, gerando o embrião que cresce e diferencia-se em um esporófito. Após o esporófito enraizar-se no solo, o gametófito desintegra-se. No esporófito adulto, os esporângios passam a formar novos esporos dando continuidade ao ciclo (fig. 4.10).

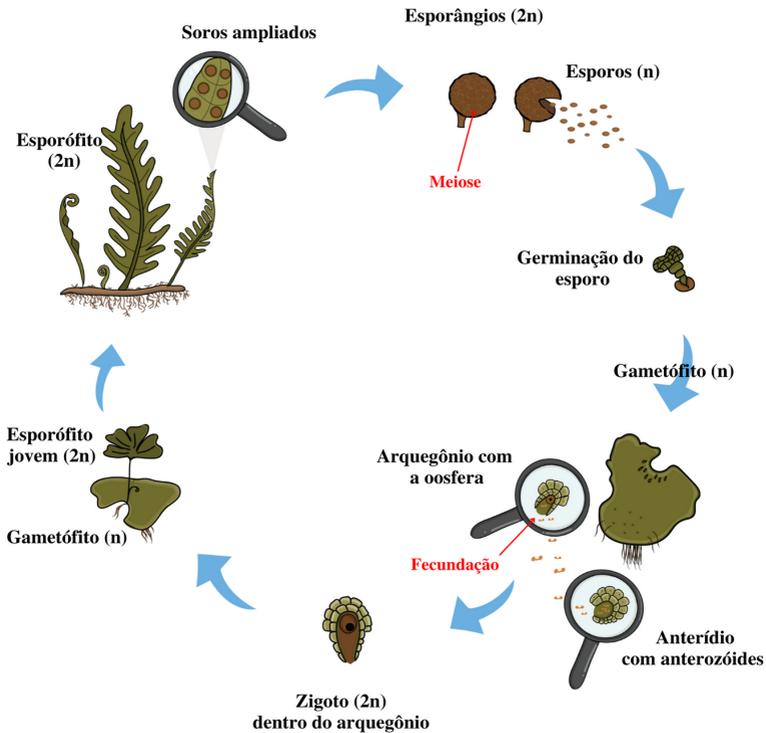


Figura 4.10: Esquema simplificado do ciclo de vida de uma samambaia. Elementos representados fora de proporção.

Licófitas (Lycophyta)

As licófitas constituem o grupo mais antigo das traqueófitas atuais, possuem uma diversidade de cerca de 1.340 espécies, sendo elas

herbáceas que habitam desde regiões temperadas a tropicais. As licófitas apresentam esporófitos eretos com folhas tipo microfila, que são folhas reduzidas com apenas uma nervura, além disso, seu caule é do tipo protostelo.

As famílias que representam esse clado são as Lycopodiaceae, Selaginellaceae e Isoetacea.

Lycopodiaceae (Lycophyta)

Nesta família são encontradas cerca de 400 espécies. Podem ser caracterizadas pela presença de estróbilos que ocorrem na face adaxial das micrófilas de algumas espécies, ou ainda com esporângios na base das micrófilas sem a formação dos estróbilos. São plantas homosporadas, e assim, após a dispersão, seus esporos germinarão e darão origem a gametófitos bissexuados.



Foto: Augusto Santiago

Figura 4.11: *Huperzia* sp. Fotografia de em campo.

Selaginellaceae (Lycophyta)

Existem cerca de 700 espécies de selaginelas, que ocorrem principalmente nos trópicos. Estas espécies são heterosporadas, e seus esporângios estão reunidos em estróbilos.



Foto: Augusto Santiago

Figura 4.12: *Sellaginella* sp.

Isoetaceae (Lycophyta)

Assim como em Selaginellaceae, as Isoetaceae também são heterosporadas, e se destacam por habitarem normalmente em ambientes mais alagados. Este grupo apresenta uma diversidade de cerca de 150 espécies incluídas em um único gênero (*Isoetes* L.), e possuem suas micrófilas dispostas em rosetas, nas quais os esporângios estão inseridos na base (fig. 4.13).



Foto: Augusto Santiago

Figura 4.13: *Isoetes* sp.

SAMAMBAIAS



Foto: Augusto Santiago

Na foto: Espécie de Polipodiaceae

O termo monilófitas, ou ainda samambaia de um modo mais comum, é utilizado para representar 5 linhagens principais, as Equisetales, Marattiales, Ophioglossales, Psilotales e Polypodiales. Nelas, podemos encontrar os megáfios, que são folhas maiores e mais complexas que os micrófilos. Estas folhas possuem mais ramificações, e podem ser divididas em pinas que compõem as frondes.

Podemos encontrar cerca de 10.500 espécies de samambaias, que podem ser homosporadas (a maioria) ou heterosporadas. Seus esporângios normalmente são encontrados em conjuntos, formando os soros, que podem se apresentar de diferentes formas, cores e tamanhos e dispostos de maneira muito variada. Neste grupo, encontramos desde herbáceas até formas arborescentes, sendo terrestres, escandentes, epífitas, rupícolas ou até aquáticas. Os principais representantes das samambaias são:

Equisetales

Ordem com cerca de 15 espécies, com destaque para a presença de caule subterrâneo e aéreo, o qual tem divisões de nó e entrenó, sendo ele um caule oco. Nestas plantas, os esporângios são encontrados em estróbilos e suas folhas são reduzidas, organizadas em uma bainha.



Figura 4.14: *Equisetum* sp, destaque para o estróbilo e bainhas das micrófilas. **Figura X:** População de *Equisetum* sp.

Marattiales

Existem cerca de 110 espécies de Marattiales, que são plantas de pequeno ou grande porte, que podem ou não apresentar sinângios e que apresentam frondes geralmente grandes, com uma estrutura semelhante as samambaias mais comuns.

Ophioglossales

Existem cerca de 100 espécies para esta linhagem. Estas plantas possuem folhas que apresentam um segmento fértil, ou seja, que está relacionada com a reprodução e, um segmento estéril, apenas com funções fotossintéticas. Além disso, as raízes dessas plantas não possuem ramificações e seus gametófitos não fazem fotossíntese, realizando associações com fungos micorrízicos.

Psilotales

Existem cerca de 17 espécies de Psilotáceas, divididas em dois gêneros. Neste grupo, as raízes verdadeiras estão ausentes, se são encontrados apenas rizóides partindo dos rizomas, que são caules geralmente subterrâneos e que ficam paralelos ao solo. Seus esporângios

encontram-se fusionados formando os sinângios.

Polypodiales

Neste grupo, encontramos as samambaias mais comuns, além disso é o grupo mais diverso, com cerca de 11.000 espécies, que leva também a uma grande variedade de formas e tamanhos. Suas folhas jovens se apresentam na forma de báculo (fig. 4.15-A), uma fase onde as folhas ainda estão em desenvolvimento e encontram-se enroladas. Podem ser homosporadas ou heterosporadas.



Foto: Tarcila Nadia

Foto: Augusto Santiago

Figura 4.15: A: Báculo de uma samambaia com folhas mais desenvolvidas ao fundo. B: Exsicata de uma samambaia

EXPLORANDO

O xaxim

O xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook.) é uma planta, que apesar de possuir um crescimento lento, pode chegar até 10 metros e viver mais de 200 anos. Esta planta é encontrada na Mata Atlântica e na ornamentação de ambientes.

Por muito tempo seu tronco foi muito utilizado como matéria prima para a produção de vasos. Contudo essa grande procura pelo xaxim acabou tornando esta espécie ameaçada de extinção.





Foto: Augusto Santiago

ESPERMATÓFITAS: AS PLANTAS COM SEMENTE

Seguindo a linha evolutiva, chegamos agora às plantas que além das aquisições anteriores, como órgãos verdadeiros (raiz, caule e folhas), bem como os tecidos de condução, xilema e floema, e um esporófito ramificado poliesporangiado, novos atributos se desenvolveram tanto nas gimnospermas quanto nas angiospermas, como a presença das sementes e a produção de lenho (xilema secundário) produzido por um meristema secundário, o câmbio vascular.

Com as possibilidades de ocuparem uma maior diversidade de ambientes e por apresentarem tantas formas de tamanho diferentes, as eufilófitas compõem a linhagem mais diversificada.



Figura 4.16: Fotografias de diferentes plantas sem sementes

As gimnospermas formam um grupo monofilético e são o grupo irmão das angiospermas, plantas que abordaremos posteriormente. As gimnospermas são constituídas por 4 linhagens: Cycadophytas (cicas), Ginkgophyta (ginkgo), Coniferophyta (coníferas) e Gnetophyta (gnetos). Neste grupo, as sementes produzidas são nuas, ou seja, não apresentam um fruto como estrutura de proteção.

De modo geral, esse grupo pode ser caracterizado também pela produção de esporos diferentes, sendo então plantas heterosporadas. São endosporicas e assim seu gametófito se desenvolve dentro da parede do esporo. As gimnospermas são plantas arbóreas, arbustivas ou trepadeiras, não formam frutos, visto que não apresentam flores, mas apresentam estróbilos ou cones. Os estróbilos (fig 4.17:B-C) são estruturas formadas por um conjunto de folhas modificadas denominadas de esporofilos e neles estão contidos os esporângios.



Figura 4.17: A: Fotografia de araucária. B-C: Fotografia de estróbilos da família Cupressaceae.

Como vimos anteriormente, espécies heterosporadas produzem seus esporos em esporângios diferentes, neste caso, os esporofilos também

recebem nomes diferentes. Nos microsporófilos, encontramos os microsporângios que produzem os micrósporos. Já nos megasporófilos, temos os megasporângios que produzem os megasporos.

Ciclo de vida

Nos pinheiros, os gametófitos são muito reduzidos, e diferente do gametófito das briófitas e das samambaias e licófitas, eles possuem uma dependência nutricional do esporófito. Os grãos de pólen, que são os gametófitos (microgametófitos) masculinos imaturos, são compostos por 4 células. Eles são levados pelo vento até um gametófito (megagametófito) feminino no interior de um óvulo. Lá, o grão de pólen começa a formar o tubo polínico que levará os gametas masculinos imóveis até a oosfera para que ocorra a fecundação, não havendo a necessidade da água. Após a fecundação, o óvulo amadurece e torna-se uma semente.

O suspensor elaborado, que é uma característica de *Pinus*, desintegra-se quando o embrião está totalmente desenvolvido. A semente de *Pinus* é formada por um embrião, alimento armazenado (constituído pelo megagametófito) e envoltório seminal.

Nas gimnospermas, podemos encontrar árvores bissexuadas ou unissexuadas, ou seja, elas podem conter os estróbilos masculinos e femininos na mesma planta, ou não. Nos estróbilos masculinos, os cones, são encontrados nos microsporângios os grãos de pólen, que representam o microgametófito masculino imaturo, estes são levados pelo vento até um megagametófito feminino para encontrar com o óvulo, os quais estão encontrados nas escamas dos estróbilos femininos, também chamados de pinha. Esse processo é chamado de polinização. Além disso, vale salientar que ambos os gametófitos são dependentes nutricionalmente do esporófito, diferente do que vimos no gametófito das briófitas e das samambaias e licófitas.

Após entrar em contato com o megasporângio, o grão de pólen germina dando origem a um tubo polínico que leva os gametas masculinos até a oosfera, no interior do óvulo, onde ocorrerá a fecundação. Posteriormente, o embrião começa a se desenvolver e o tecido que ao seu entorno formará o tegumento da semente. Quando amadurecem, as sementes são liberadas dos estróbilos e são levadas pelo vento, até que

caiam em um ambiente favorável e germinem, originando um novo esporófito, ou seja, uma nova planta.

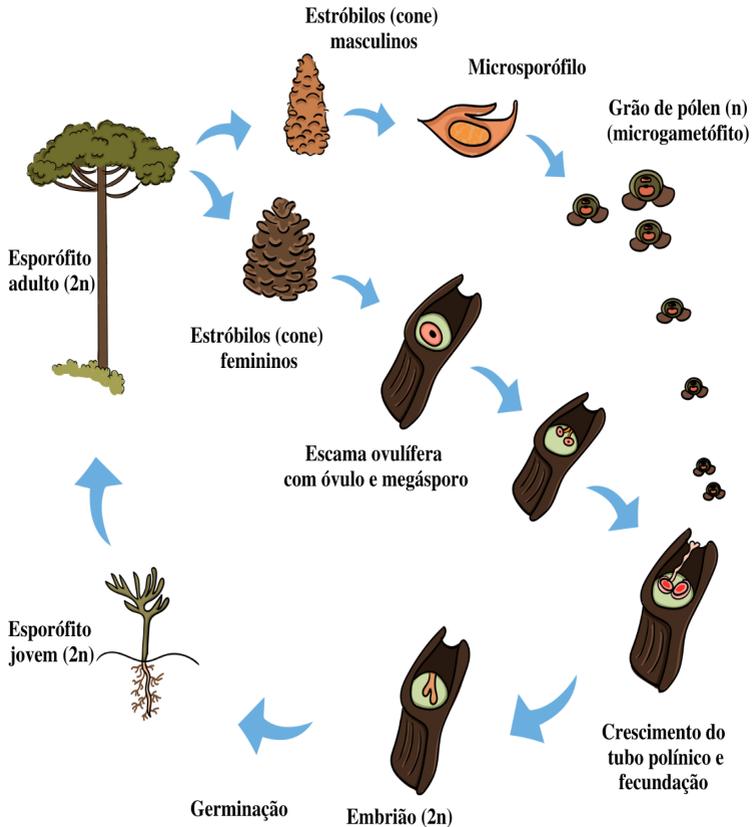


Figura 4.18: Esquema simplificado do ciclo de vida de uma auracária. Elementos representados fora de proporção.

Cycadophyta

As cicadófitas são um grupo consideravelmente antigo de plantas. Possuem troncos que são geralmente pequenos e apresentam o xilema secundário em pouca quantidade. São plantas dióicas, havendo indivíduos com estruturas produtoras de esporângios masculinos e indivíduos responsáveis pela produção de esporângios femininos. Além disso, suas folhas são compostas apresentando semelhanças com as folhas de

samambaias, e seu caule não se ramifica.

As Cicadófitas apresentam também uma grande importância econômica, pois são utilizadas como fonte de amido alimentar, sendo chamado de sagu, do qual seu produto é coletado do ápice caulinar destas plantas.



Fotos: Tarcila Nadia

Figura 4.19: Fotografias de cicadófitas. B: Estróbilo feminino. C: Estróbilo masculino. D. Detalhes dos Megasporófilo.

Ginkgophyta

Ginkgo biloba é a única espécie sobrevivente desta linhagem. Trata-se de uma árvore muito ramificada e lenhosa. Os estróbilos femininos e masculino não possuem os megasporófilos e os microsporófilos, respectivamente. Mas apresentam um eixo com dois óvulos terminais, no

caso do megatróbilo. e um eixo central com hastes laterais que possuem dois microsporângios cada, no caso do microtróbilo.

Coniferophyta (araucária, pinheiros, ciprestes, sequóias)

As coníferas são árvores consideravelmente comuns, que formam as conhecidas florestas de araucárias que ocorrem por exemplo no sul do Brasil. Tratam-se de plantas arbóreas ou arbustivas, lenhosas e muito ramificadas. Suas folhas são simples, lineares, geralmente aciculares (similares a agulhas). São plantas geralmente monóicas e raramente dioicas.

Uma característica importante para as coníferas e também para as Gnetales que trataremos no próximo tópico, é a perda da motilidade dos anterozóides, caracterizando uma apomorfia das coníferas, as distinguindo das outras gimnospermas.



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.20: Fotografia de um pinheiro.

Gnetophyta

Este grupo é representado por 75 espécies, incluídas em três

famílias: Ephedraceae, Gnetaceae e Welwitschiaceae. Estas famílias possuem espécies classificadas como arbustos, como ocorre em grande parte das Ephedraceae e trepadeiras, em Gnetaceae. Além disso, uma destaque vai para a família Welwitschiaceae que apresenta apenas uma espécie, *Welwitschia mirabilis*, no deserto na Namíbia e no sul de Angola.

Welwitschia mirabilis apresenta a maior parte de sua estrutura enterrada, ficando expostos uma parte de seu caule e duas folhas permanentes que podem atingir alguns metros ao longo de sua vida, que está estimada em cerca de 400 a 1500 anos. Estas folhas tornam-se rasgadas, dando aparência da existência de mais folhas, e além disso apresentam ainda estróbilos que ficam inseridos na margem do disco caulinar.

Angiospermas

O termo Angiosperma vem do grego angeion=urna e sperma=semente. Este grupo possui como grande diferencial, as sementes protegidas pelo fruto, bem como a presença de flores. As plantas com essas características podem ter surgido há cerca de 140 milhões de anos, durante o Jurássico, apesar de que o registro fóssil mais antigo indica ter sido do Cretáceo inferior, há 135 milhões de anos.

As angiospermas formam um grupo monofilético, considerado o grupo irmão das gimnospermas, sendo esta, a linhagem mais diversificada e bem sucedida das plantas, isso porque, o surgimento das flores possibilitou relações entre as plantas e animais, promovendo uma radiação adaptativa e a ocorrência de mais interações entre polinizadores com as plantas (fig 4.21), o que leva a maiores especializações nos sistemas reprodutivos e das respostas entre animais e as espécies florais.

A alta diversidade das angiospermas não está relativo apenas ao número de espécies, mas também aos seus formatos, tamanhos, cores e fisiologia, com isso, essas plantas são encontradas em quase todas as regiões habitáveis do nosso planeta, desde a ecossistemas aquáticos até nos ambientes terrestres onde se há a predominância. Além disso, as “plantas com flores” estão intimamente ligadas à vida humana, em nossas fontes de alimentação, economia, indústrias farmacêuticas e cosméticas, culturas e muitas outras necessidades, bem como de todo ciclo natural que envolve a fauna.



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.21: Espécie de abelha visitando uma flor. As partes reprodutivas da flor tocam o corpo do animal, deixando o pólen.

Podemos diferenciar as angiospermas dos grupos abordados anteriormente a partir de importantes características. Apesar de compartilharem inovações que já vimos nas gimnospermas, agora vemos um grupo ainda mais especializado e complexo, que apresenta algumas apomorfias: Flores que comumente possuem um perianto associado; estames com duas tecas laterais contendo dois microsporângios cada; presença de carpelos e a formação de frutos; óvulos envolvidos por dois tegumentos; gametófitos masculinos e femininos reduzidos; formação de um endosperma triplóide (tecido nutritivo) originado a partir de uma dupla fecundação e a presença de elementos do tubo crivado (células vivas, porém anucleadas que atuam no transporte de carboidratos) .

A flor

A flor (fig. 4.22) é a estrutura reprodutiva das angiospermas, trata-se de um ramo modificado com apêndices especializados, resultantes de modificações foliares. O ramo modificado trata-se de um eixo denominado de receptáculo, onde estão inseridos os verticilos florais, ou seja, as partes que compõem a flor. Estes verticilos são classificados em

vegetativos, que tratam-se dos dois mais externos, ou verticilos reprodutivos que são os dois mais internos.

As flores consideradas completas possuem quatro verticilos florais: o cálice, que é o conjunto de sépalas, folhas verdes que servem como proteção; a corola, que é o conjunto de pétalas, folhas modificadas que geralmente são coloridas, com a função principal de atrair polinizadores; o terceiro verticilo é o androceu, formado por estames, que seriam originados de microsporófilos e aqui possuem a função de produzir os grãos de pólen que carregam as informações genéticas masculinas das plantas; por fim, temos o gineceu formado por um ou mais carpelos onde são encontrados os óvulos, o caracterizando como verticilo reprodutivo feminino da flor (fig. 4.23).

As flores que não apresentam algum desses verticilos são consideradas incompletas.

Os dois verticilos vegetativos, cálice e corola, formam o perianto, e as sépalas e pétalas passam a ser chamadas de tépalas.



Fotos: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.22: A-B-C: Espécies florais com diferentes morfologias.

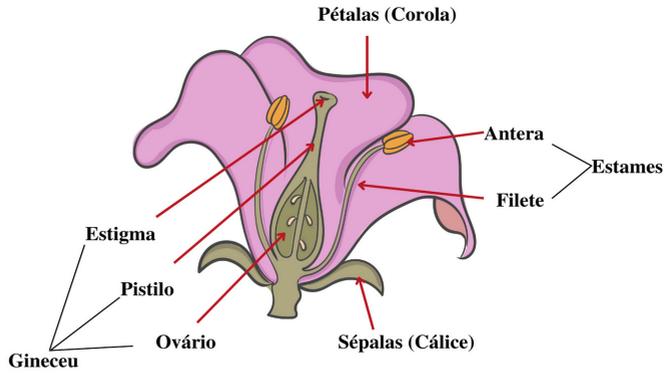


Figura 4.23: Desenho esquemático da estrutura floral.

Ciclo de vida

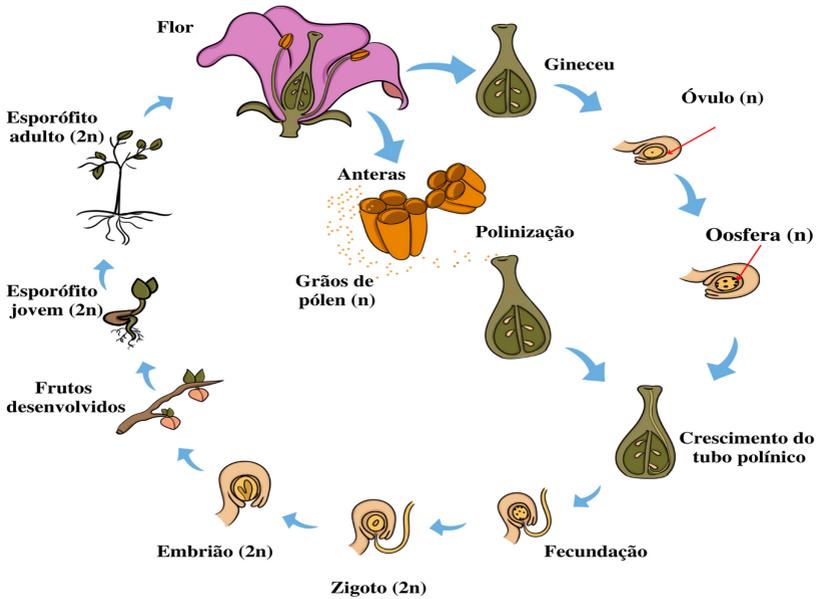


Figura 4.24: Esquema simplificado do ciclo de vida de uma angiosperma. Elementos representados fora de proporção

Nas angiospermas, as flores são as estruturas reprodutivas, e a polinização, ou seja, o transporte do grão de pólen da antera até o estigma é viabilizada em sua maioria pela ação de animais polinizadores.

Ao entrar em contato com a superfície estigmática, o grão de pólen germina e o tubo polínico é formado, cresce no interior do estilete até chegar ao ovário, penetrando o óvulo para levar dois gametas masculinos até o saco embrionário, no óvulo que está no ovário da flor. A partir disso, ocorre a primeira fecundação, entre o gameta masculino e a oosfera, formando o zigoto, que se desenvolverá no embrião; logo depois, ocorre a segunda fecundação entre o segundo gameta masculino e os núcleos polares, formando um tecido triploide, o endosperma secundário, que irá nutrir o embrião. Enquanto isso, os tegumentos do óvulo também vão se desenvolvendo para formar os tegumentos da semente, e o ovário, para formar o fruto. Através da dispersão do fruto, quando a semente for liberada e cair em um ambiente favorável, ela germina, e o embrião se desenvolverá em uma nova planta (fig. 4.24).

Classificação das angiospermas

Atualmente, a maior parte das angiospermas se enquadra em dois grandes grupos: **Monocotiledôneas e Eudicotiledôneas**. Mas além desses, ainda existem os grupos Magnoliídeas e Angiospermas Basais. Essa divisão nem sempre ocorreu dessa forma, pois as angiospermas eram divididas apenas entre dicotiledôneas, que tratava-se de um clado onde eram caracterizadas pelo crescimento secundário e formação de um anel no lenho (xilema), venação foliar reticulada, dois cotilédones, e a presença de flores pentâmeras ou tetrâmeras e monocotiledôneas que apresentavam um cotilédone, sistema vascular disperso, venação paralelinérvea e flores trímeras. Contudo, com avanços de estudos laboratoriais e tecnológicos, os estudos filogenéticos tornaram-se mais eficientes e passaram a suportar um maior número de informações para que as análises fossem feitas, assim, resultados mais recentes deixaram em evidência que as dicotiledôneas não formavam um clado monofilético, havendo uma reorganização dos grupos, resultando então em **eudicotiledôneas, angiospermas basais e magnoliídeas**, além das **monocotiledôneas**, que permanecem como um grupo monofilético.

Monocotiledôneas

As Monocotiledôneas formam um grupo monofilético e compreendem cerca de 22% das angiospermas. Para sustentar sua monofilia, existem alguns caracteres que as separam das demais linhagens e estão relacionados com a morfologia e com aspectos moleculares dessas plantas, tais como a presença de um único cotilédone no embrião, predominância de flores trímeras, hábito herbáceo e arbustivo, venação paralelinérvea com bainha, feixes vasculares atactostélicos (sem distinção de limites entre córtex, cilindro vascular e medula) e células crivadas com muitos cristais cuneados de proteínas nos plastídeos, sistema vascular adventício e o pólen monossulcado.

Eudicotiledôneas



Foto: Tarcila Nadia e Dayanne Silva

Figura 4.25: Esporófito de angiosperma em desenvolvimento, mostrando dois cotilédones ainda presentes.

As eudicotiledôneas também compõem um grupo monofilético comprovado por diversos dados moleculares, mas sua principal sinapomorfia é possuir grãos de pólen tricolpados ou condições derivadas dessa morfologia.

Além disso, as eudicotiledôneas apresentam o perianto diferenciado em cálice e corola; flores cíclicas, com verticilos mais externos e mais internos, estames com filetes comumente finos e anteras com

morfologias diversificadas, além de plastídeos dos elementos do tubo crivado com grãos de amido em grande parte das espécies.

Angiospermas basais

As angiospermas basais são mais limitadas em número de espécies, e possuem caracteres bem primitivos, como flores bissexuadas, organização espiralada das peças florais, os estames possuem anteras e filetes pouco diferenciados, grãos de pólen monossulcados e geralmente se apresentam como ervas ou arbustos lenhosos. Mas, assim como nas eudicotiledôneas, possuem dois cotilédones.

EXPLORANDO

Uma angiosperma basal muito conhecida é a vitória-régia (*Victoria amazonica*), da família Nymphaeaceae. Essa espécie ocorre em ambientes aquáticos e possui folhas que podem atingir até 2,5 m de diâmetro. Suas flores duram apenas 48 horas, sendo inicialmente brancas, mas ganham uma coloração rosa no segundo dia e ficam também aptas para serem polinizadas.

Magnoliídeas

Assim como as angiospermas basais, as Magnoliídeas também são consideradas primitivas, por apresentarem caracteres mais plesiomórficos. Neste grupo, estão incluídas plantas lenhosas com porte geralmente arbóreo ou arbustivo e ainda herbáceo. Também apresentam flores com os verticilos organizados de forma espiralada, poucas ou muitas peças florais, estames geralmente laminares, evidenciando pouca diferenciação entre estames e filetes, pólen com uma abertura (monocolpados). Suas raízes são comumente pivotantes e seus feixes vasculares organizados em forma de anel.

O Brasil é um país megadiverso, pois devido à suas características climáticas e territoriais, abriga uma grande variedade de espécies animais e vegetais. Só em angiospermas, o Brasil possui cerca de 31.900 espécies de angiospermas, sendo classificado como o país com a maior riqueza de espécies vegetais do mundo.

SEÇÃO 3

ENSINO EM AÇÃO



SEÇÃO DE ATIVIDADES

Agora que você revisou os conteúdos, é hora de pensar em metodologias de transmissão para os alunos, de forma que eles possam aprender de maneira efetiva. Procure realizar atividades que colaborem para uma fixação ativa do conteúdo e que eles consigam relacionar com o ambiente em que estão inseridos e a vida cotidiana. Para isso, não deixe de realizar atividades práticas, uma vez que estas estimulam uma maior participação e envolvimento cognitivo dos alunos. A seguir, deixaremos algumas sugestões de atividades que podem ser adaptadas de acordo com as possibilidades encontradas na sua sala de aula.

ATIVIDADE 1

Cante com seus alunos!

As paródias são métodos educativos muito atrativos, e permitem que os alunos aprendam de maneira mais divertida.

Paródia: Cheia de manias - Raça Negra

Versão: Grupos vegetais



Clique para ouvir

Tão pequenininhas
são as briófitas
Plantinhas simplistas
mas tão charmosas

Sem vaso condutor
seiva demora fluir
ocorre apenas difusão
orgãos verdadeiros não vão conter
mas plantas reais
não deixam de ser, de ser

então não deixe de lembrar
a briófitas é avascular
então não deixe de lembrar
na pedra o musgo você verá

Evolução ao ocorrer
Novidades vai trazer
surgem plantas vasculares
As traqueófitas
Então não deixe de lembrar
o Xilema a seiva levará
Então não deixe de lembrar
o floema a seiva levará

Após as briófitas
Tem as licófitas
E a samambaia
sabe que frondosa

Sementes não vão ter, já os o
soros vão haver
mas você precisa entender
que gimnospermas vai aparecer
e sementes nas pinhas
vão conter, conter

então não deixe de lembrar
sementes nuas você vai encontrar
então não deixe de lembrar
sementes nuas você vai encontrar

O último grupo é o mais diverso
e você adora
Come um frutinho
e doce de amora

então não deixe de lembrar
que angiosperma florescerá
então não deixe de lembrar
que o fruto ela produzirá

ATIVIDADE 2

Conhecendo a diversidade vegetal

Tema: Os grupos das plantas terrestres

Objetivos:

- 1- Identificar a diversidade vegetal encontrada no espaço escolar ou ao seu entorno;
- 2- Identificar características e partes componentes morfológicas de cada vegetal;
- 3- Localizar a qual grupo vegetal cada planta selecionada pertence;
- 4- Reforçar o entendimento da importância desses vegetais no espaço selecionado e no ambiente em geral.

Metodologia:

Inicialmente através de uma aula expositiva, poderá ser abordado sobre as características gerais, a diversidade, e ciclo de vida dos grupos vegetais. Ao longo da aula, o professor deve instigar os alunos a refletirem sobre as características evolutivas através de perguntas intencionais. Após a aula expositiva, e após selecionar um local, como o jardim, o pátio escolar, o bairro onde a escola está inserida ou uma praça da cidade, o professor deve levar os alunos até o ambiente selecionado e solicitar que eles formem duplas. No local da atividade, ele deve orientar que os alunos registrem fotos das plantas que encontrarem no determinado ambiente. Além disso, cada dupla deverá elaborar um relatório (texto corrido) sobre as plantas que encontraram durante a aula prática. Eles devem identificar quantas plantas eles observaram, as características morfológicas observadas (como a presença de flores e frutos, esporângios, estróbilos etc.) Devem também descrever quantas plantas conseguiram diferenciar a partir das características de cada grupo vegetal (Briófitas, Samambaias e Licófitas, Gimnospermas e angiospermas) e a descrição física do ambiente. As fotografias tiradas pelos alunos também podem ser impressas e anexadas no relatório. Ao fim do tempo determinado para que os alunos fizessem a observação e as anotações, o professor deve

planejar de 10 a 20 minutos no mínimo para trazer discussões com todos os alunos no próprio ambiente onde a aula prática está sendo realizada, para que possa responder perguntas gerais, além de realizar observações importantes sobre a composição vegetal e física do local, lembrando também o que foi abordado em aula. É importante que o professor deixe essas perguntas e observações para o final, para que ao longo da aula os alunos possam realizar suas investigações, expressar seus comentários e questionamentos.

Sugestão de perguntas:

- 1- Quais características podem contribuir para que as licófitas e monilófitas, gimnospermas e angiospermas alcancem maiores tamanhos quando comparados às briófitas?
- 2- Por que as flores podem possuir tantas características e cores diferentes e porque isso poderia estar relacionado com as angiospermas ser o maior grupo de vegetais?
- 3- Por que as briófitas precisam habitar em ambientes úmidos?
- 4- Para que as briófitas podem ser importantes?

ATIVIDADE 3

Mural da diversidade floral

Tema: Diversidade floral

Objetivo:

- 1- Realizar um mural da diversidade floral
- 2- Reconhecer as características das angiospermas
- 3- Reforçar o entendimento quanto ao grupo vegetal

Metodologia:

Após a aula referente às angiospermas, informe aos alunos sobre uma construção cooperativa de um “Mural da diversidade floral”, que será exposto em algum local da escola, como a sala de aula ou em algum espaço onde toda a comunidade escolar possa ver. Inicialmente, crie um ambiente virtual onde todos os alunos estarão conectados, como a Sala de Aula Google (*Google Classroom*), um grupo no *Whatsapp* ou em alguma outra rede social que permita a comunicação entre todos. Em seguida, solicite que os alunos registrem fotografias de flores encontradas nos locais onde eles têm acesso, como o caminho até a escola, o jardim de casa, as praças da cidade, canteiros de flores públicos e etc. Os alunos devem compartilhar todas as fotos no ambiente virtual selecionado, para que assim seja evitada a repetição de espécies. Separe de uma a duas aulas para que você, professor, e os alunos, tentem encontrar o nome das espécies, para que ele seja inserido junto com a foto no mural. A pesquisa pode ser feita diretamente pelo google através da descrição das características ou ainda utilizando aplicativos de identificação de plantas como o *Plant-Net*, que encontra informações das espécies através de fotografias. Com o levantamento das informações separe um outro momento para a confecção do mural. Para isto, você precisará junto com os alunos garantir que as imagens tenham sido impressas. As imagens podem ser coladas junto com o nome das espécies em um tecido TNT, organizadas de maneira variada, a depender da escolha do professor e da turma. Adereços decorativos também podem ser inseridos, tornando o mural ainda mais caprichado. Através do mural, os alunos poderão perceber as estruturas

estudadas na abordagem teórica e junto com a comunidade escolar terão uma visualização mais ampla das espécies florais que ocorrem na região onde vivem.

ATIVIDADE 4

Coleção vegetal

Tema: Diversidade vegetal

Objetivo:

- 1- Elaborar uma coleção de plantas da escola
- 2- Identificar a diversidade vegetal encontrada no espaço escolar ou ao seu entorno.
- 3- Identificar características e partes componentes morfológicas de cada vegetal

Metodologia:

Após as aulas teóricas referentes aos grupos vegetais, converse com seus alunos sobre os herbários e as exsicatas, como apresentado no **capítulo 2**, bem como sobre a importância das coleções biológicas para a ciência e para a educação. Em seguida, proponha a construção de uma coleção vegetal coletiva.

A atividade pode ser executada da seguinte maneira: Selecione um local onde vocês consigam coletar algumas amostragens de plantas, como jardins escolares ou de áreas de vegetação próximas a área escolar.

De cada planta, cortem ramos que contenham folhas, e flores ou botões florais quando apresentarem, ou plantas completas, naquelas que forem de pequeno porte. Com o material botânico coletado, é hora de dar início a construção das exsicatas. Utilize uma base de papelão e sobre ela coloque uma folha de jornal, sobre a qual, deve ser colocado e bem posicionado um ramo de uma planta (ou uma completa a depender do seu tamanho), em seguida feche o jornal, e coloque em cima um novo pedaço de papelão. Acima do papelão, adicione outro jornal com outro ramo vegetal, e assim repita outro papelão em cima. Siga a sequência até que todas as plantas coletadas sejam utilizadas. Feito isso, com um barbante, envolva todo o material e finalize com um nó. Agora é hora de levar as plantas para secar. Para isso, junto com os alunos, leve o material para

um local onde ele possa ficar exposto ao sol, de uma à duas semanas. Depois de seco, o material agora precisa ser organizado. A próxima etapa é então fixar os vegetais em cartolinas. Para a fixação, podem ser utilizadas linhas de costura, fita adesiva ou cola. Com os vegetais presos, deve-se anotar em etiquetas as informações dos vegetais, como o nome popular e científico, a data e o local de coleta, o nome de quem coletou e o grupo vegetal ao qual a planta pertence. Para conseguir as informações dos nomes, durante a coleta, podem ser utilizadas ferramentas de busca virtual, como o aplicativo *PlantNet*, pela descrição de características através do Google ou ainda os nomes comuns, que podem ser conhecidos pela comunidade escolar. A exsicata deve ser armazenada em um local seco, e pode ser utilizada para aulas posteriores ou ainda exposições escolares.

GLOSSÁRIO

Análogos: São características que possuem a mesma função, mas origens embrionárias diferentes.

Esporopolenina: Substância de grande resistência que reveste o esporo ou o pólen, promovendo proteção e impedindo a desidratação.

Herbáceas: Plantas que não possuem caules lenhosos, sendo mais flexíveis. Além disso, possuem altura igual ou menor que 2m.

Matrotrófico: São embriões que recebem nutrientes e proteção da planta, enquanto se desenvolvem.

Protostelo: Caules que apresentam o estelo (coluna central) com o xilema constituindo um cilindro central, e o floema em seu entorno.

Referências

KENRICK, Paul; CRANE, Peter R. The origin and early evolution of plants on land. *Nature*, v. 389, n. 6646, p. 33-39, 1997.

Leebens-Mack JH, et al. (2019) One thousand plant transcriptomes and the phylogenomics of green plants. *Nature* 574: 679–685.

LINHARES, Sergio.; GEWANDSZNAJDER, Fernando.; PACCA, Helena. *Biologia hoje*. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. *Bio*. v.3. São Paulo: Saraiva, 2016.
OGO, Marcela Yaemi; GODOY, Leandro Pereira de. *Contato biologia*, 3º ano. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. In: *Biologia vegetal*. 2007. p. 830-830.

RENSING, Stefan A. How plants conquered land. *Cell*, v. 181, n. 5, p. 964-966, 2020.

SIMPSON, Michael G. *Plant systematics*. Academic press, 2019.

WILLIS, Kathy; MCELWAIN, Jennifer. *The evolution of plants*. Oxford University Press, 2014.