UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso de Ciências Biológicas

Rhanna Ferreira Souza Barreiro

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GIMNOSPERMAS EM LIVROS DE ENSINO MÉDIO

São Paulo

2020

Rhanna Ferreira Souza Barreiro

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GIMNOSPERMAS EM LIVROS DE ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientação do Prof. Dr. Marco Aurélio Sivero Mayworm.

Co-orientação de Prof. Me. Maria do Socorro Silva Pereira Lippi.

São Paulo

2020

Rhanna Ferreira Souza Barreiro

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GIMNOSPERMAS EM LIVROS DE ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Sivero Mayworm

Co – orientador: Prof. Me. Maria do Socorro Silva Pereira Lippi

São Paulo, ...de ..... de 2020.

Banca Examinadora

.....

Prof. Dr. .....

..... Conceito Final

Prof. Dr. .....

.....

B255a Barreiro, Rhanna Ferreira Souza
Análise do conteúdo de gimnospermas em livros do ensino médio / Rhanna Ferreira Souza Barreiro. – São Paulo, 2020.

51 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Santo Amaro, 2020.

Orientador(a): Prof. Dr. Marco Aurélio Sivero Mayworm
Coorientador(a): Profª. Me. Maria do Socorro Silva Pereira Lippi

1. Ensino de Biologia. 2. Botânica. 3. Gimnospermas. I. Mayworn, Marco Aurélio Sivero, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Elaborado por Ricardo Pereira de Souza – CRB 8 / 9485

Ao meu querido irmão, Pedro Gabriel F. S. Barreiro, a pessoa mais doce e amável que conheci, e que me deixou muitos aprendizados mesmo com todas as dificuldade que a vida lhe proporcionou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Sandro S. Barreiro e Viviane A. Ferreira, e minha avó Maria Dalva Ferreira, por batalharem para que eu pudesse me preocupar somente com meus estudos.

Ao meu orientador prof. Dr. Marco Aurélio S. Mayworm, por toda paciência e dedicação.

A minha co-orientadora prof. Me. Maria do Socorro S. P. Lippi, por me aconselhar e ajudar durante toda graduação.

Aos amigos que durante esses anos pude dividir as alegrias e angústias da faculdade, Beatriz Rodrigues, Carolina Babesco, Diego Silva, Gabriel Leal, Laura Regina, Mayara Jaco, Sara Zanelato, Sarah Costa, Tamires Pacheco, e Tayna Leite.

Aos amigos e familiares que me apoiaram e incentivaram em especial a Lucia Helena Ferreira e Gabrielle Fonseca.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”

Paulo Freire

RESUMO

Ao olhar para as metodologias de ensino no ensino médio do Brasil, sempre voltada a aula expositiva, com a intenção de que os alunos memorizem as matérias para os vestibulares, entende-se o desinteresse por parte dos mesmos e até mesmo de professores para o ensino de botânica. O livro didático, é a principal ferramenta de auxílio ao professor em sala de aula, mas, ainda existem falhas que diminuem a vontade do aluno em dar a devida atenção para o assunto, e não faz com que tenham contato com as plantas e com o meio ambiente, e entendam de fato a sua interação e importância. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica do tema Gimnospermas, em livros de ensino superior; uma análise comparativa em três livros didáticos de biologia para o ensino médio; e preparar um plano de aula sobre o tema para o segundo ano do ensino médio. Para revisão bibliográfica, foram utilizadas obras destinadas ao ensino superior e da ferramenta Google acadêmico; para a análise dos livros de ensino médio foram utilizados critérios como presença do tema; linguagem utilizada; figuras; atividades; e conteúdo presente, comparados em duas tabelas; os livros utilizados para análise, foram também utilizados para preparação do plano de aula. Nos livros didáticos analisados, são apresentadas de forma breve, geralmente em capítulo junto com os outros grupos de planta, diferentemente do que ocorre com o Reino Animal, onde os grupos são abordados em capítulos únicos ganhando muito mais importância. Os autores não desenvolvem o tema com tanta clareza, sem abordar a classificação do grupo, importância e distribuição, não trazem propostas de atividades práticas, e são poucos os exercícios de fixação.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Botânica, Gimnospermas.

ABSTRACT

Looking at the methodologies of teaching in high schools in Brazil, always focused on exhibition, with the intention that students memorize the subjects for future exams, it is understood the lack of interest on part of the students and even for the teachers who teach botany. The textbook is the main tool which helps the teacher in the classroom, but there are still flaws that affect student's interest on the subject, and also do not make them have contact with plants and the environment, so they can understand their interaction and importance. This term paper was aimed to perform a bibliographic review of Gymnosperms theme; in higher education textbooks; a comparative analysis in three biology textbooks for high school; and prepare a lesson plan on the topic for the second (sophomore) year of high school. For bibliographic review, books for higher education and the Google academic tool were used; for the analysis of high school books, the criterions used were, presence of the theme; language used; figures; activities; and present content, compared in two tables; the books used for analysis were also used to prepare the lesson plan. In the textbooks analyzed, the theme was briefly introduced, usually in a single chapter with the other plant groups, unlike what happens with the Animal Kingdom, where the groups are approached in single chapters gaining much more importance. The authors do not develop the theme so clearly, not addressing the group's classification, its importance and distribution, they do not bring proposals for practical activities, and there are few fixation exercises.

Keywords: Biology Teaching, Botany, Gymnosperms.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....12

1.1 História da Educação no Brasil 12

1.2 Ensino de Botânica no Ensino Médio 15

2 OBJETIVOS 17

3 MATERIAIS E MÉTODOS 18

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 19

4.1 Revisão da Literatura.....19

4.1.1 Gimnospermas.....19

4.1.2 Origem e Adaptação ao Ambiente Terrestre.....21

4.1.3 Estruturas de Reprodução 22

4.1.4 Ciclo de vida 26

4.1.5 Classificação.....28

4.1.5.1 Filo Cicadophyta.....29

4.1.5.2 Filo Ginkgophyta 30

4..1.5.3 Filo Pinophyta.....31

4.1.5.3.1 Família Auracariaceae.....32

4.1.5.3.2 Família Podocarpaceae.....33

4.1.5.3.3 Família Pinaceae.....34

4.1.5.3.4 Família Cupressaceae.....35

4.1.5.3.5 Família Taxaceae.....36

4.1.5.4 Filo Gnetophyta.....37

4.1.5.4.1 Família Gnetaceae.....37

4.1.5.4.2 Família Ephedraceae.....38

4.1.5.4.3 Família Welwitschiaceae.....39

4.1.5.5 Gimnospermas Extintas.....39

4.2 Análise de Livros Didáticos.....41

4.3 Plano de Aula.....48

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....50

REFERÊNCIAS.....51

1 INTRODUÇÃO

1.1 História da Educação no Brasil

Em agosto de 1549, aportou no Brasil a Companhia de Jesus, criada por Ignácio Loyola, formada por padres jesuítas, sob a liderança do Padre Manoel Nóbrega, cujo objetivo inicial era apenas de converter os índios que aqui viviam ao catolicismo, para combater a reforma protestante que ocorria na época, através da catequese, e para isso, empregaram o ensino de ler e escrever português, criando na Bahia a primeira "escola de ler e escrever" que mais adiante tornou-se Colégio dos Meninos de Jesus[1,2].

Os jesuítas passaram a ensinar não apenas os índios, como também os filhos dos senhores de engenho, dos colonos, e escravos, como tentativa de tornar todos esses cristãos, prometendo o céu aqueles que aceitavam e o inferno aos que recusassem[3].

Nos colégios jesuíticos, até 1599 pregava-se o método *modus parisienses*, onde os estudantes eram divididos por classe, e recebiam recompensas ou castigos de acordo com o seu desenvolvimento[2,3]. Ensinava-se a ler, escrever, contar, doutrina cristã, idioma (português ou espanhol), música (canto e instrumental), e aprendizado agrícola, que antecediam o sistema de ensino *Ratio Studiorum*, onde abordavam-se outros três cursos: curso de humanidades, referente ao curso secundário, curso de filosofia e curso de teologia, referentes aos cursos superiores[1,3].

Outros grupos religiosos como os franciscanos, agostinianos, dominicanos, e mercedários, trabalharam com métodos de ensino pelo Brasil, mas apenas os jesuítas conseguiram, de fato, relevância[2,3]. Até 1759, ano em que a Companhia de Jesus, foi expulsa do Brasil, por motivos políticos e ideológicos, pelo Marquês de Pombal, o ensino jesuítico chegou aos principais estados do Brasil, do sul ao norte do país, com 36 missões, 25 residências jesuíticas e 18 estabelecimentos de ensino secundário, e mesmo com números relevantes, a educação não era disponível a todos[2,3].

Após a saída dos jesuítas, a educação no Brasil, até 1834, passou a abordar um conteúdo humanista, ilustrado e voltado a ciências, que abrangia apenas os filhos de nobres e senhores com recursos, não existiam locais de ensino, as aulas ocorriam em pequenas salas alugadas, ou na casa dos professores, esses que não precisavam de diploma[2,4].

Em outubro de 1827, foi decretada a Lei das Escolas de Primeiras Letras, que tinha como objetivo obrigar o governo a instalar escolas em todos os lugares povoados do país, e a instalar o uso do método mútuo (ou método lancasteriano), método que valorizava a memorização dos alunos, e os melhores alunos tornavam-se monitores, auxiliando os professores, fiscalizando a turma, não permitindo conversas, entre outras funções [4].

Devido a não eficiência do método mútuo, em 1854, Couto Ferraz aprovou o Regulamento para Reforma do Ensino Primário e Secundário do Município da Corte, que apesar de ser direcionado ao município em que o ministro atuava, serviu como modelo ao restante do país, o regulamento obrigava que todas as crianças maiores de 7 anos, deveriam frequentar a escola, com exceção dos filhos de escravos[4]. Nas escolas seria ensinado, no primeiro grau, a ler e escrever, princípios básicos de aritmética, pesos e medidas, e no segundo grau, disciplinas mais aprofundadas sobre matemática, história, geografia, ciências físicas, história natural, desenho linear, música, ginástica e conteúdo religioso[4].

De 1890 à 1930 não houveram grandes mudanças no sistema educacional, quando se instaurou o modelo de escolas com várias classes, e vários professores podendo atender a maior número de alunos, mas ainda sem alcançar a maioria dos jovens brasileiros que não eram frutos da elite[4,5].

Com o avanço do sistema capitalista no país, as décadas de 1930 à 1960 foram de regulamentação e reformas no sistema de ensino público[6]. Francisco Campos foi chefe do Ministério da Educação e Saúde Pública, criado em 1931, instituiu no mesmo ano a Reforma Francisco Campos, criando por lei um Sistema Nacional de Educação, e o Conselho Nacional de Educação, com o intuito de determinar a divisão do ensino secundário em ensino fundamental, 5 anos, e ensino complementar, 2 anos[6].

Em 1934, foi criado na Universidade São Paulo o curso de História Natural, o primeiro referente ao ensino de Biologia, no mesmo ano, com a promulgação da Constituição Brasileira, o direito à educação no ensino primário com duração de 4 anos, tornou-se obrigatório e gratuito, até o Golpe de Estado de Vargas, em 1937, que modificou a Constituição, tornando o Estado isento da função de garantir a educação. Somente em 1946, com nova reforma da Constituição aparece pela primeira vez uma lei voltada para a educação, Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), porém a

mesma só seria aprovada apenas em 1961 dando ao Estado a obrigatoriedade de fornecer ensino a toda população, incluindo a educação de adultos, exceto em alguns casos de isenção, como insuficiência de escolas, ou doença grave da criança, junto com essa lei, o ensino de ciências também passou a ser obrigatório[6,7,8].

A volta de Getúlio Vargas ao governo, em 1951, marcou a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com o intuito de promover a ciência no país, visto que para o desenvolvimento da nação, a pesquisa era fundamental [6].

Em 1963, o curso de História Natural, passou a ser dividido em dois outros cursos, de Geologia e Ciências Biológicas[8]. O Brasil da década de 60, tinha cerca de 40% da população analfabeta, e no período da ditadura militar (1964-1985) houve uma grande ampliação no número de escolas públicas. Em 1971, houve a Reforma da Lei 5.692, que alterou o antigo ensino primário e ginasial em um único curso de 8 anos, com o propósito de fazer com que o ensino médio pudesse se tornar um ensino profissionalizante, diminuindo a procura por ensino superior, a taxa de 36,2% de crianças e adolescentes com acesso à escola em 1950, passou a ser 88% em 1990[6,8].

Por causa do avanço no tamanho da população, mesmo com maiores números de instituições e de matriculados nas escolas, o índice de analfabetismo ainda era crescente, pois a escola ainda não era de qualidade e não chegava a todos aqueles que necessitavam. Em 1988, após o final da ditatura militar, a Constituição Brasileira passou por novas mudanças, garantindo a população que o ensino fundamental seria de dever do estado, obrigatório e gratuito[5,6].

Em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), sofreu alterações dividindo a educação em 2 níveis, sendo o primeiro nível básico composto por ensino infantil, fundamental e ensino médio, e o segundo nível o ensino superior[6].

Entre 2003 a 2011, houveram maiores investimentos na educação, como a amplificação do Fundo de Desenvolvimento e Manutenção do Ensino Básico e de Valorização do Magistério, destinando recursos a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio, melhorando a qualidade do ensino, a taxa de analfabetismo

passou a ser de 9,6% da população[6]. Em 2019 a média da taxa de analfabetismo foi de 6,6% no país, sendo no sudeste a menor (3,3%) e no nordeste a maior (13,9%)[7].

1.2 Ensino de Botânica no Ensino Médio

Ao olhar para as metodologias de ensino no ensino médio do Brasil, sempre voltada a aula expositiva, com a intenção de que os alunos memorizem as matérias para os vestibulares, entende-se o porquê a Botânica é um assunto que muitas vezes causa aversão, em alunos e professores de biologia, visto que é um conteúdo muitas vezes elaborado com muitos termos técnicos e com pouca demonstração de interação do Reino Vegetal com os homens[9,10].

É indiscutível a importância do ensino da botânica, pois são as plantas e outros organismos fotossintetizantes, os maiores responsáveis pela vida na Terra, servindo de alimento direta ou indiretamente para muitos outros seres vivos, trabalhando na qualidade do ar, através da fotossíntese, liberando oxigênio, e ainda utilizada em diversas áreas do setor econômico[11].

Atualmente o livro didático, é a principal ferramenta de auxílio ao professor em sala de aula, mas ainda existem falhas que afastam o aluno a se interessar pelo assunto, é necessário que o aluno tenha contato com as plantas, e entenda de fato a sua interação com o meio ambiente[8,11]. Levar para sala de aula o ambiente vegetal, ou o aluno a campo nem sempre pode ser um tarefa fácil, mas se faz necessário em tais circunstâncias, e como alternativa, o uso de terrários, herbários, hortas, pode ser uma incrível alternativa para fugir do comum[9,12].

De acordo com dados do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), órgão que junto com o Ministério da Educação e Cultura (MEC) é responsável pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), em 2019, 147.857 escolas foram beneficiadas, com livros didáticos, sendo 35.177.899 alunos favorecidos, o maior número dos últimos três anos[13].

O PNLD foi de fato criado em 1985, após algumas tentativas de programas semelhantes do governo, para organizar de forma homogênea a distribuição nacional de livros didáticos e assegurar que esses estavam dentro do padrão exigido pelo governo para escolas públicas de ensino básico[14]. A avaliação dos livros é feita

seguindo critérios eliminatórios e critérios qualificação, e fica a critério da escolas e de seus professores a escolha dos livros[14].

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos:

- Fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema Gimnospermas;
- Analisar o conteúdo apresentado sobre o tema Gimnospermas em três livros didáticos de Biologia utilizados no ensino médio;
- Desenvolver um plano de aula sobre o tema Gimnospermas para o segundo ano do ensino médio.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para revisão bibliográfica, foram utilizadas obras destinadas ao ensino superior e da ferramenta Google acadêmico. Para a análise do conteúdo do ensino médio foram utilizadas as seguintes obras que serviram também de apoio para o desenvolvimento do plano de aula:

Livro 1: Mendonça, Vivian L. Biologia: os seres vivos, vol.2; 2016. p. 89 – 91

Livro 2: Linhares, Sérgio; Gewandsznajder, Fernando; Pacca, Helena. Biologia Hoje, vol.2 2016; p. 72 – 75

Livro 3: Favaretto, José Arnaldo. Biologia unidade e diversidade, 2º ano; 2016. P. 222 -223

Os livros didáticos analisados foram publicados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2018/2020, do Ministério da Educação e Cultura (MEC), e para a análise foram utilizados os seguintes critérios: presença do tema; linguagem utilizada; figuras; atividades; e conteúdo presente, comparados em duas tabelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Revisão da literatura

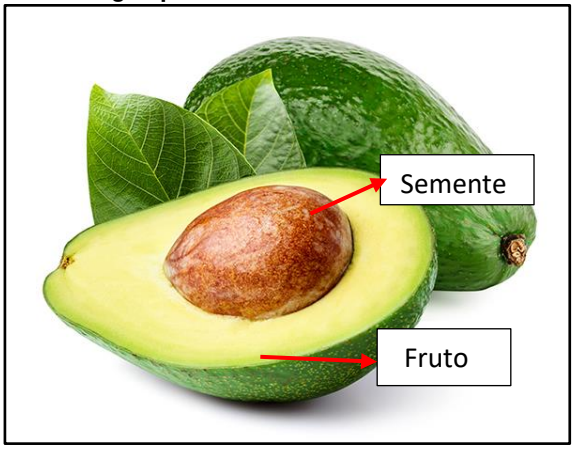
4.1.1 Gimnospermas

Gimnospermas é o nome dado ao grupo de plantas que pertencem também ao grupo das espermatófitas (plantas que produzem semente), junto com o grupo das Angiospermas. Seu nome vem do grego e significa “semente nua” (gymnos = nu e sperma = semente), por sua semente não se desenvolver no interior de um envoltório (ovário) (figura 1), como acontece com as Angiospermas, onde o óvulo (semente) está dentro do ovário, que se desenvolverá em um fruto (figura 2) [15,16].

Figura 1 – Sementes nuas de gimnospermas.

Fonte: https://radiovideira.com.br/periodo-do-defeso-do-pinhao-termina-na-segunda-feira-1o-de-abril/

Figura 2 - Fruto de *Persea americana* (abacate), uma Angiosperma.



Fonte: http://jjalimentos.com.br/shop/abacate

Durante um longo período foi o grupo que dominou o ambiente terrestre, formando grandes florestas, e atualmente dos dez filos vegetais existentes, quatro pertencem ao grupo das Gimnospermas[15,17].

A dispersão das Gimnospermas ocorre principalmente por polinização, nome dado ao processo de transporte de grãos de pólen, contendo o gameta masculino de um indivíduo, a outro indivíduo para fecundar o gameta feminino, que pode ser feito pelo vento (anemofilia), ou por animais (entomofilia) [17].

As Gimnospermas possuem hábitos que podem variar entre ervas (figura 3), arbustos, lianas lenhosas (figura 4), ou grandes árvores que chegam até 120 metros

de altura (figura 5), o grupo possui um organismo vivo que provavelmente seja a árvore mais antiga do mundo com mais de 4 mil anos, uma espécie do filo Coniferophyta, chamada *Pinus longaeva* (Pinheiro-de-*Bristlecone*), encontrada na Califórnia, porém sua exata localização é mantida em segredo [16, 17].

Figura 3 – *Welwitschia mirabilis, uma erva.*

Fonte:https://www.greenme.com.br/informarse/biodiversidade/6333-welwitschia-planta-vive-ate-2-000-anos/

Figura 4 – *Gnetum cuspidatum,* uma liana.

Fonte: https://eol.org/pages/1156269

Figura 5 - *Sequoiadendron giganteum,* com porte arbóreo.

Fonte: https://www.growyoursecretgarden.com/giant-sequoia-10-seeds-sequoiadendron-giganteum-unique-bonsaieasy-to-grow-2859-p.asp

4.1.2 Origem e Adaptação ao Ambiente Terrestre

Não se tem certeza do período exato de quando as plantas conquistaram o ambiente terrestre, por causa dos poucos registros fósseis. Acredita-se que o surgimento ocorreu no final do período Siluriano, 450 milhões de anos atrás, entretanto, foram encontrados fósseis durante o período Devoniano, há cerca de 360 milhões de anos, que revelam presença de características de plantas com sementes, 55 milhões de anos antes dos primeiros fósseis das Gimnospermas atuais. A semente é a principal causa do sucesso evolutivo das plantas por proporcionar ao embrião alimento armazenado, disponibilizando em períodos críticos da germinação[17,18,19].

Algumas evidências revelam que, provavelmente, as plantas terrestres evoluíram a partir de uma alga verde, Charophyceae, entre essas evidências, estão os fatos de serem clorofiladas, com a mesma proporção de pigmentos verdes e não-verdes das algas; ter o amido como produto da fotossíntese; e, possuírem uma fase diploide, produzindo esporos, seguida por uma fase haploide, produzindo gametas[18,19, 20].

Para avançar no ambiente terrestre, mais seco, as plantas terrestres tiveram que passar por algumas mudanças que permitissem a sobrevivência das mesmas, e dessa forma obtiveram modificações como surgimento de raízes, como forma de obter água e nutrientes do solo e como forma de fixação; uma cutícula formando uma camada à prova d'agua na superfície das folhas para retenção de água; estômatos, estruturas que abrem e fecham para troca gasosa da planta com o ambiente, e que auxiliam também no controle hídrico; xilema e floema, que são sistemas condutores que levam nutrientes absorvidos pelas raízes até o ápice da planta, e também do ápice para as raízes, respectivamente; deixa de ser homosporada para ser heterosporada, produzindo megásporos que dão origem a gametas femininos, e micrósporos, dando origem a gametas masculinos; um único megásporo funcional; desenvolvimento do embrião no interior do magagametófito (gameta feminino); e o surgimento de um tecido envolvendo o megasporângio (órgão feminino da planta), o tegumento[16,19, 21].

Um grupo intermediário entre as plantas vasculares com e sem sementes, chamado de progimnospermas, surgiu a cerca de 360 milhões de anos atrás. Essas plantas não apresentavam sementes, mas possuíam um câmbio vascular bifacial (que produz xilema e floema secundários), entre essas plantas estava *Archaeopteris*, uma

árvore lenhosa, ou seja, com xilema secundário desenvolvido, característica típica das gimnospermas, heterosporada, com folhas pinadas semelhantes a uma samambaia, e que chegava até 20m de altura (figura 6)[17,21].

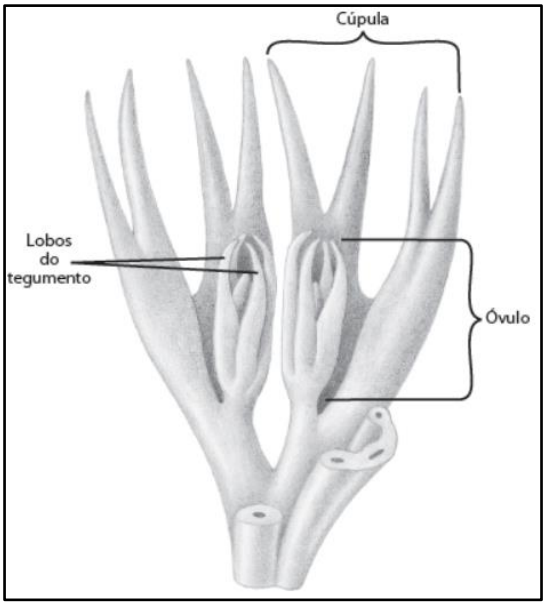
Figura 6 - *Achaeopteris*

Fonte:http://lifeofplant.blogspot.com/2011/03/gymnosperms.html

4.1.3 Estruturas de Reprodução

Acredita-se que o óvulo, tenha surgido pela primeira vez em uma planta chamada *Elkinsia polimorfa* (figura 7), com apenas um nucelo e cerca de 4 lobos, com pouca fusão, ou nenhuma que curvavam-se em torno do nucelo, o óvulo era ainda recoberto por uma cúpula, uma estrutura estéril ramificada[21].

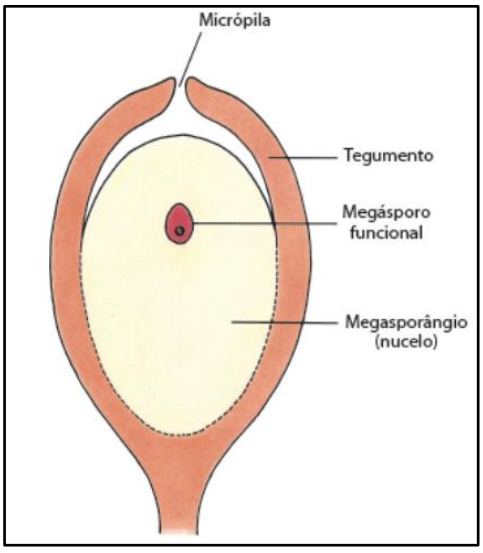
Figura 7 - Óvulo de *Elkinsia polimorpha*



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Atualmente o óvulo (figura 8), consiste em um nucelo (megasporângio), cada nucelo com 1 megasporócito (2n) que através de meiose produzirá 4 megásporos (n), desses apenas um, o que estiver mais distante da micrópila se tornará funcional (megagametófito), formando dois ou três arquegônios (n), que darão origem a uma ou mais oosferas (n). Cada óvulo é quase totalmente por um tegumento, exceto no ápice, onde há uma abertura, para a entrada do grão de pólen, chamada micrópila[21, 22].

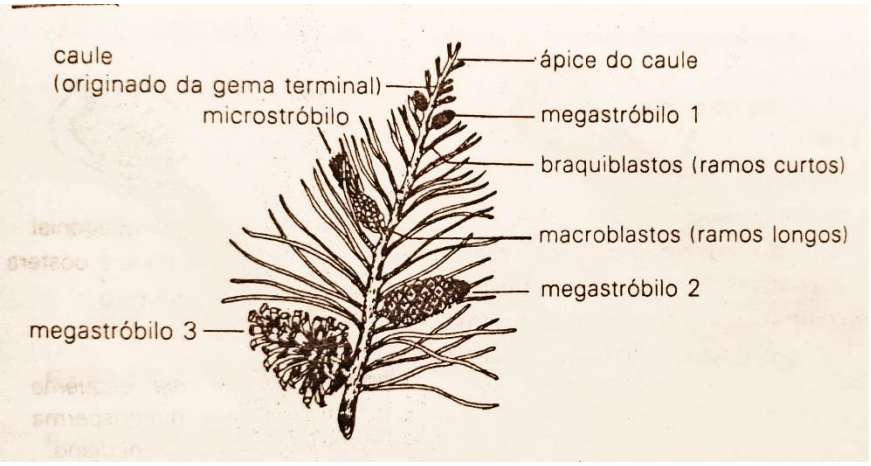
Figura 8 - Corte Longitudinal de um Óvulo



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Nas plantas do gênero *Pinus* e de outros gêneros atuais, os óvulos estão contidos em estruturas chamadas estróbilos megasporangiados ou megaestróbilos, essa estrutura possui escamas ovulíferas que “guardam” dois óvulos cada, dispostas espiraladamente em torno do eixo do estróbilo. De acordo com o estágio de vida da planta, as escamas podem estar mais abertas ou mais fechadas (figura 9) para facilitar a entrada do grão de pólen[21].

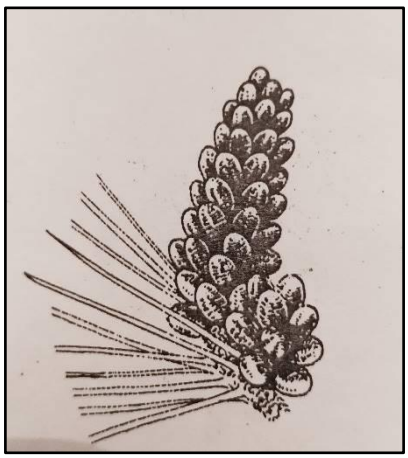
Figura 9 - Diferentes Estágios do Megaestróbilo



Fonte: Zulmira MMM, Siqueira NJB [15]

A porção masculina da planta se encontra no estróbilo microesporangiado, chamado também de microestróbilo (figura 10), em formato de cone, menores que os estróbilos megaesporangiados. Aderidos ao microestróbilo estão os microsporofilos dispostos espiraladamente em torno do eixo, cada um com 2 microsporângios, que possuem muitos microsporócitos, essas estruturas através de meiose formam 4 micrósporos cada, sendo esse o gametófito masculino imaturo, conhecido como grão de pólen[17,21].

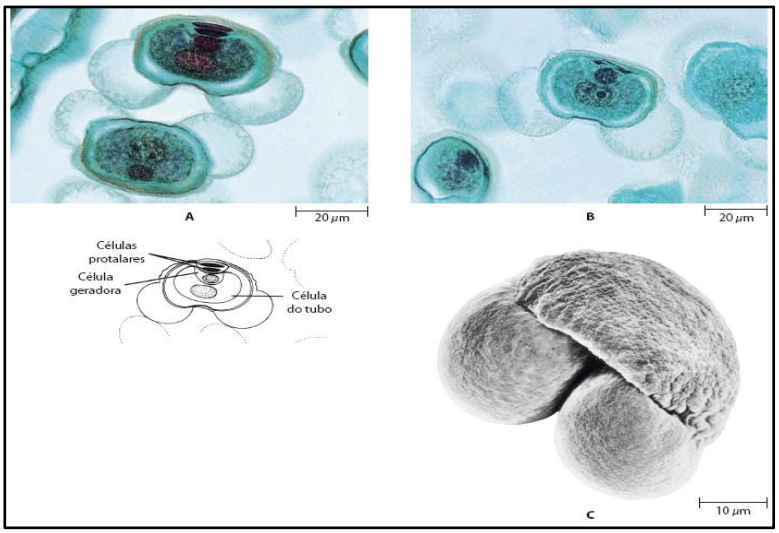
Figura 10 - Microestróbilo



Fonte: Zulmira MMM, Siqueira NJB [15]

Os grãos de pólen ou micrósporos (n) (Figura 11), possuem dois sacos aéreos que facilitam no transporte pelo vento, e ainda 3 a 4 células, sendo uma ou duas células protalares (n) que degeneram, uma célula generativa (n) que formam o núcleo espermático, e uma célula do tubo (n), essa última responsável por formar o tubo polínico, estrutura que leva o núcleo espermático para fecundar a oosfera[15,17].

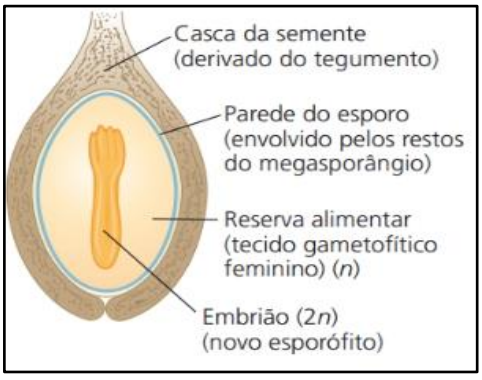
Figura 11 - Grãos de pólen (A) microgametófitos imaturos no seu interior. Cada gametófito consiste em duas células protalares, uma célula geradora relativamente pequena e uma célula do tubo relativamente grande. (B) Um grão de pólen um pouco mais velho. Aqui as células protalares, que não têm nenhuma função aparente, degeneraram. (C) Micrografia eletrônica de varredura de um grão de pólen de Pinus, com suas duas alas em forma de bexiga. Quando o grão de pólen germina, o tubo polínico emerge na extremidade inferior do grão, entre as alas.



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Após a fecundação do megasporângio, a semente é formada (figura 12): um embrião esporofítico, com reserva de alimento (tecido gametofítico feminino), envolto por uma proteção (casca) derivada do tegumento. [17,18].

Figura 12 – Semente Formada



Fonte: Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. [17]

4.1.4 Ciclo de Vida

Para representar o ciclo de vida das Gimnospermas, será demonstrado como ocorre em *Pinus* do filo Coniferophyta. No geral, o ciclo não difere muito dos outros grupos, exceto em Cycadophytas e Ginkgophytas, nas quais os anterozoides são móveis, uma característica primitiva que não se repete em outros gêneros[22].

As coníferas são árvores monoicas, ou seja, possuem no mesmo indivíduo estruturas masculinas (estróbilos microsporangiados ou microestróbilos) dispostos na porção mais baixa da árvore, e estruturas femininas (estróbilos megasporangiados ou megaestróbilos) presentes na porção mais alta da árvore, por esse motivo, geralmente o pólen que chega ao megaestróbilo vem de outra árvore, carregado pelo vento ou por animais[21,22].

O ciclo inicia-se durante a primavera, quando o megaestróbilo afasta suas escamas ovulíferas, uma das outras, deixando os óvulos mais expostos facilitando a chegada do grão de pólen (n), uma “gotícula de polinização” é produzida pela micrópila, para auxiliar a adesão do grão de pólen, quando essa gotícula seca, o micrósporo é “puxado” para dentro do óvulo entrando em contato com o nucelo germinando e formando o tubo polínico, esse é o processo chamado de polinização[21,22].

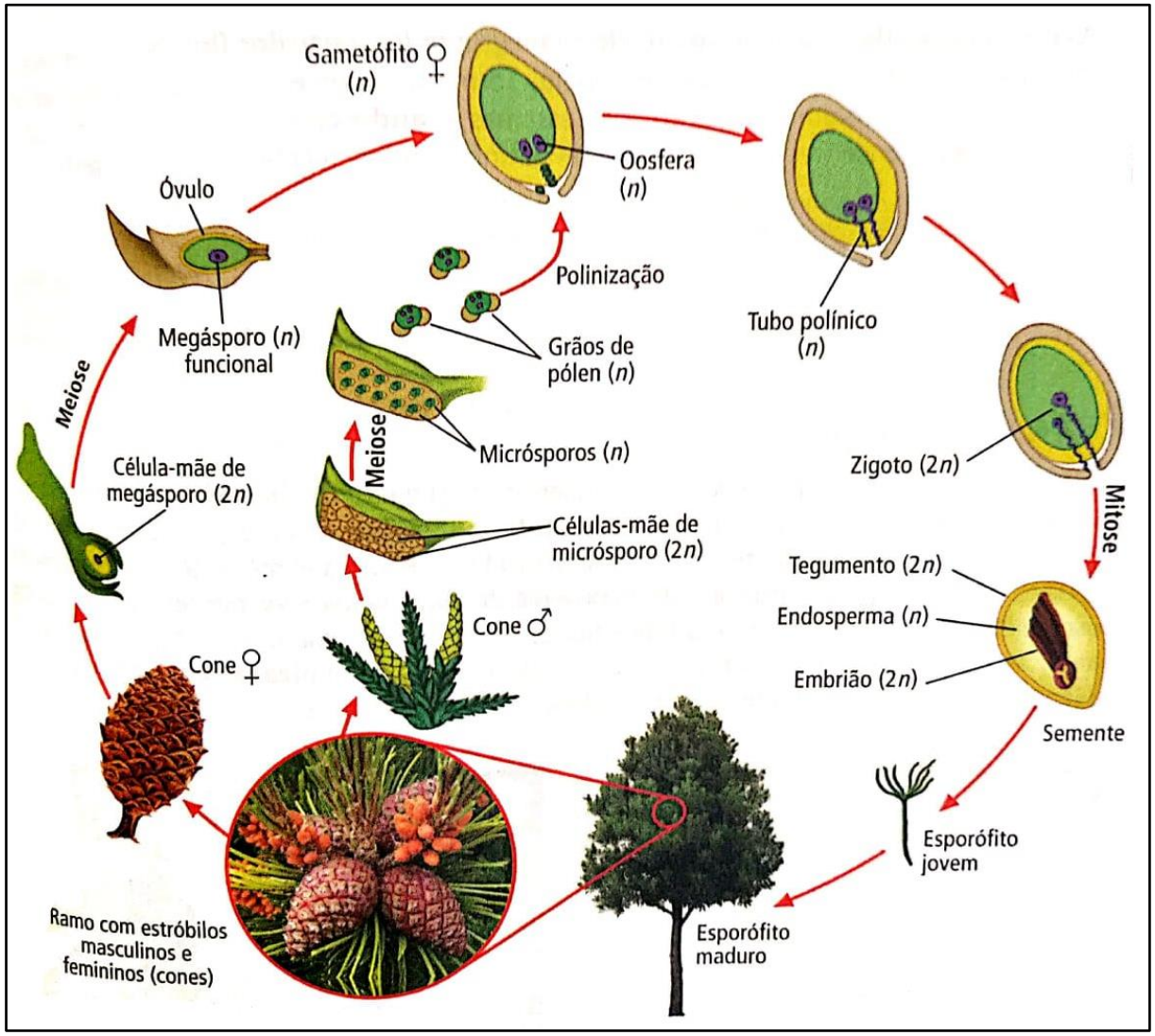
Nesse momento o tubo polínico formado a partir de um grão de pólen que consegue chegar no interior do óvulo, cresce, digerindo o tecido, abrindo caminho para chegar até o magagametófito (n) em desenvolvimento[17,22].

Quando o tubo polínico se encontra com o megagametófito maduro, libera o núcleo espermático com dois gametas masculinos, no interior do arquegônio, um deles fecunda a oosfera formando um zigoto, o qual se desenvolverá formando embrião diploide (2n). O outro gameta se degenera, mas pode ocorrer de outro gameta, introduzido pelo tubo polínico fecundar outra oosfera, possibilitando a formação de mais de um embrião, esse último processo é conhecido por poliembrionia, apesar de apenas um se desenvolver completamente[15,22].

Após a fecundação, o tegumento (também diploide) enrijece, transformando-se na casca da semente[17,22].

O ciclo (figura 13) se encerra com a liberação das sementes, cerca de 2 anos após o início da polinização, as sementes são levadas pelo vento ou por animais, e ao chegar ao solo em condições favoráveis, germina, formando uma plântula, que dará origem a uma nova árvore[17,22].

Figura 13 - Ciclo de Vida de *Pinus*



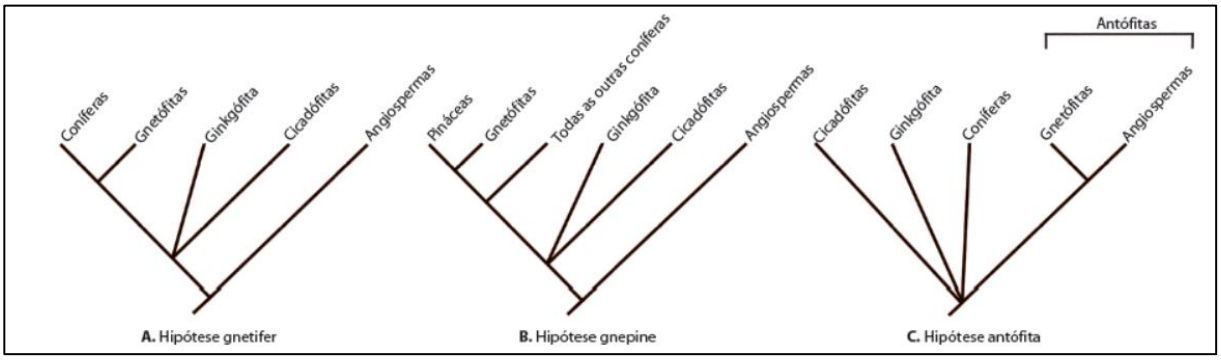
Fonte: Favaretto JA (livro 3)

4.1.5 Classificação

As Gimnospermas atualmente são formadas por quatro filos que possuem representantes vivos: Cycadophyta (Cicadófitas), Ginkgophytas (Ginkgófitas), Pinophyta (Coniferófitas) e Gnetophyta (Gnetófitas). Acredita-se através de dados moleculares que os quatros filos formem um clado monofilético (um ancestral comum e todos os seus descendentes), mas ao referir-se aos filos existentes e aos extintos, temos um grupo parafilético (um ancestral comum, e nem todos os descendentes) a relação filogenética dos filos atuais ainda é discutível, por causa das hipóteses existentes baseadas em dados moleculares[21].

A hipótese gnetifer (figura 14), diz que as Coníferas monofiléticas é o grupo irmão das Gnetófitas monofiléticas. Outra hipótese, a hipótese gnepine (figura 14), sugere que apenas a família Pinaceae é o grupo irmão de Gnetófitas. Uma terceira hipótese, a hipótese antófita (figura 14), baseada em dados morfológicos que foi derrubada por dados moleculares, colocava Gnetófitas, Bennettitales (ordem extinta) e Angiospermas como um clado denominado “antófitas”[21].

Figura 14 - Hipóteses da Relação Filogenética



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Assim, o termo “Gimnospermas” não é mais utilizado como caráter taxonômico, apenas como forma didática conveniente, se aplicando aos quatro filos existentes, com características semelhantes[22].

4.1.5.1 Filo Cycadophyta

São plantas muito antigas, que apareceram a cerca de 250 milhões de anos atrás, foram abundantes na Era Mesozoica, e ainda possuem caráter primitivo como os anterozoides móveis (gametas masculinos). Suas folhas pinadas ou raramente bipinadas formam uma coroa no ápice do caule, lembrando uma palmeira (angiosperma), são dióicas, com caule curto ou subterrâneo, chegando algumas espécies, a 18 metros de altura. São usadas principalmente como plantas ornamentais, e estão presentes nos dois hemisférios em regiões tropicais e subtropicais[20,22].

Algumas plantas podem possuir compostos neurotoxicos e cancerígenos, tornando-se perigosas ao servir de alimento para alguns povos em período de escassez, que se alimentam das sementes, as quais possuem cerca de 20 a 30% de um tipo de amido chamado “sagu”[20,21].

Atualmente possuem apenas uma ordem Cycadales, contendo 13 famílias, sendo as principais Zamiaceae (figura 15) e Cycadaceae (figura 16), 11 gêneros e cerca de 300 espécies, porém 75% de suas espécies estão ameaçadas de extinção[21,23].

Figura 15 – Zamiaceae

Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Figura 16 – Cycadaceae

Fonte: https://pt.dreamstime.com/o-nome-cient%C3%ADfico-do-cycad-%C3%A9-os-circinalis-l-cycas-cycadaceae-das-fam%C3%ADlias-fim-acima-com-lyzard-no-cora%C3%A7%C3%A3o-da-palma-image129855773

No Brasil não há representantes nativos da família Cycadaceae, porém o gênero *Cycas* foi introduzido, e suas plantas são cultivadas como ornamentais. O gênero *Zamia*, da família Zamiaceae, é o único nativo, com cerca de cinco espécies

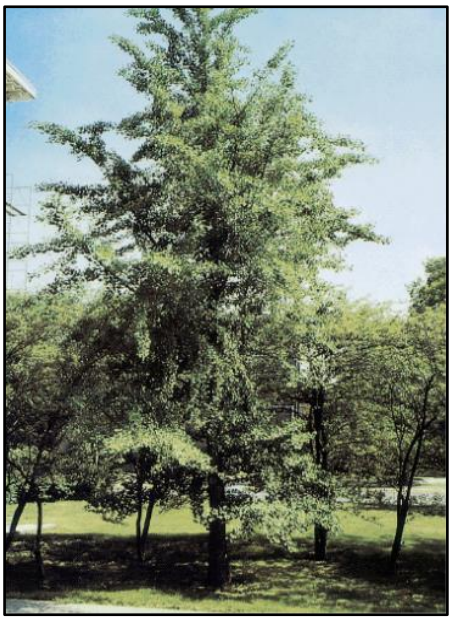
sendo elas: *Z. amazonum; Z. boliviana; Z. cupatienses; Z. poeppigiana* e *Z. ulei*, sendo encontradas principalmente na Amazônia[22, 23].

A principal diferenciação entre as duas famílias, é feita pela presença de uma nervura central nos folíolos de Cycadaceae, e um megastróbilo bem desenvolvido em Zamiaceae[23].

4.1.5.2 Filo Ginkgophyta

Atualmente possui apenas uma ordem, Ginkgoales, uma família, Ginkgoaceae, e uma única espécie, *Ginkgo biloba* (figura 17), nativa da China, mas introduzida no mundo todo, utilizada principalmente como planta ornamental, e para fins medicinais[21,23].

Figura 17 – *Ginkgo biloba*



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

São Consideradas um “fóssil vivo” por ter tido poucas mudanças ao longo dos seus 150 milhões de anos, conhecida por suas folhas flabeliformes (em forma de leque) (figura 18), são árvores dioicas, decíduas, podendo atingir até 30 metros de altura. Assim como as Cycadophytas, possuem anterozoide móvel[20,23].

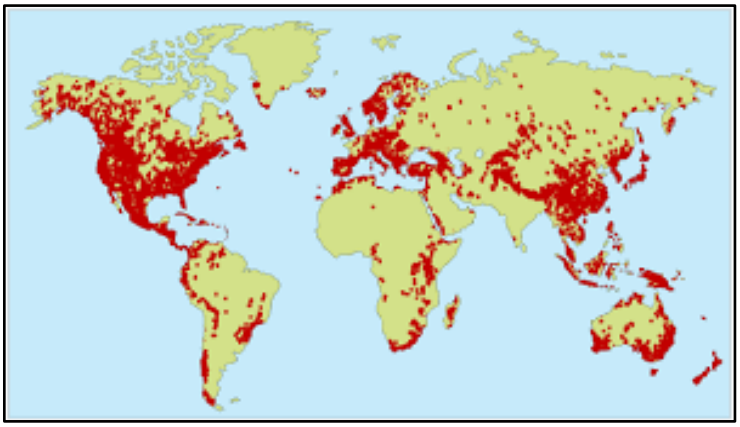
Figura 18 - Folha flabeliforme de *Ginkgo biloba*

Fonte:http://wings-of-fairy.blogspot.com/2016/08/plantas-ginkgo-biloba.html

4.1.5.3 Filo Pinophyta

O maior filo das Gimnospermas, possui muita importância ecológica e econômica, tem cerca de 70 gêneros, 630 espécies e o número de famílias varia entre cinco a oito dependendo do autor, sendo as principais Pinaceae, Araucariaceae, Podocarpaceae, Cupressaceae e Taxaceae. São plantas de crescimento vigoroso, a maioria monoica e perene (permanecem com suas folhas durante todas as estações). Suas folhas são simples, aciculares (semelhantes a uma agulha), escamiformes, lineares ou as vezes lanceoladas, e estão presentes em todo os continentes exceto a Antártida (figura 19), mas dominam principalmente florestas setentrionais na América do Norte e Eurásia. [15,21]

Figura 19 – Distribuição de Coniferophyta



Fonte: Santos DYAC, Chow F [16]

4.1.5.3.1 Família Araucariaceae

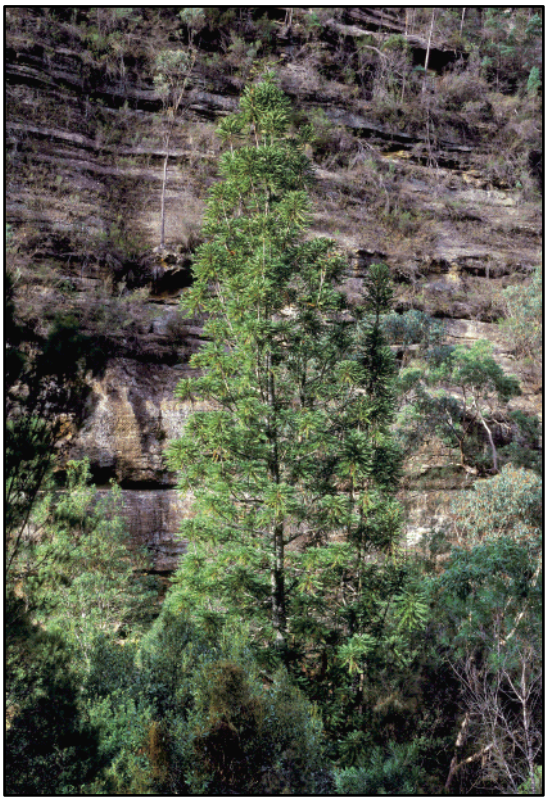
Dividida em 3 gêneros, *Agathis, Araucaria* e *Wollemia*, com cerca de 40 espécies, distribuídas principalmente pelo Hemisfério Sul. No Brasil, *Araucaria angustifolia,* conhecida como pinheiro do paraná (figura 20) é única espécie endêmica que ocorre na região Sul do país, e em alguns locais de altitude no Sudeste, formando a chamada “floresta de araucária”. A semente produzida pela espécie, conhecida como “pinhão” é fonte de renda e alimento para populações, além de sua madeira, e assim, devido a intensa exploração de seus recursos, hoje a espécie está ameaçada de extinção[20,23].

Figura 20 - *Araucaria angustifolia* (pinheiro do paraná)

Fonte:http://www.floriculturawinge.com.br/produtos/?&categoria=1&subcategoria=20&prod=441

Wollemia nobilis (figura 21), é uma espécie extremamente rara, possui cerca de 40 indivíduos viventes nos cânions da Austrália, foi descoberta em 1994[21].

Figura 21 – *Wollemia nobilis*



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Em *Araucariaceae* é possível encontrar espécies monoicas, ou dioicas, em formatos de cone na fase juvenil, e formato de guarda-chuva na fase adulta, e podem chegar até 65 metros de altura e 6 metros de diâmetro[20,23].

4.1.5.3.2 Família Podocarpaceae

Com 17 gêneros e cerca de 125 espécies, a família ocorre em locais de clima tropical e subtropical, predominando na Ásia e Austrália, no Brasil é possível encontrar dois gêneros: *Retrophyllum* com uma espécie, em Rondônia e *Podocarpus* (figura 22) com seis espécies amazônicas, e quatro espécies extra-amazônica, algumas encontradas nas regiões Sul e Sudeste[20,23].

Figura 22 – *Podocarpus* sp.

Fonte: Ceola G. [20]

A maioria da família é representada por árvores ou arbustos dioicos, com raros indivíduos monoicos, apresentando folhas lineares, aciculares, ou escamiformes, megaestróbilos reduzidos, ou até mesmo ausente, suas sementes ficam unidas ao receptáculo, e podem chegar a 60 metros de altura[20,23].

4.1.5.3.3 Família Pinaceae

Na família Pinaceae são encontrados 11 gêneros, e cerca de 200 espécies, ao todo[20,23]. É considerada a maior família do filo Pinophyta, distribuída quase restritamente no Hemisfério Norte, são grandes árvores ou raramente arbustos, monoicos, possuem folhas simples, denominadas de braquiblastos por serem agrupadas em feixes curtos, podem apresentar também casca e folhas aromáticas[20,23].

O gênero *Larix* é o único decíduo, ou seja, perdem suas folhas em certo período do ano (inverno), e durante o outono, suas folhas mudam de cor (figura 23) como o que ocorre com *Larix decidua*, que é nativa da das montanhas da Europa Central, e extremamente resistente ao frio[16,21].

Figura 23 - *Larix decídua,* durante as estações do ano. (A) Inverno; (B) Primavera; (C) Verão; (D) Outono

Fonte: https://wimastergardener.org/article/european-larch-larix-decidua/

O gênero mais conhecido, *Pinus*, foi introduzido no Brasil, e hoje ocupa grandes áreas de plantio, principalmente nas regiões sul e sudeste do país. As principais espécies encontradas são *P. palustris, P. echinata, P. elliottii, e P. taeda*, muito utilizadas para fins comerciais[24].

Para o Brasil deixar de ser dependente da importação, passou-se a introduzir as espécies de *Pinus* entre as décadas de 1970 e 1980, passando a ser um país exportador, beneficiando não somente a indústria madeireira, como também industrias papeleiras e química, devido à grande qualidade e quantidade de madeira e resina produzida por essas espécies[24].

4.1.5.3.4 Família Cupressaceae

Essa família é a única chamada de cosmopolita, ou seja, tem distribuição por quase todo o planeta, com menos frequência na América do Sul e na África, porém no Brasil não há gêneros nativos, e também é a segunda maior família do filo, com cerca de 30 gêneros e 130 espécies[16,23].

Podem apresentar árvores ou arbustos monoicos, com alguns representantes dioicos como *Juniperus communis*, conhecido como zimbro-comum, cujos estróbilos femininos são carnosos, semelhante a bagas (figura 24). Nesta família também se

incluem as sequoias como *Sequoiadendron gigantetum*, e ciprestes (*Cupressus spp.*)[17,23].

Figura 24 - "Estróbilos femininos" *de Juniperus communis*

Fonte: Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. [14]

4.1.5.3.5 Família Taxaceae

A pequena família possui cerca de 6 gêneros, e aproximadamente 30 espécies, sua distribuição é menos ampla comparada as outras famílias, sendo encontrada principalmente no sudeste asiático[16,23].

Geralmente são árvores ou arbustos dioicos, mas apresentam indivíduos monoicos com menos frequência, suas folhas são lineares, os grãos de pólen não possuem vesículas de ar, e a semente é envolta por um arilo carnoso de cor vermelha, muito confundido com frutos, atraem animais que ajudam na dispersão[16,23].

São utilizadas normalmente como plantas ornamentais, mas *Taxus* brevifolia (figura 25) ou Teixo do Pacífico, é utilizada como fonte de taxol, um anticancerígeno natural, que foi isolado da casca da arvore em 1971, aplicado no tratamento de câncer de ovário, mama, e de pulmão[16,25].

Figura 25 - *T. brevifolia* Com Arilo Carnoso Vermelho

Fonte: https://www.conifers.org/ta/Taxus_brevifolia.php

4.1.5.4 Filo Gnetophyta

Este filo consiste em apenas uma ordem Gnetales, e três famílias, Gnetaceae, Ephedraceae, e Welwitschiaceae, bastante distintos entre si, mas agrupados de acordo com dados moleculares[21,23].

4.1.5.4.1 Família Gnetaceae

A família possui apenas um gênero *Gnetum,* com cerca de 30 espécies, e alguns representantes brasileiros, geralmente sendo lianas lenhosas, ou raramente arbustos ou árvores, são dioicas, e sua distribuição ocorre em florestas tropicais ou subtropicais[21,23].

Sua aparência lembra a de uma angiosperma, por possuir hábito lianescente, com as folhas opostas e largas, e as sementes carnosas semelhantes a frutos do tipo baga (figura 26)[21,23].

Figura 26 - folhas e sementes de uma Gnetaceae

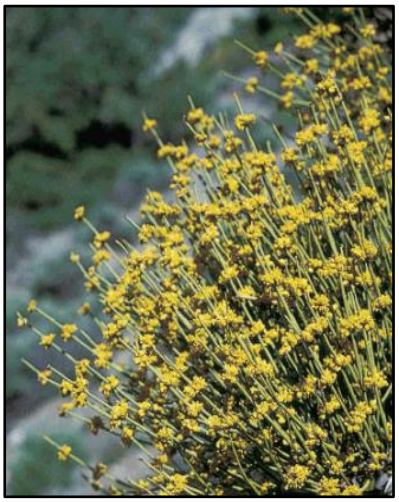
Fonte: Ceola G. [20]

4.1.5.4.2 Família Ephedraceae

São ervas ou arbustos, dioicos, com folhas pequenas e caules aparentes, habitam regiões áridas e desérticas nos dois hemisférios, são cultivadas principalmente para comercialização de seus compostos (efedrina e pseudoefedrina), utilizados na medicina para tratamentos de doenças do trato respiratório[21,26].

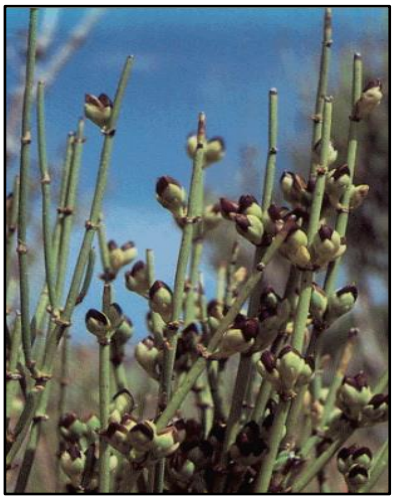
A família possui apenas o gênero *Ephedra* (figura 27 e 28), com cerca de 50 espécies. No Brasil ocorre apenas *Ephedra tweediana,* nativa do Rio Grande do Sul[22,26].

Figura 27 - Arbusto masculino de *Ephedra viridis*



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

Figura 28 - Arbusto feminino de *E. viridis*



Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]

4.1.5.4.3 Família Welwitschiaceae

A família apresenta apenas o gênero *Welwitschia*, e uma única espécie, *Welwitschia mirabilis* (figura 29), uma planta herbácea, encontrada apenas nos desertos do sudoeste da África, cujas folhas são longas, mas a maior parte do caule fica enterrada no solo, podendo viver até milhares de anos[17,21].

Figura 29 – *Welwitschia mirabilis*

Fonte:https://www.greenme.com.br/informarse/biodiversidade/6333-welwitschia-planta-vive-ate-2-000-anos/

4.1.5.5 Gimnospermas Extintas

Como mencionado anteriormente, o grupo vegetal dominante no ambiente terrestre, até a chegada das Angiospermas, era o grupo das Gimnospermas, e algumas ordens deste grande grupo, não possuem representantes atuais. Pteridospermales (figura 30), foi um grupo artificial, presente entre o período Devoniano e Jurássico, com indivíduos em formato semelhante ao das samambaias, e alguns sendo arvores lenhosas, habitando em regiões tropicais[16,21].

Figura 30 – Reconstrução de *Medullosa noei*, uma espécie de Pteridospermales

Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE[21]

A ordem das Cordaitales, era encontrada em ambientes secos, ou em pântanos, durante o período Carbonífero e Permiano, sendo extintas na era Mesozoica, podiam ser arbustivas ou arbóreas, e atingir até 30 metros de altura, bastante ramificadas e com folhas longas e finas (figura 31)[16,21].

Figura 31 - Reconstrução de Ramo de Folhas de *Cordaitales*

Fonte: Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE[21]

Durante a era Mezozoica, a ordem dominante era a Bennettitales (figura 32), também conhecidas como cicadoídeas, por causa de sua semelhança com a cicadófitas (formato semelhante a palmeiras), foram extintas no período Cretáceo, e ainda hoje sua posição filogenética não é esclarecida[16,21].

Figura 32 - Reconstrução de *Bennettitales*

Fonte: **Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. [21]**

4.2 Análise de Livros Didáticos

A seguir se fará a análise do conteúdo de gimnospermas em três obras utilizadas no ensino médio.

Foram selecionados, analisados e comparados (tabela 1) três livros didáticos (figura 33) de Biologia, com conteúdo relacionado ao tema de Gimnospermas (tabela 2), destinados ao segundo ano do ensino médio de escolas públicas, aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) que contempla desde Ensino Básico, à Instituições Comunitárias, Confessionais ou Filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público[14].

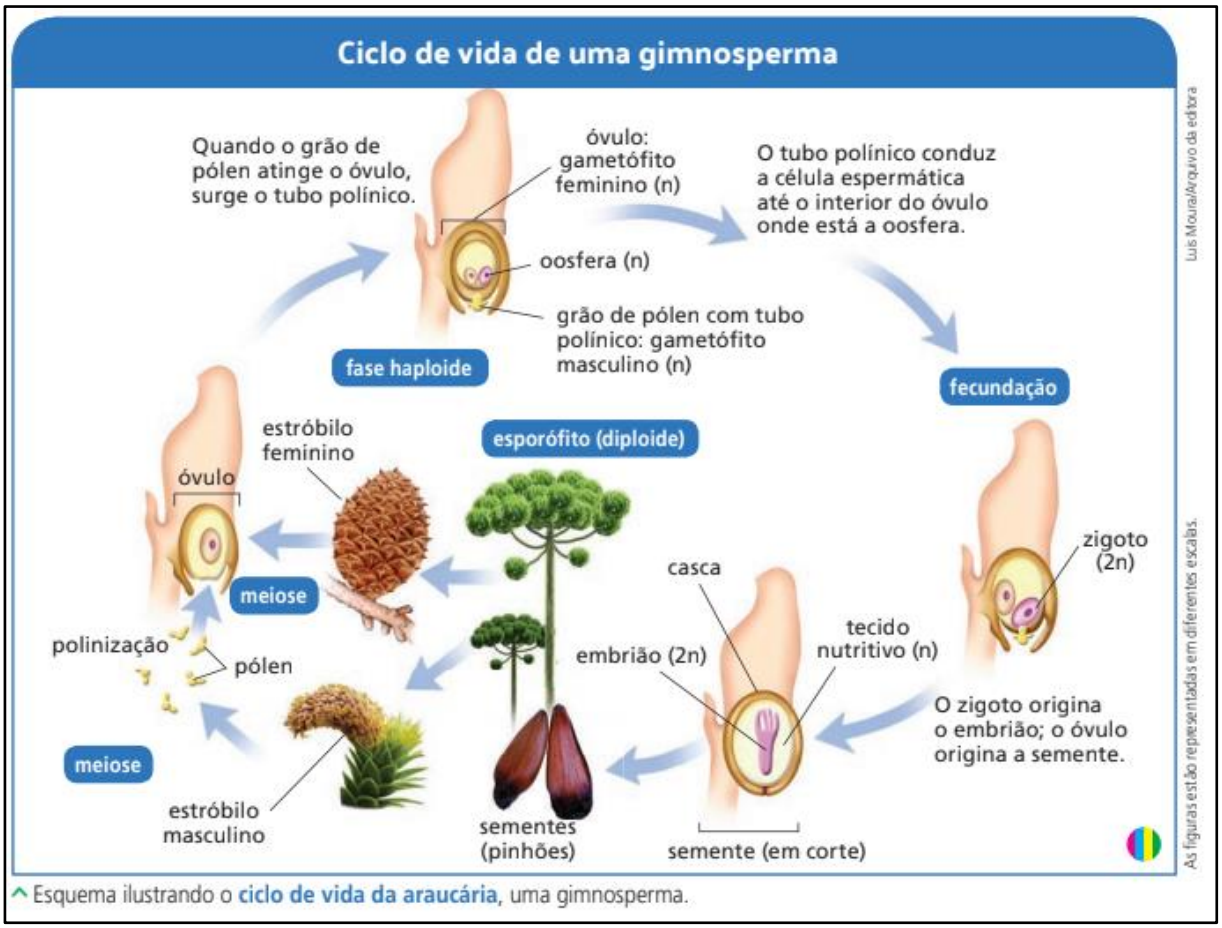
Figura 33 – Livros Didáticos - (A) livro 1 (B) livro 2 (C) Livro 3

O livro 1 (Figura 33-A), escrito por Vivian L. Mendonça, Mestra em Ciências pela Instituto de Biociências da Universidade São Paulo, se trata de um manual do professor, publicado em 2016, composto por 16 capítulos que abordam a classificação dos seres vivos, desde vírus à mamíferos e todo o reino vegetal. O livro apresenta sumário, glossário etimológico, índice remissivo, bibliografia, e figuras que possuem fontes e escalas. Ao final do livro há um manual para o professor, com 90 páginas, com orientações, sugestões e respostas das atividades apresentadas em cada capítulo.

O conteúdo referente ao tema das Gimnospermas, está presente no capítulo 6 denominado de “Grandes grupos de plantas”, que aborda desde o grupo das Briófitas ao grupo das Angiospermas. O capítulo inicia com a classificação das plantas, onde explica os termos “criptógamas” e “fanerógamas”, e de forma suscinta a diferença dos quatro grupos de plantas (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas).

Após apresentar o grupo das Pteridófitas, a autora inicia o assunto sobre as Gimnospermas e de forma lacônica aborda as características do grupo, focando em *Araucaria angustifolia*, sobre seu habitat e interação com fauna. O ciclo de vida é representado de forma mais completa, e esquematizado com figuras (figura 35).

Figura 35 – Ciclo de Vida esquematizado no Livro 1



Fonte: figura retirada do livro 1

A linguagem utilizada é de fácil entendimento, apesar do uso de alguns termos científicos, as figuras não são chamadas no texto, mas possuem títulos e legendas bastante explicativos (figura 36), não há sugestões de atividades práticas. Por ser um capítulo único para os quatro grupos de planta, não são representados os outros filos da Gimnospermas, além das coníferas, assim como as atividades, que são diversificadas entre alternativas e dissertativas, mas poucas são voltadas para o tema.

Figura 36 – Trecho do livro mostrando que a figura apesar de possuir legenda explicativa não é chamada no texto

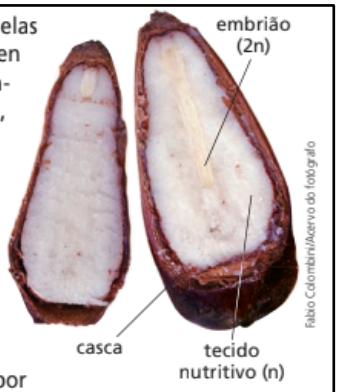
É comum acontecer de mais de uma oosfera ser fecundada, cada uma delas por uma célula espermática de tubo polínico proveniente de grãos de pólen distintos, uma vez que vários deles iniciam a germinação logo após a polinização. No entanto, apenas um embrião se desenvolve no gametófito feminino, envolto pelas demais células do gametófito ricas em reserva de nutrientes.

Após a fecundação, o óvulo dá origem à **semente**, formada pelo embrião (2n), pelo tecido nutritivo (n) e pela casca.

A semente se desprende do estróbilo feminino e, encontrando condições adequadas, germina. O embrião se desenvolve em uma nova planta (esporófito), reiniciando o ciclo.

Nas araucárias, o ciclo reprodutivo é longo. Depois de germinada a semente, a nova planta só produzirá sementes a partir dos 15 anos de idade. Iniciada a produção de sementes, a árvore fabrica em média 40 estróbilos por ano ao longo de toda sua vida, que é de cerca de 200 anos.

Você deve ter reparado que, no ciclo reprodutivo das gimnospermas, o encontro dos gametas não depende da água para a fecundação. O vento transporta o grão de pólen e o tubo polínico leva o gameta masculino (célula espermática) até a oosfera. O surgimento do grão de pólen e do tubo polínico foi condição importante para a conquista definitiva do ambiente terrestre pelas plantas. Tal condição também ocorre nas angiospermas, o que propiciou a expansão dessas fanerógamas em diversos ambientes, não ficando restritas a ambientes úmidos, como acontece com as criptógamas (briófitas e pteridófitas).



Pinhão, a semente da araucária. Observe, no pinhão em corte longitudinal, o embrião e o tecido nutritivo. Cada pinhão mede cerca de 6 cm de comprimento.

Fonte: Figura retirada do livro 1

O livro 2 (Figura 33-B), escrito por, Sérgio Linhares, licenciado e bacharel em História Natural pela Universidade do Brasil (atual UFRJ), Fernando Gewandsznajder, Doutor em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Helena Pacca, bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Publicado em 2016, o livro consta com 22 capítulos, que desenvolvem os assuntos sobre os seres vivos, tratando sobre o reino animal, vegetal, anatomia e fisiologia humana. Possui sumário, respostas das atividades, sugestões de leitura, figuras com fontes e escala, e bibliografia.

O tema Gimnospermas aparece no capítulo 6 do livro, denominado de “Gimnospermas e Angiospermas”. Inicialmente, os autores apresentam brevemente as características do grupo, e no tópico “ciclo reprodutivo”, com foco apenas nas coníferas, abordam habitat, importância econômica e estruturas de reprodução. Em outros três tópicos, explicam a formação do grão de pólen, do gametófito feminino e a fecundação, respectivamente, esquematizado com figuras (figura 37). A classificação e as características dos outros filos, não são abordadas.

Figura 37 – Esquematização da formação do óvulo e do grão de pólen

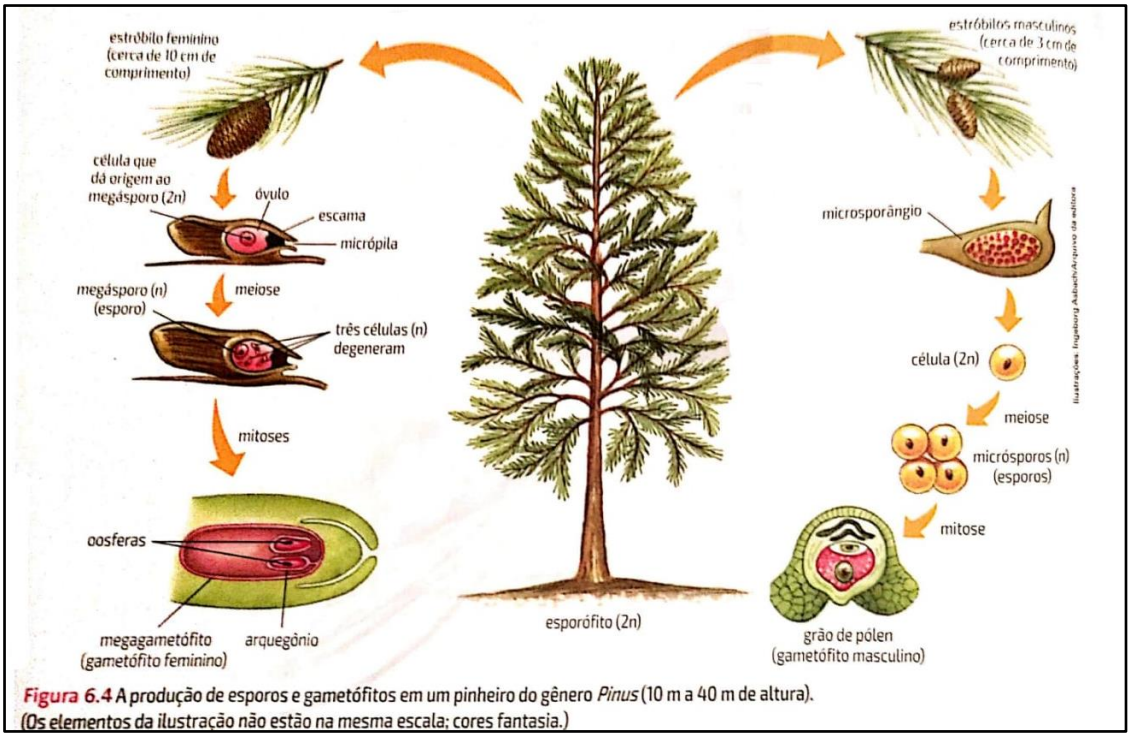
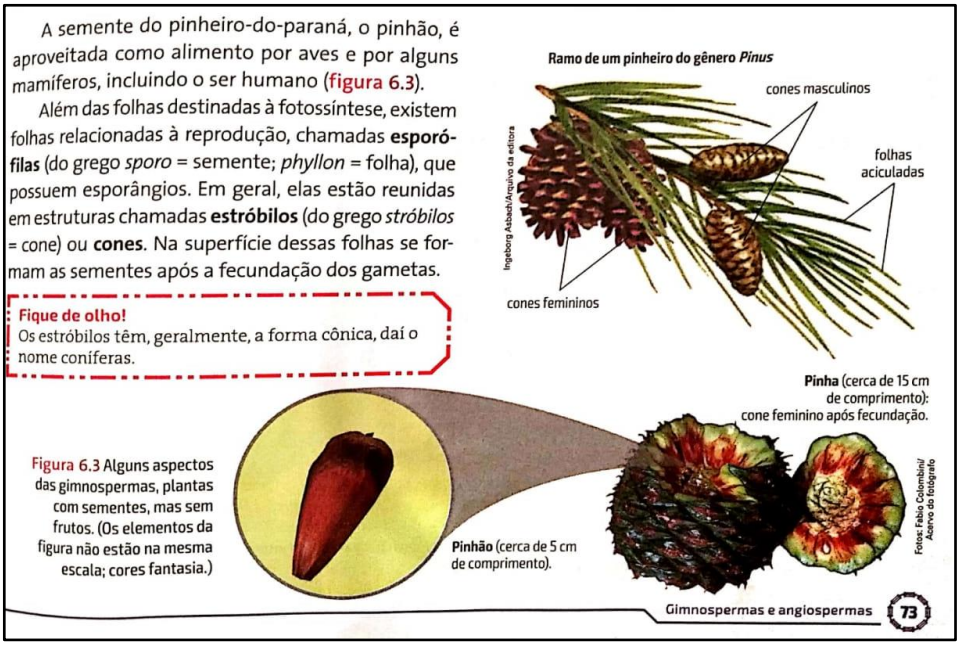


Figura 6.4 A produção de esporos e gametófitos em um pinheiro do gênero *Pinus* (10 m a 40 m de altura). (Os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Fonte: Figura retirada do livro 2

Neste livro os autores utilizam uma linguagem adequada, e empregam poucos termos científicos, as figuras são chamadas no texto, e possuem legendas explicativas (figura 38), os exercícios estão no final do capítulo, e variam entre dissertativos e alternativos, mas são poucos voltados para o tema. Não há sugestão de atividades práticas.

Figura 38 – Trecho do livro onde as figuras são chamadas no texto



A semente do pinheiro-do-paraná, o pinhão, é aproveitada como alimento por aves e por alguns mamíferos, incluindo o ser humano (figura 6.3).

Além das folhas destinadas à fotossíntese, existem folhas relacionadas à reprodução, chamadas **esporófilas** (do grego *sporo* = semente; *phyllon* = folha), que possuem esporângios. Em geral, elas estão reunidas em estruturas chamadas **estróbilos** (do grego *stróbilos* = cone) ou **cones**. Na superfície dessas folhas se formam as sementes após a fecundação dos gametas.

Fique de olho!
Os estróbilos têm, geralmente, a forma cônica, daí o nome coníferas.

Ramo de um pinheiro do gênero *Pinus*

Pinha (cerca de 15 cm de comprimento): cone feminino após fecundação.

Pinhão (cerca de 5 cm de comprimento).

Fotos: Fabio Colombini/ Acervo do fotógrafo

Figura 6.3 Alguns aspectos das gimnospermas, plantas com sementes, mas sem frutos. (Os elementos da figura não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Fonte: Figura retirada do livro 2

O livro 3 (Figura 33-C), de José Arnaldo Favaretto, médico graduado pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade São Paulo, publicado em 2016, refere-se a um manual do professor, com 16 capítulos, que abordam classificação dos seres vivos, reino animal, fisiologia humana, reino vegetal e fisiologia vegetal. No livro constam sumário, figuras com fontes, lista de siglas e bibliografia. Ao final há 93 páginas para orientação do professor, onde o autor aborda assuntos como a didática do ensino médio, inclusão e ENEM, também comenta sobre os assuntos tratados no conteúdo do livro.

No capítulo 13, chamado de “O mundo vegetal: grupos vegetais e reprodução”, o autor inicia explicando a adaptação das plantas ao ambiente terrestre, e a classificação dos quatro grupos de plantas. Ao abordar o tema das Gimnospermas, brevemente explica a origem do nome do grupo, e suas características, no tópico “ciclo de vida” o autor explica muito bem todo o ciclo e esquematiza com figuras que são chamadas no texto e possuem legendas explicativas (figura 39).

Figura 39 – Esquematização do ciclo de vida

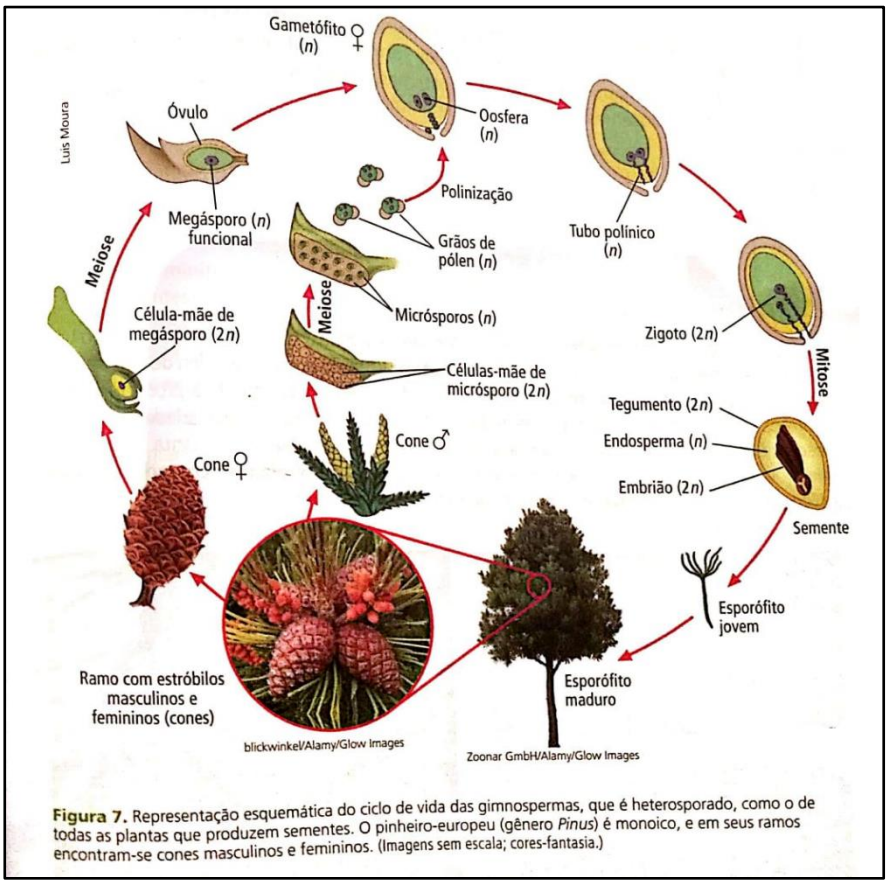


Figura 7. Representação esquemática do ciclo de vida das gimnospermas, que é heterosporado, como o de todas as plantas que produzem sementes. O pinheiro-europeu (gênero *Pinus*) é monoico, e em seus ramos encontram-se cones masculinos e femininos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Figura retirada do livro 3

A linguagem é facilmente compreendida, o autor utiliza alguns termos científicos, mas não aborda todos os filos do grupo, não apresenta a importância econômica e a interação com a fauna. As atividades apresentadas no final do capítulo, são todas dissertativas, e não abordam de forma efetiva o grupo das Gimnospermas, também não há sugestões de atividades práticas.

Tabela 1 – Comparação dos livros didáticos

Critérios analisados	Livro 1	Livro 2	Livro 3
Caracterização da presença do tema	2	2	2
Linguagem utilizada	3	4	4
Utilização de figuras e ilustrações	3	4	3
Relação das Gimnospermas com outros seres vivos	4	2	2
Atividade prática	0	0	0
Exercício proposto para compreensão do tema	2	3	2
Totalidade da pontuação	**14**	**17**	**13**

Qualificação: [0] não possui; [1] ruim; [2] regular; [3] bom e [4] ótimo.

Tabela 2 – Análise comparativa dos conteúdos presente nos livros didáticos

Critérios analisados	Livro 1	Livro 2	Livro 3
Caracterização da origem das Gimnospermas	X	X	X
Morfologia e funções das estruturas	✓	✓	✓
Distribuição e habitat	X	X	X
Reprodução e ciclo de vida	✓	✓	✓
Classificação das Gimnospermas	X	X	X
Aspecto ecológico	✓	✓	X
Aspecto econômico	X	✓	X
Atividades e questões propostas	✓	✓	✓

Legenda: ✓ presença do critério; X ausência do critério.

Livro 1: Mendonça, Vivian L. Biologia: os seres vivos, vol.2; 2016. p. 89 – 91

Livro 2: Linhares, Sérgio; Gewandsznajder, Fernando; Pacca, Helena. Biologia Hoje, vol.2 2016; p. 72 – 75

Livro 3: Favaretto, José Arnaldo. Biologia unidade e diversidade, 2º ano; 2016. P. 222 -223

Ao analisar as duas tabelas, o livro 2, é o que apresenta o melhor resultado, por tratar o tema da Gimnospermas com qualidade e de forma mais aprofundada, com linguagem adequada, uso de boas figuras e ilustrações, além de apresentar mais exercícios relacionado ao tema, em comparação aos outros livros, por isso foi escolhido como principal referência para o plano de aula.

4.3 Plano de Aula

Tema:

As Gimnospermas

Série:

2° ano do ensino médio

Objetivos:

Identificar as principais características do grupo, estruturas de reprodução, classificação e sua importância.

Materiais:

Recursos audiovisuais (Datashow), lousa, giz e livro didático.

Métodos:

Aula expositiva dialogada, com slides, aula prática, e trabalhos em grupo.

Conteúdo Programático:

- Características;
- Estruturas de reprodução;
- Classificação e importância.

Avaliação:

Questões dissertativas, pesquisa em grupo, relatório de aula prática.

Questões:

1) Qual o principal fator evolutivo responsável pelo sucesso das Gimnospermas?
2) Cite uma espécie com importância econômica e uma espécie com importância médica.
3) Quantos filos o grupo possui? Qual o nome deles?
4) O que é o grão de pólen e pelo o que ele é responsável?
5) Descreva o ciclo de vida das Gimnospermas.

Roteiro de aula prática: Estruturas de reprodução

Objetivos: identificar e diferenciar as estruturas de reprodução masculinas e femininas de *Pinus sp.*

Materiais: estróbilos masculinos e femininos de *Pinus sp.* em diferentes estágios, e sementes.

1) Observe, desenhe e explique os diferentes estágios do estróbilo feminino.
2) Observe e desenhe o estróbilo masculino.
3) Desenhe a semente, e explique a sua importância.

Referências Bibliográficas:

- Linhares, Sérgio; Gewandsznajder, Fernando; Pacca, Helena. Biologia Hoje, vol.2 2016
- Linhares, Sérgio; Gewandsznajder, Fernando; Pacca, Helena. Biologia Hoje, vol.2 2016
- Mendonça, Vivian L. Biologia: os seres vivos, vol.2; 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Gimnospermas, apesar de já ter sido um grupo dominante no ambiente terrestre, e ainda ter muita importância ecológica e econômica, atualmente não ganham muito protagonismo nas aulas de botânica do Ensino Médio, com isso dificultando as chances de que o aluno se interesse pelo tema.

Nos livros didáticos analisados, são apresentadas de forma breve, geralmente em capítulo junto com os outros grupos de planta, diferentemente do que ocorre com o Reino Animal, onde os grupos são abordados em capítulos únicos ganhando muito mais importância. Os autores não desenvolvem o tema com tanta clareza, sem abordar a classificação do grupo, importância e distribuição, não trazem propostas de atividades práticas, e são poucos os exercícios de fixação.

Sendo assim, cabe ao professor, elaborar formas de manter os alunos interessados no assunto, para que a aula passe de uma expositiva de memorização, para uma aula em que os alunos entendam e aprendam de forma simples a conectar as Gimnospermas no dia–a–dia.

REFERÊNCIAS

(1) Neto AS, Maciel LSB. O Ensino Jesuítico no Período Colonial Brasileiro: Algumas Discussões. Educar Curitiba. 2008; (31)169 – 189.

(2) Paiva WA. O Legado dos Jesuítas na Educação Brasileira. Educ. Rev. 2015 [acesso em 27 jul 2020]; 31(4) 201-222. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/edur/v31n4/1982-6621-edur-31-04-00201.pdf

(3) Fávero LL. Heranças – A Educação no Brasil Colônia. Ver. Anpoli. 2000; (8) 87 – 102

(4) Saviani D, Almeida JS, Souza RF, Valdemarin VT. O Legado Educacional do Século XIX. Campinas: Autores Associados, 2017

(5) Darius FA, Darius RPP. A Educação Pública no Brasil no Século XX: Considerações à Luz da Formação do Grupos Escolares e do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova. Rev. Bras. Psico. E Educ. 2018; 20(1) 32 – 41.

(6) Bitar M, Bitar M. História da Educação no Brasil: A Escola Pública no Processo de Democratização da Sociedade. Acta Scientiarum. 2012 [acesso em 28 jul 2020]; 34(2) 157 – 168. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/17497/pdf

(7) Conheça o Brasil [Internet] IBGE. [acesso em 2 ago 2020] Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18317-educacao.html

(8) Uliana ER. Histórico do Curso de Ciências Biológicas no Brasil e em Mato Grosso. VI Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 2012; São Cristovão. São Cristovão: EDUCON. 14p

(9) Araújo GC. Botânica no Ensino Médio [Trabalho de Conclusão de Curso]. Brasília: Consórcio Setentrional de Educação a Distância Universidade Brasília e Universidade Estadual de Goiás; 2011. [acesso em 04 ago 2020]. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/1864/6/2011_GiseleCristinadeAraujo.pdf

(10) Towata N, Ursi S, Santos DYAC. Análise da Percepção de Licenciandos sobre o "Ensino de Botânica na Educação Básica". Rev. SBEnBio. 2010 [acesso em 04 ago 2020]. (3) 1603 – 1612. Disponível em: http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Towataetal2010-%20Bot%C3%A2nica.pdf

(11) Rivas MIE. Botânica no Ensino Médio: "Bicho de Sete Cabeças" Para Professores e Alunos? [Trabalho de Conclusão de Curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012 [acesso em 04 ago 2020]. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/72335

(12) Delizoicov D, Angotti JA, Pernambuco MM. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez; 2009.

(13) Programas do Livro [internet] FNDE. [acesso em 11 set 2020]. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos

(14) Mantovani KP. O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD Impactos na Qualidade do Ensino Público [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009. [acesso em 11 set 2020]. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-24112009-152212/publico/KATIA_PAULILO_MANTOVANI.pdf

(15) Zulmira MMM, Siqueira NJB. Botânica. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda; 1981.

(16) Santos DYAC, Chow F, organizadoras. Diversidade e Evolução de Plantas. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica; 2014. 170 p [acesso em 01 Mar 2020]. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo03/diversidade_evolucao_plantas_PLC0022/DivEvoPlan_top07.pdf

(17) Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. Biologia de Campbell. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2015. 1441p

(18) Delevoryas T. Diversificação nas Plantas. São Paulo: Livraria Pioneira Editora; 1971

(19) Karasawa MMG. Diversidade Reprodutiva de Plantas. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética; 2009

(20) Ceola G. Botânica Sistemática. Porto Alegre: SAGAH, 2019. 302p.

(21) Raven PH, Evert KF, Eichhorn SE. Biologia Vegetal. 8ª ed, Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2018. 800p.

(22) Bold HC. O Reino Vegetal. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1998.

(23) Souza VC, Lorenzi H. Botânica Sistemática. 3ª ed. Nova Odessa: Plantarum; 2012

(24) Shimizu JY. Pinus na Silvicultura Brasileira. Colombo: Embrapa Florestas; 2008. 223p

(25) Brandão HN, David JP, Couto RD, Nascimento JAP, David JM. Química e Farmacologia de Quimioterápicos Antineoplásicos Derivados de Plantas, Quim Nova. 2010 [acesso em 09 Jun 2020]; 33(6): 1359 – 1369. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/qn/v33n6/26.pdf

(26) Boff BS, Sebben VC, Paliosa PK, Azambuja I, Singer RB, Limberger RP. Investigação da presença de efedrinas em *Ephedra tweediana* Fisch & C.A. Meyer e em *E. triandra* Tul. (Ephedraceae) coletadas em Porto Alegre/RS, Rev. bras. farmacogn. 2008 [acesso em 01 ago 2020]; 18(3): 394 – 401. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2008000300014