

DISSERTAÇÃO DE CONCURSO

AS PROTHALLOPHYTAS

POR

AARÃO FERREIRA DE LACERDA

DOUTOR EM PHILOSOPHIA PELA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

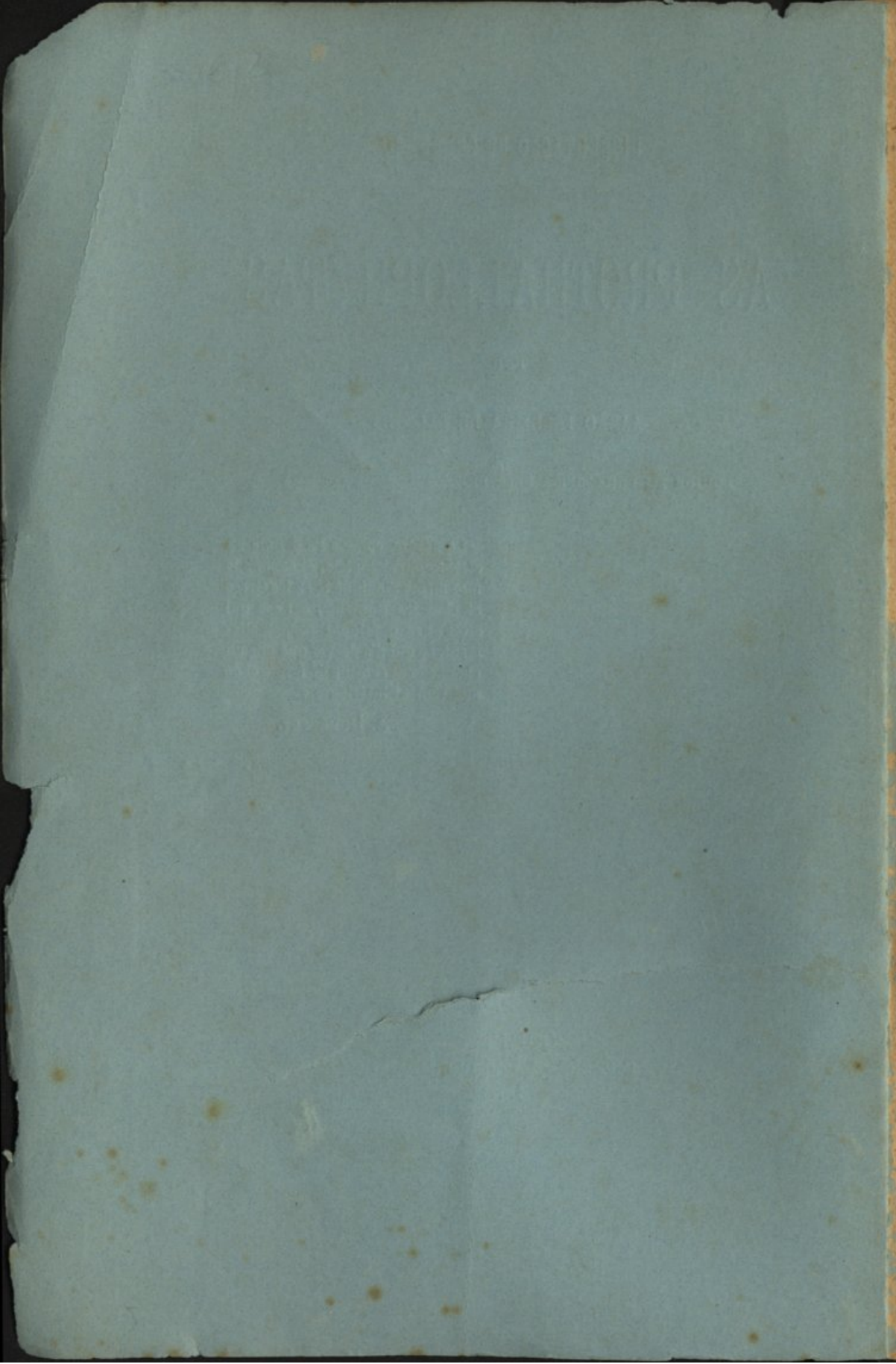
La nature, comme l'a définie un célèbre physiologiste, et comme le mot même l'indique chez les Grecs et chez les Romains, est «ce qui croit et se développe perpétuellement, ce qui n'a de vie que par un changement continu de forme et de mouvement intérieure.»

A. HUMBOLDT.

de Coimbra

B-76/2

COIMBRA
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
1886



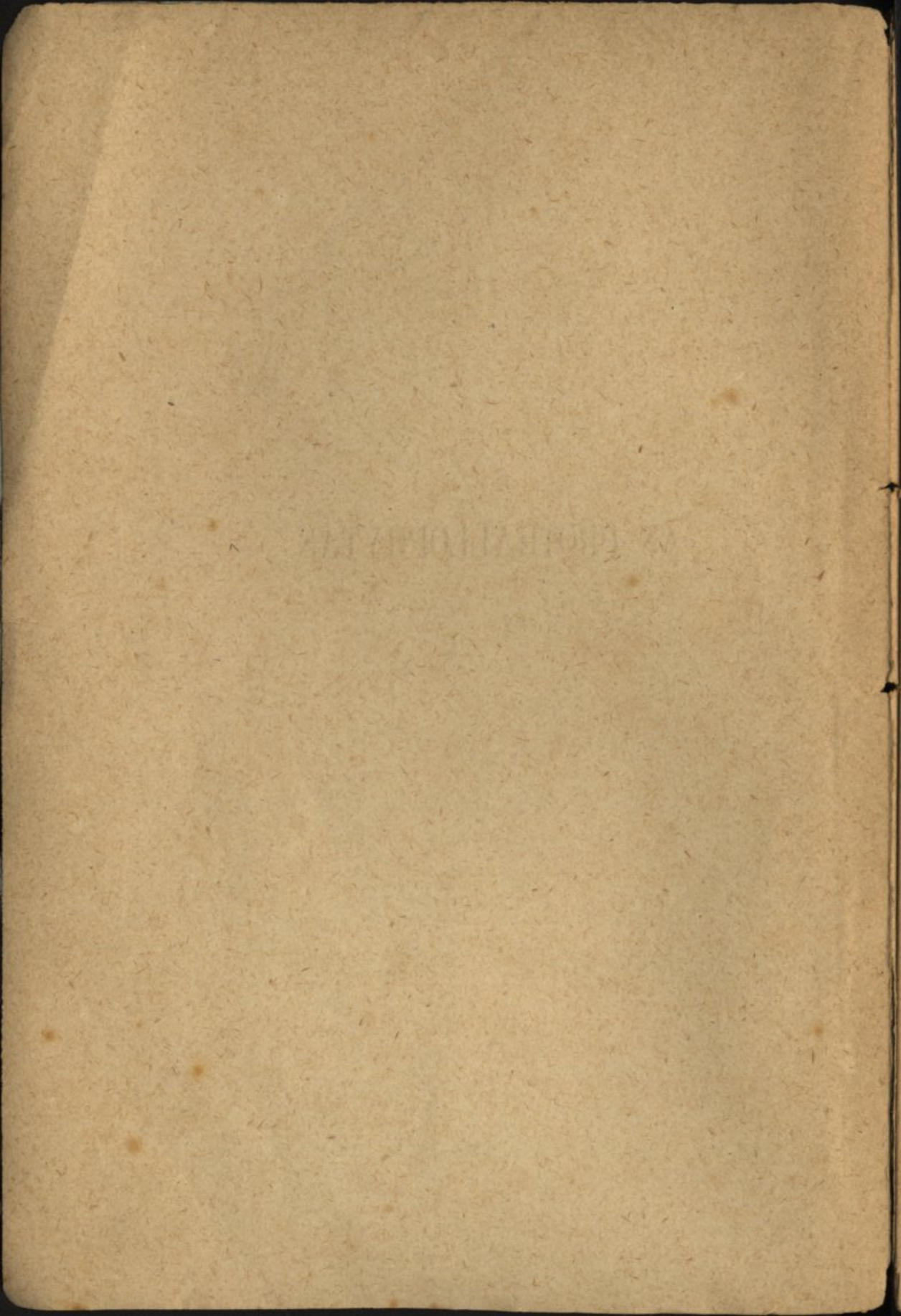
1845

Dr. Julio Augusto Henríquez
caro testem meo
de ~~mi~~ ⁱⁿ ~~est~~ ^{est} ~~iss~~ ^{iss} ~~im~~ ^{im}
amigada e profundissima
recompensament

AS PROTHALLOPHYTAS

[Signature]

Ante Ferrer de Lacerda



X-69-440156-X

DISSERTAÇÃO DE CONCURSO

AS PROTHALLOPHYTAS

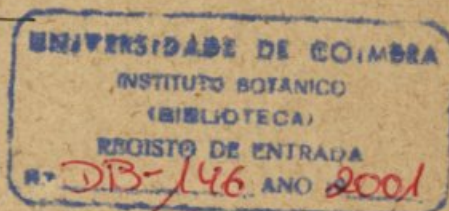
POR

AARÃO FERREIRA DE LACERDA

DOUTOR EM PHILOSOPHIA PELA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

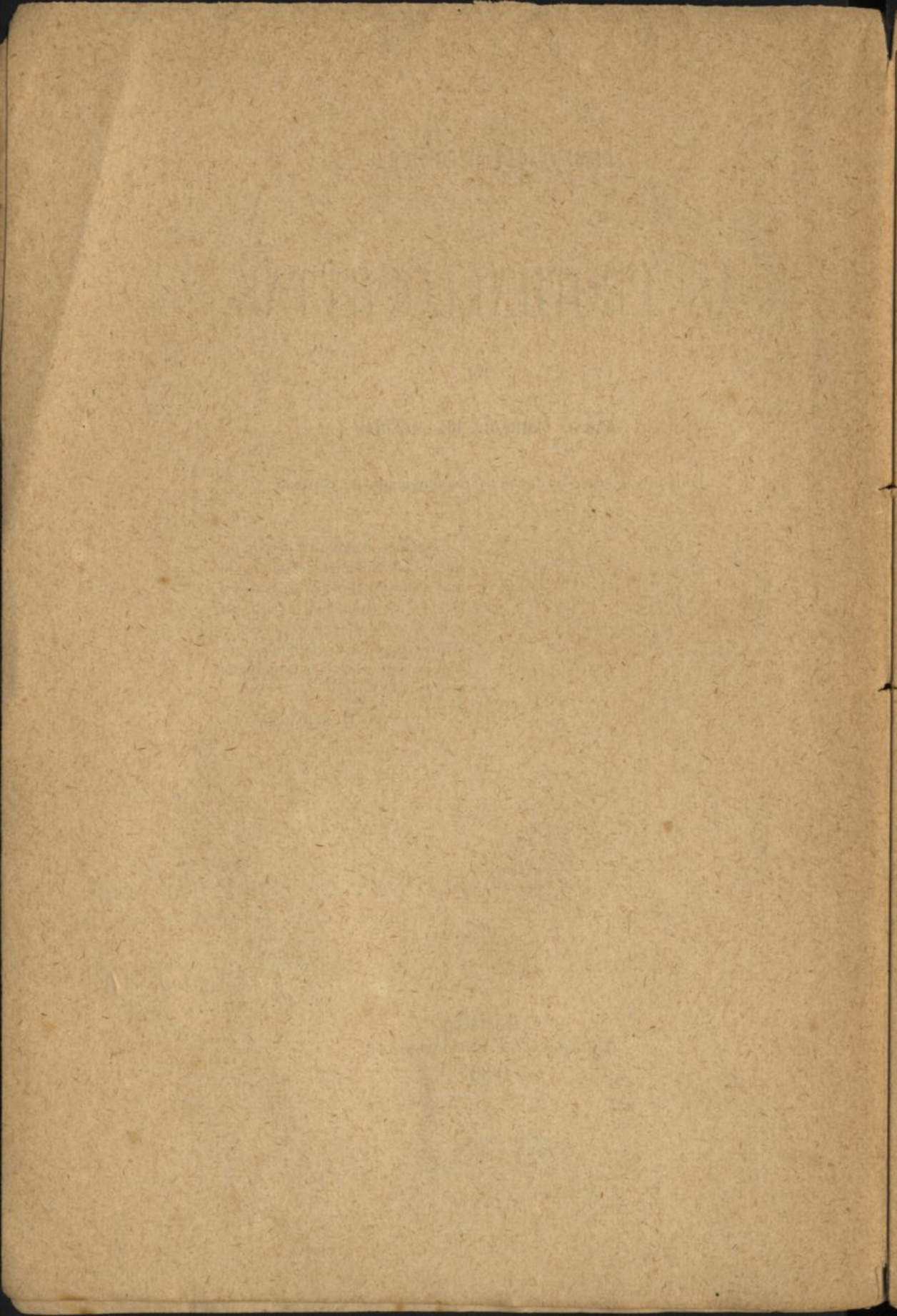
La nature, comme l'a définie un célèbre physiologiste, et comme le mot même l'indique chez les Grecs et chez les Romains, est «ce qui croit et se développe perpétuellement, ce qui n'a de vie que par un changement continu de forme et de mouvement intérieure.»

A. HUMBOLDT.



COIMBRA
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
1886





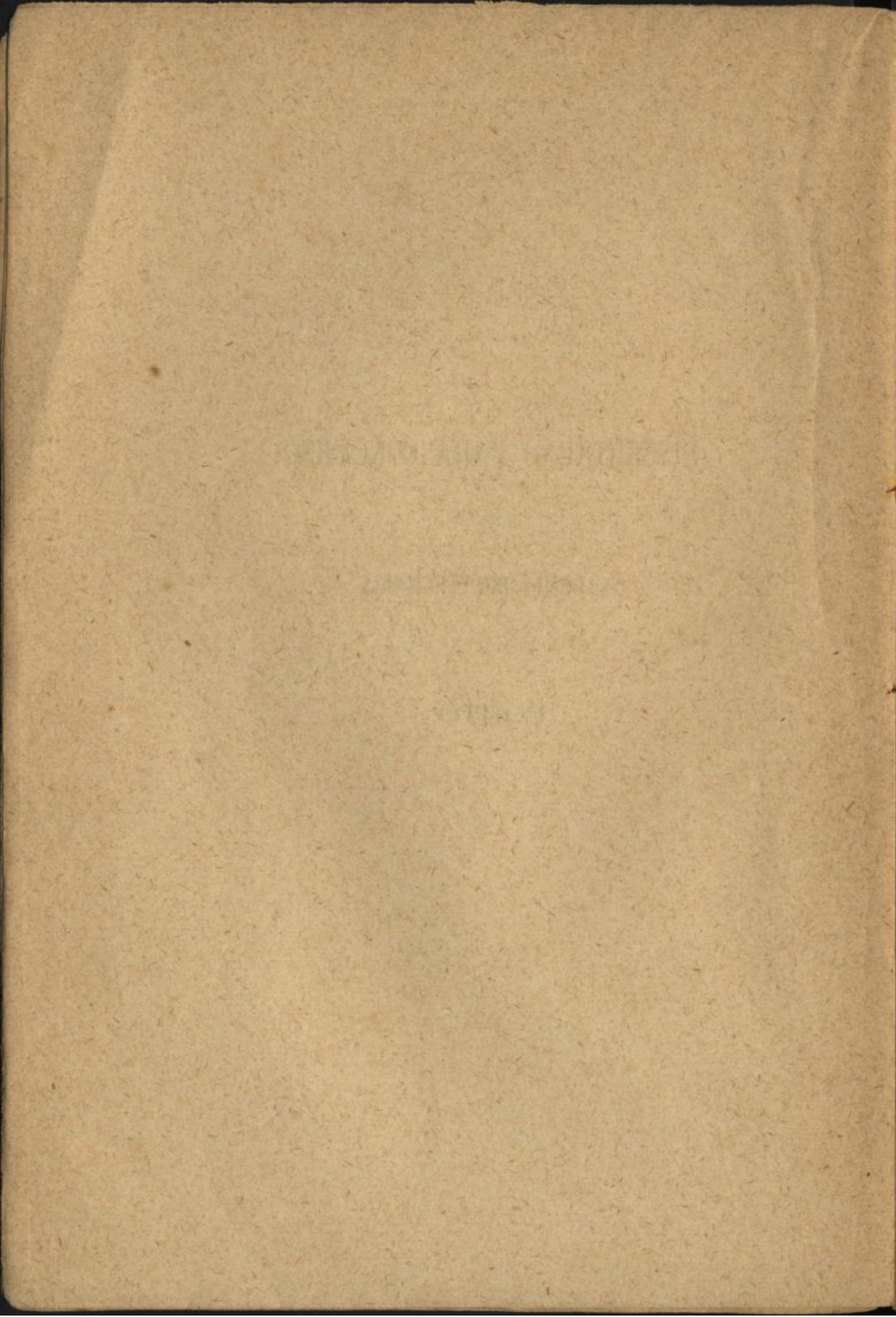
DISSERTAÇÃO PARA CONCURSO

NA

ACADEMIA POLYTECHNICA

DO

PORTO



AO

ILLUSTRÍSSIMO E EXCELENTÍSSIMO SENHOR

CONSTANTINO ANTONIO ALVES DA SILVA

EM TESTEMUNHO DE PROFUNDÍSSIMO RESPEITO
E MUITÍSSIMA ANIZADE

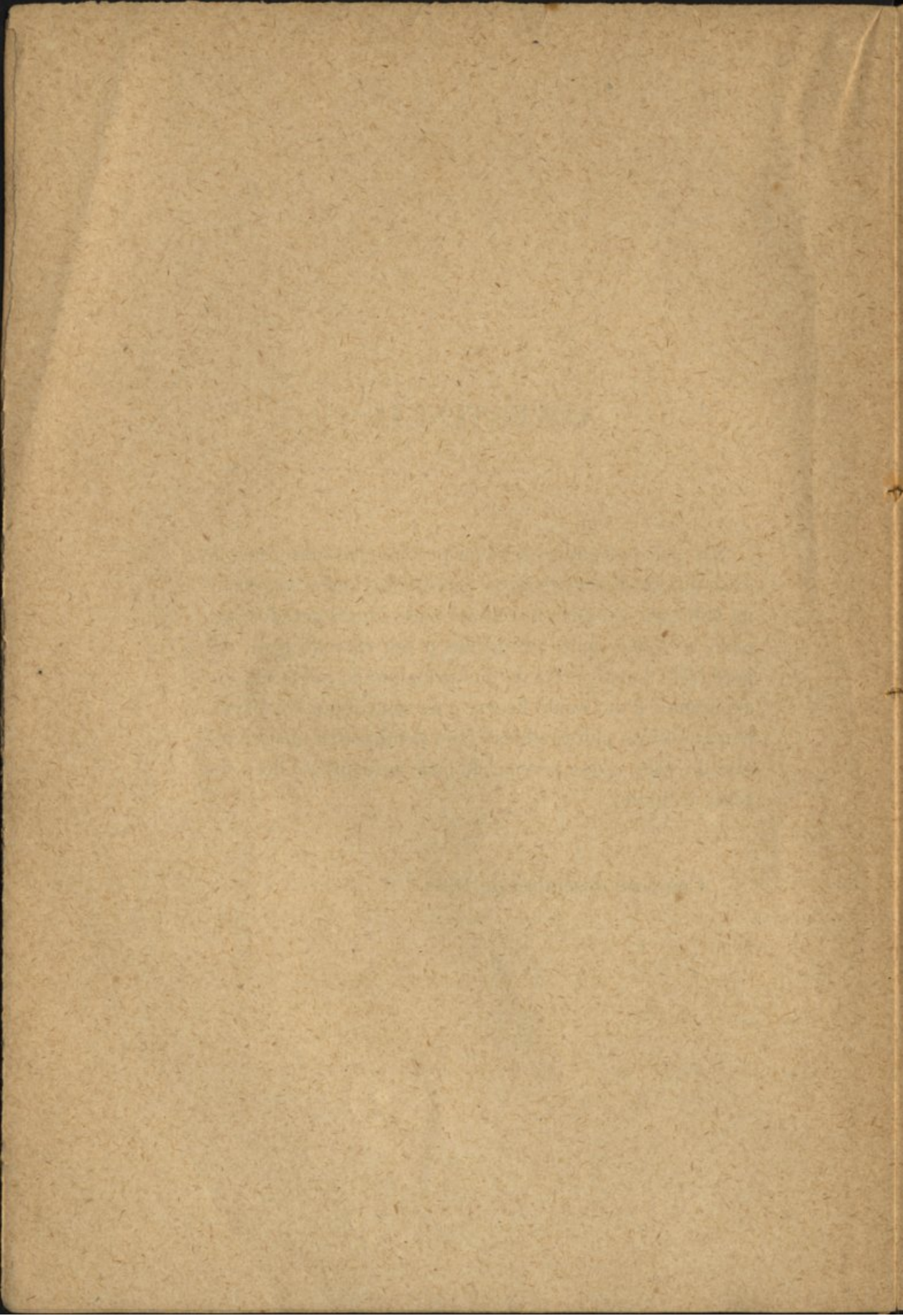
D.

Aarão Ferreira de Lacerda

ADVERTENCIA

Nas paginas que se seguem pretendemos descrever a série de estadios evolutivos percorridos pelos vegetaes na transição do meio maritimo, onde foram gerados, ao meio terrestre onde attingiram o seu elevado gráu de perfeição. Antes porém de dar principio ao nosso estudo exporemos d'um modo breve, e no seu conjuncto, o systema de idéas philosophicas hoje dominantes nas sciencias da vida, e que servem de base ao contexto do presente trabalho.

Coimbra, dezembro de 1886.



INTRODUCCÃO

Obedecendo á influencia das forças, que inherentes á materia a vivificam e animam, as especies organicas soffrem na série dos tempos uma metamorphose ininterrompida e lenta, tendendo sempre para um augmento de complicação estructural. Quando d'um todo dynamico homogeneo separamos uma das suas partes, essa parte é constituida por uma substancia identica e animada por uma fórma de movimento egual á que animava o todo d'onde foi extrahida. Os seres vivos, quando estão na maior força da existencia, tem a propriedade de separarem de si pequenissimas porções da sua substancia, que se individualisam immediatamente, ou que se individualisam depois d'uma fusão com outra parcella da mesma natureza proveniente d'um individuo differente, mas da mesma especie. Como no todo dynamico, de que ha pouco falámos, as parcellas de substancia viva tem propriedades identicas ás dos aggregados que as originaram. Portanto os seres vivos não morrem, rejuvenes-

cem pela actividade reproductora. Os organismos que se succedem, é o mesmo organismo que se perpetua. Como consequencia d'isto os seres vivos continuam nos seus descendentes todas as suas faculdades, quer espontaneas, quer adquiridas. E, assim, as gerações que se substituem vão incessantemente colligindo, accumulando, e integrando as variações infinitamente pequenas que affectam cada individuo.

Para a comprehensão das causas mechanicas do progresso organico, as sociedades humanas offerecem aos olhos do naturalista um campo de estudo tão instructivo quanto fecundo. A lucta que se estabelece entre as sociedades diversas pelo jogo de interesses oppostos representa-lhe a imagem da lucta que as especies organicas teem de sustentar á superficie do planeta para a obtenção dos meios de subsistencia. A palma da victoria cabe sempre á sociedade ou especie de qualidades mais eminentes; as outras são subjugadas ou destruidas. Entre os homens do mesmo aggregado social, entre os individuos da mesma especie, a pressão da população, ou a selvagem fecundidade da raça estabelece um conflicto continuo menos evidente, porém mais activo: todos disputam a mesma preza, ar onde respirem e alimentos que os sustentem. O resultado é sempre o mesmo: o desenvolvimento gradual das funcções pelo exercicio permanente e assiduo, a eliminação constante dos individuos mais pobremente dotados, a eleição das entidades sociaes ou especificas que mais vantajosamente possam reagir contra os estímulos de toda a ordem emanados do meio que os

cerca, e finalmente, no reino animal, a criação e escolha de raças mais fortes ou mais ageis, mais intelligentes ou mais astutas, mais perseverantes ou mais audazes; no reino vegetal, a genese e selecção de variedades melhor adaptadas, mais resistentes ou mais energicas na synthese dos materiaes inorganicos. As nacionalidades e as especies em que o desequilibrio entre a massa dos individuos e a massa das subsistencias, ou a área do habitat, não é um incentivo á formação de typos superiores, tem de ceder fatalmente o passo no campo da existencia a outras mais robustas e privilegiadas.

E não é só uma acção electiva que o meio exerce sobre as variedades que a especie espontaneamente apresenta. Cada meio imprime um cunho especial aos individuos que n'elle se desinvolem. Dois vegetaes pertencentes a grupos diferentes podem, collocados em identicas condições de vida, offerecer caracteres semelhantes. Essas modificações revelam-se ordinariamente nos órgãos de importancia physiologica mais elevada, porque estes mais do que os outros estão em contacto directo com os agentes externos. Os vegetaes podem mesmo ser classificados unicamente pelos seus caracteres epharmonicos, e esse systema é utilissimo no estudo da geographia botanica. Como o vegetal, o homem reflecte a imagem do meio em que respira. Sobre o solo da Nova-Republica, os modernos incolas distanceiam-se já da raça materna para se semelharem em alguns caracteres aos autochtones americanos. É escusado insistir em um ponto da observação de todos: a influencia do clima nas qua-

lidades do homem physico. Nas faculdades do homem moral a acção do meio não é menos evidente. Para provar o que avançamos consideremos as religiões, esses symbolos elevados e transcendentos de tudo quanto uma raça é capaz de sentir e pensar. Tiremos no velho continente uma linha divisoria que separe para o meiodia as peninsulas do littoral mediterraneo-indico. Ao sul d'essa linha localisam-se de preferencia as religiões que sanctificam e idealisam as fórmas vivas da natureza: a mythologia hellenica, o pantheismo animado do Hindostão, o paraizo arabe, que é a consagração de todas as paixões dos sentidos geradas em um clima ardente e secco, o Jupiter romano que era a deificação das boas e más qualidades d'um patricio ou d'um Cesar. Ao norte da linha que imaginamos, o pensamento religioso compraz-se de preferencia nas concepções abstractas. Ahi a religião é talvez mais uma aspiração sensata da intelligencia do que a aspiração apaixonada do sentimento: o numero dos pensadores excede o dos martyres. As linguas são egualmente productos do meio: o Latim e o Italiano nasceram sob um céu transparente e illuminado.

A acção do meio é portanto energica e incontestavel, quer se manifeste nas variações do aspecto exterior dos organismos, quer nos orgãos de importancia physiologica mais elevada, quer no dominio variado do mundo moral. É preciso todavia não exagerarmos a importancia d'essa influencia, cedendo ao desejo de suppor que sabemos tudo e que a totalidade complexa dos phenomenos cabe no estreito molde dos nossos conhecimentos

actuaes. No estudo da natureza, se dermos á imaginação demasiado voo, perdemo-nos nas hallucinações da phantasia; se dermos demasiada attenção aos factos positivos, cahimos em um empirismo acanhado. Esquecendo estes principios, alguns naturalistas pretendem ver na acção modificadora e electiva do meio as causas necessarias e unicas da evolução dos seres. Não o julgamos assim. Já dissémos qual era a importancia primaria do papel que o meio exerce na transformação gradativa das especies organicas; resta-nos assignar ao principio da utilidade os limites que lhe são proprios. A selecção que os meios exercem dirige a corrente evolutiva, imprime-lhe caracteres especiaes e explica as particularidades de adaptação; mas, confessemol-o, a causa intima do desenvolvimento progressivo está ainda hoje envolvida em uma densa nuvem que a custo buscamos dissipar. Com effeito, se um character depois de perfeitamente accentuado dá ao individuo uma verdadeira superioridade, quando esse character pela primeira vez se começa a desenhar, nenhuma vantagem póde dar na lucta contra os agentes externos, e portanto não concorre para a perfectibilidade da especie por meio da selecção. Exemplifiquemos. A visão, sentido que tanta superioridade assegura aos animaes que a possuem, que vantagem poderia dar na lucta pela vida aos animaes em que pela primeira vez uma porção do tegumento se mostrasse sensivel ao agente luminoso? Notemos que em um estado tão rudimentar a impressão chimica da luz de modo algum originava um phenomeno consciente nitido e definido. Podemos

pois concluir que a selecção é insufficiente para explicar a apparição de algumas funcções ou o seu desinvolvimento quando ellas ainda estão em um estado muito rudimentar.

Na investigação das leis naturaes é necessario nunca perder de vista que a materia, em uma das suas mais altas manifestações, é condição indispensavel da sensibilidade consciente e da ideação volitiva. Os objectos sobre que recae a nossa observação teem portanto em si capacidades latentes e ignoradas. Consideremos a evolução d'um individuo da especie humana. Como todos os animaes, como todos os vegetaes, o homem no principio da sua vida embryonaria é um glomerulo microscopico formado por uma substancia amorpha e homogenea. E comtudo, n'essa pequenissima porção de materia viva resultante da combinação da cellula fecundante de um individuo com a cellula germinativa d'um outro, residem em essencia todas as faculdades que hão de transformar o embryão informe em adulto intelligente e agil. Esse adulto póde ser um Moysés, um S. Paulo, Miguel Angelo, Mozart ou Newton; as normas do seu desinvolvimento não differem das dos outros seres vivos. A pequena semente que lançada á terra gera o vegetal frondoso desabrochando em flores obedece ás mesmas leis. O vegetal, como o homem, apparece no estado rudimentar, sem vestigios de estructura interna, augmenta de volume multiplicando os seus elementos histologicos, desenham-se-lhe pouco a pouco os órgãos diferenciando-se correlativamente as funcções, até at-

tingir uma fôrma culminante determinada, passada a qual degenera, atrophia-se e morre. Como o animal, como a planta, as especies, partindo tambem d'um estado simples, caminham sem cessar na senda evolutiva. Nas phases successivas que os individuos percorrem na sua vida embryonaria durante um periodo relativamente curto, vemos a imagem dos caracteres que successivamente foram affectando a especie nas phases progressivas da sua vida de seculos. Desconhecemos a causa intima do desenvolvimento dos individuos, sabemos os processos morphologicos d'esse desenvolvimento e as modificações que o meio imprime aos caracteres herdados. Da mesma fôrma desconhecemos a causa intima da transformação gradativa das especies; conhecemos porém o cunho e a direcção especial que imprime a esse desenvolvimento o meio onde ellas vivem e se propagam. Pensadores eminentes, para explicar a evolução, recorrem, a par das causas mechanicas que apontamos, á hypothese d'uma tendencia interna progressiva, d'uma especie de «nisus formativus». São palavras nebulosas que nada explicam; mas que revelam no espirito dos que as empregam a convicção profunda e claramente definida de que as poucas forças physicas, que hoje conhecemos e medimos, são insufficientes para nos darem a comprehensão das causas efficientes do progresso organico.

Resumamos. A acção modificadora e electiva do meio é um factor de importancia primaria na evolução dos seres organisados. A causa intima d'essa evolução está

ainda por descobrir. Se não podemos afirmar que o progresso gradativo das especies é uma simples consequencia de factores simplesmente mechanicos, afirmar o contrario é sahir tambem do campo scientifico. Tal é o verdadeiro character do saber positivo: reconhecer o immenso valor dos conhecimentos já adquiridos, confessando francamente o longo caminho que nos falta percorrer para que a sciencia derrame uma luz igual sobre todos os phenomenos da vida.

Comprehendidas estas verdades, o presente apparece-nos como uma consequencia do passado. E, seguindo um caminho inverso, podemos, de consequencia em consequencia, conceber o passado partindo do estudo dos phenomenos actuaes. Nas paginas que se seguem fazemos a applicação d'estes principios a um dos capitulos mais interessantes da historia vegetal.

CAPITULO I

Caracteres da evolução vegetal

As duas series do imperio organico, vegetaes e animaes, seguem nas suas transformações evolutivas caminhos oppostos. A planta tende successivamente a fixar-se, a immobilisar-se. Os typos phyticos superiores são simples aggregados cellulares, sem individualidade distincta, laboratorios quietos e vivos onde se effectua a synthese dos compostos organicos. Pelo contrario, o animal tende successivamente para as fórmias centralisadas, conscientes e livres. Os typos zoologicos superiores são verdadeiros individuos, dotados de vida psychica, seres emocionaveis, e animados por movimentos perfeitamente adaptados ás impressões internas ou externas que os despertaram. Os organismos vegetaes são muito pouco plasticos, obedecem com difficuldade á influencia dos agentes que os cercam; a sua transformação progressiva é lenta e pouco variada. Assim, no meio aquatico não vão além da estructura rudimentar e simples das Algas. Os organismos animaes mostram uma correspondencia bem differente á acção dos factores evolutivos. Modi-

ficam-se rapida e profundamente adquirindo uma riqueza sem igual em complexidade e perfeição de fórmas. O meio aquatico, não obstante a sua uniformidade, foi sufficiente para gerar todos os moldes em que são vasados os typos mais completos da individualidade animal. Os Mesozoarios, os Celenterados, os Celematos, os Echinodermes, os Bryozoarios, os Brachiopodos, quasi todos os Molluscos, os Crustaceos, os Urochordeos, os Cephalocordeos e os Monorhinos são organismos aquaticos e na maior parte maritimos. As differenças e contrastes entre a evolução das plantas e a evolução zoologica não parecem ter razão de ser na constituição das substancias fundamentaes da vida. Protoplasma vegetal e sarcode animal são apparentemente uma e unica substancia quanto ás suas propriedades essenciaes. O protoplasma e o sarcode respondem da mesma fórma á acção dos reagentes microchimicos. As faculdades mais pronunciadas de cada uma d'estas substancias são tambem reveladas pela outra em circumstancias especiaes. Assim, certos vegetaes offerecem determinados movimentos que obedecem á influencia paralysante dos anesthesicos. As Leguminosas contém cholesterina e outras materias proprias da substancia nervosa. Os pellos glandulares das folhas de algumas plantas emittem filamentos protoplasmaticos analogos aos dos Rhyzopodos. Darwin observou nos pellos das Droseraceas movimentos muito complexos. É classico o exemplo das cellulas do thallo das Characeas para tornar evidente a variedade e regularidade de deslocações que os differentes produ-

ctos protoplasmaticos podem soffrer na mesma cellula em virtude de causas intimas. Os Cogumelos não possuem a função chlorophyllina. As plantas carnivoras digerem as materias albuminoides transformando-as previamente em peptonas. O manto das Ascidias produz cellulose. Por outra parte, alguns animaes inferiores possuem a função chlorophyllina (Stentor, Hydra, Bonellia). O figado dos animaes superiores produz glycogene, materia comparavel ao amido vegetal. Além d'isto, o parentesco entre as substancias plasmicas dos dois reinos animados é confirmado pela existencia de um sem numero de fórmas intermediarias, indecisas entre a vida vegetal e a vida animal. As Moneras, as Amibas e as Monadas flagelliferas, seres imperfeitos que ainda hoje nos retratam a imagem dos primeiros esboços em que, nos mares archeolithicos, se ensaiou a individualidade nascente, deixam no espirito dos observadores a duvida sobre o logar que lhes compete na classificação biologica.

Do que acabamos de dizer depreheende-se que as differenças entre as propriedades essenciaes dos protoplasmas não são sufficientes para explicar o contraste que fizemos notar na evolução comparada dos dois reinos. Mas, se a analyse das substancias fundamentaes que servem de base ás unidades anatomicas se recusam a explicar-nos as causas das divergencias, busquemol-as directamente no estudo circumstanciado da estrutura d'essas unidades e da genese das suas colonias, isto é, no estudo da morphologia da cellula e das leis que pre-

sidem á formação dos tecidos. A importancia e o interesse da questão levam-nos a descer a algumas particularidades morphologicas que nos permittem avançar com passo seguro.

Na ¹ cellula completa, vegetal ou animal, notamos além do involucro, o protoplasma cellular ou cytoplasma e o protoplasma nuclear ou nucleoplasma. Certos reagentes revelam no cytoplasma um sem numero de granulações coloraveis mergulhadas em um hyaloplasma não coloravel nas mesmas condições. A disposição dos elementos figurados cytoplasmaticos imita algumas vezes um tecido delicadissimo, visivel com uma amplificação conveniente. As relações entre o nucleoplasma e o cytoplasma são de natureza exclusivamente osmotica; o nucleo é envolvido por uma camada condensada, imporosa, e muito pouco espessa de protoplasma cellular. Em algumas cellulas vegetaes a parede nuclear offerece um duplo contorno; nas cellulas-mães pollinicas do *Listera ovata* toma uma côr muito accentuada pelo verde de methylo. Guignard teve occasião de a observar separada do cytoplasma restante no sacco embryonario de um Lirio; nunca porém pôde ser isolada

¹ LEON GUIGNARD, *Développement de l'anthère et du pollen des Orchidées* (Ann. des. sc. nat. Botanique, 6.^e série, tom. XIV).

Recherches sur la structure et la division du noyau cellulaire chez les végétaux (Ann., 6.^e série, tom. XVII).

Nouvelles recherches sur le noyau cellulaire et les phénomènes de la division communs aux végétaux et aux animaux (Ann., 6.^e série, tom. XX).

nas preparações botânicas. A existência de um involu-
cro externo foi negada em um grande numero de nucleos
animaes. Flemming demonstrou que esta opinião carecia
de provas e que muitas vezes é admissivel a presença
de uma verdadeira membrana, isolavel em circumstan-
cias favoraveis, principalmente nos ovulos dos Inverte-
brados. Internamente o nucleo é constituido por um
filamento continuo, formando pregas que se entrelaçam
em falsas anastomoses que dão ao todo um aspecto reti-
cular; os intersticios do tecido filamentoso são prehen-
chidos pelo succo nuclear. Nas cellulas animaes esta
substancia instersticial do nucleo póde offerecer uma
consistencia gelatinosa, e tomar uma côr mais ou menos
caracteristica sob a acção dos reagentes que coloram
os microsomas cytoplasmaticos, a hematoxilina, o car-
min e o picrocarmin. O filamento é formado por uma
substancia fundamental, o hyaloplasma nuclear, na qual
estão dispostos ordenadamente os microsomas nucleares,
caracterisados pela presença da chromatina, materia
formada no todo ou em parte pela nucleina. Pela parte
interna, em contacto com o filamento, ou no seu trajecto,
notam-se geralmente um nucleolo principal e alguns
secundarios. A presença dos nucleolos na grande maioria
dos nucleos e as suas propriedades opticas e chimicas,
que os distinguem das outras granulações nucleares,
mostram que estes elementos representam um papel
qualquer na transformação do nucleo; talvez sejam ma-
teria de reserva ou um producto de secreção. O succo
e o hyaloplasma nucleares são achromaticos; os nucleo-

los offerecem as reacções da chromátina um pouco attenuadas. Flemming deduz das suas observações que nas cellulas animaes poucas vezes existe um filamento nuclear unico e continuo, mas que o nucleo tem uma estrutura reticular, podendo as malhas da rede ser muito apertadas, como, por exemplo, o nucleo das cellulas glandulares; ou muito largas, como, por exemplo, os nucleos das grandes cellulas nervosas. A existencia d'um só filamento é fóra de duvida nas cellulas vegetaes. Nas cellulas animaes, em repouso, é muito difficil seguir o tracto do filamento por causa da grande complexidade das suas pregas e falsas anastomoses; mas, logo que começa o processo de divisão binaria da cellula, a autonomia do filamento revela-se claramente. De mais, Balbiani observou, nos nucleos em repouso das glandulas salivares do *Chironomus*, a substancia chromatica estratificada em uma serie de discos formados por um filamento espesso; o acido acetico agglutina em rede as pregas do filamento. A opinião de Flemming deve portanto ser rejeitada, e podemos concluir do rapido exame que fizemos que, no estado de repouso, a cellula vegetal e a cellula animal são constituidas pelos mesmos elementos internos dispostos precisamente da mesma fórma. Vejamos se o estudo da dinamica da cellula nos póde denunciar algumas differenças essenciaes, e para isso consideremos um dos phenomenos mais interessantes da vida do protoplasma, a divisão typica da cellula.

O nucleo é o elemento onde geralmente se manifestam os primeiros indicios da divisão. O filamento nu-

clear soffre uma contracção, augmenta de espessura, desenrola-se, e ao mesmo tempo desprende as suas pregas umas das outras desenlaçando os nós e quebrando as falsas anastomoses; a continuidade e autonomia do filamento tornam-se portanto evidentes. A parede nuclear apparece mais distincta desde a primeira phase da divisão. No fim d'este estadio, em certos nucleos vegetaes observam-se duas series de granulações provenientes talvez do desdobraimento dos microsomas primitivos; em alguns pontos o hyaloplasma filamentar mostra-se tambem formado de duas metades separadas. Flemming observou phenomenos semelhantes nos nucleos das larvas da Salamandra. Durante as prophases iniciadoras da segmentação nuclear em algumas cellulas de origem animal, desenham-se dois polos, partindo dos quaes os microsomas cytoplasmaticos se dispõem irradiando. Este facto foi apontado como particular á cellula animal; mas a verdade é que, não só quanto á disposição dicentrica, como ao tempo em que apparece, ha uma serie de transições insensiveis entre os dois reinos. Henneguy nos ovulos da Truta notou sómente um aster. Guignard no sacco embryonario do *Lilium candidum* vio as estrias protoplasmaticas dirigir-se para o nucleo como para um centro unico. Segundo E. Van Beneden no ovulo fecundado d'*Ascaris megaloccephala* a estriação dicentrica só tem logar em uma phase adiantada da divisão. A formação d'um amphiaster em algumas preparações vegetaes é muito notavel depois da desappa-

rição da membrana do nucleoplasma, no curso da bipartição celular.

Os phenomenos iniciados no filamento nuclear são facilmente comprehendidos, se imaginarmos a formação d'um certo numero de centros de contracção local que actuem simultaneamente em duas direcções convergentes. Á medida que as ansas se desenlaçam, o filamento augmenta de espessura, diminue de extensão e por fim fragmenta-se transversalmente em porções de igual comprimento, obedecendo sempre ás forças contractivas locais. Os nucleolos soffrem uma serie de alterações chemicas consecutivas dissolvendo-se de ordinario antes da segmentação do filamento. Pouco depois da separação dos differentes elementos constitutivos do ovoide filamentosu a parede do nucleoplasma desapparece e as granulações cytoplasmaticas avançam pouco a pouco para o interior do nucleo que perde gradualmente o seu contorno; os segmentos chromaticos impellidos pelo cytoplasma approximam-se formando uma especie de placa equatorial. Ao mesmo tempo desenha-se na cellula uma nova ordem de elementos figurados, os fios convexos. Estes fios dispõem-se em circulo na região da placa constituida pelos segmentos chromaticos e convergem para dois polos d'essa placa, symetricos e oppostos, imitando o arqueado das rextas d'uma roca de fiar; nas cellulas que offerecem um amphiasster os polos de convergencia coincidem com os polos de irradiação dicentrica. Como consequencia immedíata do delineamento

dos fios convexos, os filamentos chromaticos orientam-se na placa equatorial formando geralmente uma estrella mais ou menos regular. Ás vezes os segmentos quebram-se em V e n'esse caso o vertice dirige-se para o centro de figura, apoiando-se sobre um dos fios convexos, e os ramos divergentes do V dirigem-se para a periphèria. Na Salamandra existe no centro da estrella nuclear um espaço sem elementos chromaticos. Guignard observou um phenomeno analogo nas cellulas-mães polinicas do *Lilium mortagon*.

Depois de constituida a estrella nuclear não tarda a manifestar-se o phenomeno fundamental da divisão typica. Os elementos chromaticos scindem-se longitudinalmente, e cada uma das metades separa-se da outra, caminhando ambas em direcções oppostas ao longo do filamento com que estão em contacto até aos polos respectivos. A existencia do desdobramento longitudinal dos elementos chromaticos foi primeiro reconhecida pelo exame de cellulas de origem animal. Flemming entreviu indicios d'um phenomeno analogo em nucleos vegetaes; mas as observações de Strasburger pareciam argumentar em contrario. Os trabalhos de Guignard, confirmados pelos de Heuser, lançando viva luz sobre o assumpto, vieram mostrar que na divisão da estrella equatorial o processo era o mesmo em ambos os reinos. A segmentação longitudinal tem, como consequencia directa e importantissima, a igual repartição, pelos nucleos-filhos, da substancia dos elementos chromaticos da cellula-mãe. No trajecto das metades da estrella nu-

clear, para os polos de convergencia, o amphiaster, nas cellulas mais ricas em protoplasma, torna-se muitissimo visivel. Chegados ao ponto de reunião, os bastonetes chromaticos contraem-se augmentando de espessura, encurvam-se em diversos sentidos, soldam-se pelas suas extremidades formando um filamento continuo, filamento que em seguida se adelgaça, separa as suas ansas, e vai assim pouco a pouco adquirindo a estrutura do filamento materno; a apparição d'uma parede cytoplasmatica e a genese successiva do succo nuclear e dos nucleolos completam o novo nucleo. A formação dos asters mostra que os cytoplasmas que envolvem cada um dos nucleos gerados se individualisa em virtude de forças irradiantes e distributivas, emanadas dos polos de convergencia. Os cytoplasmas das cellulas visinhas, nos tecidos de origem vegetal, são isolados uns dos outros por meio de membranas cellulasicas originadas geralmente por um processo bastante caracteristico. A producção dos septos ternarios segue quasi sempre de perto a bipartição do nucleo. Um pouco antes da completa dissolução dos fios convexos e no intervallo d'estes desenham-se uns fios connectivos; o conjuncto dos antigos com os recentes filamentos formam uma especie de lente biconvexa, no equador da qual se condensa uma lamina granulosa d'onde directamente provém a membrana cellulolica. Na divisão das cellulas de origem animal não se originam septos de natureza ternaria; os cytoplasmas de cada elemento terminam a sua individualisação recobrando-se simplesmente d'uma membrana proteica

mais densa, proveniente da differenciação da camada protoplasmatica exterior. Os cytoplasmas vegetaes geram um producto de identica natureza.

O rapido esboço, que acabamos de fazer de alguns dos mais importantes phenomenos da morphologia da cellula, é sufficiente para confirmar plenamente o seguinte principio que já tinhamos deduzido do exame das propriedades e funcções geraes da substancia viva: o protoplasma vegetal e o sarcode animal não offerecem differenças essenciaes, pelo menos quanto ás suas propriedades elementares conhecidas. Além d'isto, das particularidades descriptas podemos tirar outra conclusão egualmente importante: tanto nas cellulas de origem vegetal, como nas cellulas de origem animal, os elementos figurados nucleares e cytoplasmaticos estão dispostos da mesma fórma e revelam propriedades analogas; portanto as causas intimas das divergencias e contrastes que notamos na evolução comparada das duas series biologicas devem ser em grande parte attribuidas á natureza das substancias que constituem os involucros cellulares. A existencia das membranas ternarias define as propriedades histologicas dos tecidos vegetaes. O involucro da cellula animal é de natureza albuminoide. Os tecidos animaes podem ser formados por elementos em contacto intimo, constituindo systemas de orgãos em que a individualidade dos organites quasi se desvanece. Pelo contrario, os tecidos vegetaes mesmo nos systemas mais complexos, são formados por elementos distinctos. A cellulose é resistente e as substancias pro-

teicas são bastantes flexiveis, d'onde resulta que os movimentos protoplasmaticos devem ser mais apparentes nos animaes, e a tendencia para a immobilidade deve accentuar-se progressivamente nos typos ascendentes do reino vegetal. Notemos tambem que a existencia d'uma membrana ternaria colloca o conteudo cellular um pouco fóra da influencia modificadora do meio, e ao mesmo tempo reduz a nutrição do elemento a simples trocas osmoticas com os liquidos e gazes do ambiente. Julgamos pois ter encontrado um dos caracteres differenciaes mais importantes para a definição de cada um dos reinos organicos e para a comprehensão do caminho seguido nas suas transformações respectivas. Convém saber se esse caracter estabelece uma separação completa entre animaes e plantas, isto é, se estamos de posse d'um caracter absoluto. As seguintes observações permittem resolver esta questão por uma fórmula exacta.

Os tegumentos secundarios dos ramos tenros de algumas Dycotyleas são os tecidos que mais particularmente se prestam ás observações ensaiadas para esclarecer o controverso problema que actualmente discutimos. Tomemos por exemplo um ramo ¹ do *Rhamnus Frangula*, que tenha pelo menos um centimetro de espessura e depois de feitas algumas secções longitudinaes convenientes vejamos ao microscopio a estrutura do parenchyma liberino. Notaremos um tecido de elementos rectangu-

¹ Seguimos a descripção de Strasburger, *Manuel technique*—traducção franceza de Godfrin. — Paris, 1886.

lares dispostos no sentido tangencial. As membranas cellulósicas são sempre mais ou menos espessas e esculpidas por punctuações de grandezas variaveis, não areoladas.

Antes de proseguir o nosso exame, retiremos as seções que observámos em agua simples, e mergulhemol-as durante alguns segundos em acido sulfurico concentrado, lavando-as depois rapidamente. Feito isto, tractemos a preparação pelo azul d'anilina e colloquemol-a de novo no campo do microscopio, tendo-a previamente lavado e deposto em glycerina diluida. O estudo a que em seguida convém proceder não póde ser feito com vantagem para o fim que temos em vista sem o auxilio de objectivas de maxima amplificação, e em alguns casos é necessario recorrer a lentes d'immersão homogenea. Os corpos protoplasmaticos, contrahidos pela acção do acido e perfeitamente corados pelo azul d'anilina, offercem nas regiões que estavam em contacto com as punctuações de maior diametro uma serie de appendices que se correspondem de cellula a cellula. As membranas ternarias involventes e as suas lamellas medias, enormemente dilatadas, deixam ver um grande numero de filamentos granulares, arqueados nas suas porções externas e muitissimo tenues. O aspecto d'estes ligamentos recorda muito de perto a fórma e a disposição dos fios connectivos que na bipartição da cellula acompanham a genese dos septos ternarios. Onde as superficies protoplasmaticas visinhas são planas vemos a lamella media da parede cellulósica atravessada em toda a sua exten-

são por filamentos que vão de elemento a elemento. Se a acção do acido sulfurico foi moderada, notam-se ainda alguns d'esses fios reunindo os dois plasmas circumjacentes. As fibrillas dilatam-se no meio do seu comprimento, o que lhes dá um aspecto fusiforme. Um exame muito attento mostra-nos, uma ou outra vez, nas preparações mais perfectas, a parte dilatada dos filamentos quebrada em duas e reunidas as duas metades por meio de linhas plasmicas quasi invisiveis. Estas observações levam-nos inevitavelmente a suppor que os fios achromaticos connectivos persistem depois de formadas as paredes cellulasicas servindo para unir os cytoplasmas que coexistem d'um lado e outro de cada membrana.

Do que fica exposto conclue-se, em resposta á questão enunciada, não ser absoluto o caracter distinctivo adoptado na definição dos tecidos vegetaes; esse caracter porém, sob o ponto de vista em que estamos, deve ser considerado completamente sufficiente, e isso nos basta. A substancia proteica dos diversos aggregados cellulares que constituem o corpo d'uma planta parece, é verdade, formar um todo continuo. De elemento para elemento passam, como acabamos de mostrar, fios granulosos de materia viva; mas os conteudos protoplasmaticos nunca podem entrar em contacto intimo constituindo conjunctos quasi unificados. Esta ultima faculdade fica sendo privativa da cellula animal. Os cytoplasmas podem conservar a sua completa independencia em alguns tecidos animaes. As cellulas rigidas dos tentaculos dos Hydroides, as cellulas das cartilagens dos Vertebrados,

estão envolvidas em capsulas tão resistentes como as da maior parte das cellulas vegetaes. Estes casos são muito pouco vulgares e por isso pouco ou nada restringem a doutrina exposta.

Os involucros cellulares são um producto do trabalho chimico da cellula; portanto a existencia constante das membranas ternarias em uma classe de tecidos organicos não significa sómente um caracter morphologico do aggregado, revela tambem uma actividade chimica particular nas unidades anatomicas componentes. O exame das faculdades geraes dos bioplasmas, a observação microchimica e histologica dos cyto e nucleoplasmas, e a descripção de um dos actos em que mais claramente se denunciam os processos da dynamica cellular, levaram o nosso espirito a admittir uma intima semelhança entre as substancias que em plantas e animaes constituem a base physica da vida; o estudo do trabalho chimico dos organismos permite-nos descobrir propriedades que, se não estabelecem differenças fundamentaes, pelo menos, accentuando-se mais pronunciadamente em cada um dos dois reinos, tiveram como consequencia duas evoluções completamente divergentes. A intensidade da vida chimica, manifestada na abundante producção de principios ternarios hydrocarbonados e nas variadissimas syntheses que a planta tem de effectuar para realisar a sua nutrição, tal é o caracter funcional dominante na evolução dos phytoplasmas. O animal, nutrindo-se quasi exclusivamente de substancias organicas, libertou-se em grande parte da necessi-

dade de effectuar syntheses e assim não admira que a evolução d'este grupo de seres se fizesse «com toda a independencia¹, com a expansão espontanea das propriedades primitivas da materia viva», ao passo que «a das plantas constituiu uma transformação particular, cujos vestigios ainda se conservam nas fórmãs inferiores». «Notando-se ao mesmo tempo que a differença capital das cellulas d'esses organismos é a proporção dos seus principios ternarios, e emfim a natureza das suas membranas, deve suppôr-se que n'este caracter differencial, tão geral e persistente, reside a verdadeira manifestação objectiva da sua differença physiologica».

A vida vegetal modela e distribue as fórmãs, que a representam, em harmonia com as potentes faculdades de synthese chimica de que o seu protoplasma é dotado. Para alimentar uma planta bastam sómente os liquidos do sólo e os gazes da atmosphaera. D'aqui provém uma grande simplicidade de organização. O animal, como se desenvolve e mantem á custa de materias organisadas, necessita possuir uma cavidade interna onde as dissolva ou emulsione, necessita possuir um systema nervoso que o estimule e lhe ensine os meios de procurar as prezas vivas, e d'um systema muscular que as subjugue e apprehenda. Esta complexidade de estrutura é dispensavel nos vegetaes, organismos que na lucta pela vida

¹ Dr. José Diogo Arroyo. *O Reino dos protistas — Apreciação da legitimidade d'esta hypothese na classificação dos seres organicos*. 1881, pag. 113 e 48.

tem a conquistar unicamente terreno e ar onde cresçam, e luz que lhes excite as forças químicas. Para satisfazer ao conjuncto das condições enumeradas é sufficiente a multiplicidade de superficies osmoticas. Concorrem a este fim os pellos rhizoides e o thallo chato, espalhado das plantas inferiores, os numerosos pellos radiculares e a folhagem verdejante das plantas mais elevadas na escala. Além das superficies de absorpção e respiração as plantas possuem os órgãos destinados a perpetuar a vida e o apparelho de sustentação que ao mesmo tempo contém os tecidos que servem para o transporte e reserva das materias nutritivas. A exageração da actividade chimica tolheu no protoplasma vegetal a sua vida de relação e portanto o desenvolvimento dos órgãos correspondentes. As causas dos pretendidos movimentos de natureza animal observados nas plantas de organização complexa são na maior parte, se não todos, devidos a excitantes chimicos ou a simples transformações mechanicas. Por exemplo, entre os phenomenos observados nos vegetaes os que mais directamente pareciam revelar a força ao mesmo tempo intelligente e inconsciente do instincto estavam classificados os movimentos que animam e agitam os antherozoides quando chega o momento de se effectuar a sua fusão com a oosphera. Recentemente mostrou-se que essa serie coordenada de movimentos é uma simples consequencia da acção chimica produzida por substancias especiaes geradas em tempo opportuno no interior dos órgãos femi-

ninos e espalhadas no fluido ambiente. Assim, o archeonio dos Musgos segrega assucar de Canna. O excitante chimico dos antherozoides dos Fetos é o acido malico. Os pellos da folha de *Heracleum sphondylium* produzem acido malico. Os antherozoides dos Fetos dirigem-se com egual facilidade para aquelles appendices, ou para tubos capillares contendo acido malico em proporções convenientes, ou para os archeonios respectivos.

O exame da distribuição em altitude das plantas maritimas confirma as ideias que já temos sobre a subordinação de todas as funcções do protoplasma vegetal á sua intensa vida chimica. A qualidade da luz solar, coada por uma camada de agua d'uma certa espessura, varia com essa espessura. A proporção das radiações menos refrangiveis diminue á medida que descemos em profundidade; a quatorze metros os raios de luz vermelha estão quasi totalmente absorvidos, e os raios de luz verde e verde-azulada existem em proporção muito maior do que na luz primitiva. As Florideas ou Algas vermelhas assimilam o carbone principalmente em virtude das radiações verdes; nas Cyanophyceas ou Algas azues e nas Chlorophyceas ou Algas verdes as radiações vermelhas exercem um papel muito efficaç para a decomposição do acido carbonico. Sob este ponto de vista, as Pheophyceas ou Algas escuras occupam o meio termo entre as Florideas e as Chlorophyceas. Portanto podemos prever que as quatro classes de Algas devem no seio da agua distribuir-se em zonas successivas. É o que realmente

se dá. Nas camadas mais superficiaes vigoram as Algas azues. As Algas verdes e as Pheophyceas habitam de preferencia as profundidades moderadas. Nas grandes profundidades, nos declives sombrios, nas anfractuosidades menos illuminadas das rochas submarinas, e nas grutas em que a luz, coada por uma espessa toalha de agua, toma uma côr verde, ou azulada, prosperam as Florideas. Como a intensidade da luz diminue muito rapidamente, a cem metros abaixo do nivel começam a tornar-se bastante raras as formas vegetaes, e a quatrocentos metros desaparecem completamente.

A exaggeração da actividade chimica diminuindo a plasticidade do protoplasma vegetal, e a genese das membranas ternarias impedindo a completa individualização das colonias cellulares circumscreveram as diferenciações dos phytoorganismos entre limites relativamente restrictos. Os animaes excederam sempre as plantas pela riqueza, variedade e complexidade das formas de estrutura. Os phytoorganismos, obedecendo difficilmente á acção dos agentes externos, não levaram no meio aquatico o seu progresso além das Algas. Só o meio terrestre, dispondo de energias muito variadas e facilitando pelo livre contacto do ar o exercicio energico da função chlorophyllina, teve poder de transformar as Thallophytas de organização homogenea em Cormophytas de organização diferenciada. As phases successivas da transição da vida vegetal dos meios exclusivamente maritimos, para os meios onde a agua fosse pouco abundante, para os meios simplesmente humidos e final-

mente para o meio terrestre propriamente dito foram lentas e demoradas. As Prothallophytas dizem-nos hoje a serie de estadios que as plantas percorreram n'essa adaptação progressiva.

CAPITULO II

Florideas e Algas-musgos

O processo que mais naturalmente se offerece ao espirito para descobrir a serie de estadios que as plantas percorreram, na transição do meio liquido á vida aerea, consiste em fazer o estudo comparativo entre os organismos mais perfeitos da vegetação aquatica e os organismos mais rudimentares da vegetação terrestre, deduzindo em seguida dos caracteres que forem encontrados communs, os caracteres dos seres intermediarios. Para estabelecer os elementos d'este parallelo temos primeiro que tudo de descrever algumas particularidades de estrutura de que são dotados os representantes superiores do grupo das Algas. Referir-nos-hemos successivamente á organização das Florideas, Pheosporeas, Fucaceas e Characeas ou Algas-musgos. Insistimos mais circumstanciadamente no estudo das Florideas e das Algas-musgos, porque estas classes nos dão bases importantes a considerações subseqüentes.

As Florideas contêm nos seus chromoleucitos, além da chlorophylla, um principio pigmentar, a phycoerythrina, amarello-alaranjado, ou mesmo verde á luz refle-

ctida, vermelho carmin á luz transmittida. A phycoerythrina é dichroica, soluvel na agua, quasi insoluel no ether. A materia colorante heterogenea, assim constituida, offerece tonês muito variados segundo as proporções da mistura. Existem todos os cambiantes desde o violeta e o verde-azeitona até ao rosado desmaiado, purpura e escarlata. A organização das Florideas não é menos variavel. O thallo é filamentososo ou lamellar, simples ou abundantemente ramificado, quasi sempre de pequenas dimensões. Os thallos lamellares semelham-se muitas vezes a uma folha, mais ou menos longamente peciolada, fixa aos rochedos por um suporte ramoso. Esta folha pôde ser inteira ou lobada, simples ou composta; em alguns casos alonga-se em facha ou em cordão cylindrico, ramificando-se em sympodo, em dichotomia ou dispondo as suas divisões d'um e outro lado do eixo central. Os thallos das Florideas, quando são filamentosos, podem adquirir uma especie de pseudo-parenchyma formado pela soldadura de certos ramusculos que nascem na base dos ramos e descem ao longo do thallo, ou pela soldadura dos filamentos ascendentes. Algumas especies possuem ramificações com crescimento terminal limitado e dispostas como as folhas das plantas superiores. As Florideas offerecem fórmias d'uma belleza notavel; é entre ellas que se encontram as mais elegantes das Algas¹, aquellas que pelas suas folhas pinnuladas, finamente lobadas, da sua côr vermelha tão

¹ HAECKEL: *Histoire de la création naturelle*. Traducção franceza de Ch. Letourneau. Paris, 1884.

pura e tão delicada, merecem ser classificadas entre as plantas mais elegantes da criação.»

Os órgãos reproductores das Florideas são de duas ordens: sexuados e asexuados. A reprodução asexuada opera-se pôr meio de sporos immoveis que receberam o nome de tetrasporos porque se formam sempre em numero de quatro na mesma cellula-mãe ou tetrasporangeo. A reprodução sexuada effectua-se segundo typos diversos. Entre as Florideas mais simples figuram as Bangias cujo thallo é formado por filamentos articulados. Uma das cellulas descora-se e produz por divisão total um certo numero de pequenas cellulas recobertas d'uma membrana cellulosica, denominadas pollinidios. A dissolução da membrana do antheridio deixa em liberdade os pollinidios. O oogonio é constituído por uma cellula que condensa o seu protoplasma em oosphera, e desinvolve uma pequena papilla lateral, o trichogonio, sobre a qual o pollinidio se fixa, desapparecendo a membrana no ponto de contacto e operando-se a fusão dos dois protoplasmas. Nas Nemalias o antheridio produz um unico pollinidio e o oogonio prolonga-se em um longo e delicado filamento na extremidade do qual se fixa o pollinidio. Provavelmente depois da desappareição das membranas no ponto de contacto de trichogonio e do pollinidio, o elemento masculino vem unir-se ao feminino, protoplasma a protoplasma e nucleo a nucleo. A cellula subjacente do oogonio, o hypogonio desenvolve-se em alguns casos lateralmente. Os thallos tetrasporangiferos não sustentam ordinariamente órgãos se-

xuados; em geral o mesmo thallo não sustenta órgãos masculinos e femininos; as Florideas são portanto habitualmente dioicas. Nos thallos filamentosos os antheridios agrupam-se em ramallete na extremidade das ramificações, ou reúnem-se em uma camada cortical. Nos thallos lamellares os pollinídios são produzidos por cellulas corticaes externas, que ou se agrupam em plagas irregulares, ou recobrem completamente segmentos de folhas transformadas, ou se reúnem tapetando o fundo de conceptáculos. Os oogonios terminam certos ramusculos, excepto nas Bangias. Os oogonios podem estar solitarios e nus, ou cercados por uma verticillo de ramusculos; algumas vezes alojam-se em grupos situados mais profundamente na camada cortical; outras vezes dispõem-se no fundo d'um conceptáculo. O trichogynio é separado por um estrangulamento da porção inferior do oogonio.

Em seguida á fecundação o ovulo envolve-se em uma membrana propria intimamente applicada contra a parede do oogonio; o trichogynio atrophia-se completamente.

O ovulo das Florideas não passa ao estado de vida latente; desenvolve-se logo formando um tecido especial, o sporogonio, que vegeta sobre a planta materna. N'este tecido são geradas cellulas denominadas protosporos que depois de convenientemente disseminadas reproduzem a planta adulta. Nas Bangias o ovulo limita-se a augmentar de volume dividindo-se ao mesmo tempo por meio de septos transversos. Cada uma das cellulas

filhas assim formadas liberta-se por destruição da membrana primitiva. O sporo nu é dotado de movimentos amiboides. Depois de se deslocar durante um certo tempo envolve-se em uma membrana de cellulose; em seguida sem augmentar de volume segmenta-se (*Porphyra*) fazendo pequenos tuberculos compostos de cellulas de membranas espessas d'onde nascem alguns pellos radicaes. Estes tuberculos passam o inverno no estado de vida latente, desenvolvendo-se em novo thallo quando chega a primavera. Exceptuando as Bangias, o sporogonio das Florideas é constituido por um tecido filamentoso, de ordinario, abundantemente ramificado em falsa dichotomia. O ovulo em certos casos dá origem directamente ao sporogonio; mas geralmente o desenvolvimento do sporogonio não procede directamente do ovulo. Estudemos primeiro o processo directo. As Nemalias, as Gelideas e as Cryptonemias dão-nos tres differentes typos pelos quaes esse desenvolvimento se modela.

O ovulo das Nemalias germina produzindo o sporogonio sem que previamente tenha soffrido uma segmentação (*Batrachospermum*), ou depois de se ter dividido em duas cellulas sobrepostas, das quaes a inferior fica esteril (*Nemalion*); no genero *Chantransia* a genese do tecido sporifero é precedida pela formação d'uma serie de dissepimentos transversos d'onde resulta uma fila de cellulas germinativas. Os filamentos que nascem do ovulo ramificam-se abundantemente em falsas dichotomias que ou se enredam conservando-se distinctos e formando massiços complicados, ou se reúnem mais intimamente

formando tuberculos envolvidos em camadas gelatinosas espessas, provenientes da alteração das membranas.

O ovulo das Gelideas dá origem, germinando, a um ou mais filamentos que descem ao longo do thallo, ramificando-se repetidas vezes á superficie e no interior dos tecidos corticaes. Ao contacto dos ramos do tecido parasita os artigos do filamento axial e os elementos dos ramos corticaes, deformam-se consideravelmente, fornecendo ao sporogonio os materiaes da sua nutrição. As membranas cellulasicas esculpem-se de punctuações que facilitam a passagem das substancias alimentares. No genero *Naccaria* o ovulo só germina em tecido sporifero depois de ter absorvido o conteudo protoplasmatico d'uma cellula visinha.

A cellula oosporica das Cryptonemias germina produzindo filamentos que ou se dividem immediatamente em ramificações que rastejam na camada cortical, ou fundindo primeiramente as suas extremidades livres com as cellulas vegetativas do thallo, adquirem ahi substancias que as fazem desenvolver com novo vigor. Os ovulos das Cryptonemias estão mergulhados nas camadas periphericas dos thallos e os filamentos do sporogonio caminham nos intersticios das membranas gelificadas. Os filamentos rastejantes unem-se intimamente a certas cellulas vegetativas, as quaes ordinariamente possuem uma fórma especial. Os protoplasmas dos elementos em contacto fundem-se deixando os seus nucleos distinctos; o artigo do filamento que foi enriquecido por esta anastomose, dilata-se em vesicula e torna-se um novo centro

de formação de tecidos sporogonicos. Juncto ás anastomoses nascem filamentos curtos que permanecem simples ou se ramificam em massiços condensados, produzindo sempre protosporos. Graças a esta fórma de vegetação o mesmo sporogonio produz um grande numero de systemas sporiferos, disseminados na espessura do thallo.

Nas Nemalias e nas Gelidias o sporogonio produz um só grupo de sporos; nas Cryptonemias formam-se como dissemos massiços sporiferos junctos a cada uma das anastomoses dos artigos do tecido proveniente da germinação do ovulo com o thallo materno. Os sporogonios podem existir sem involucro, ou estarem immersos nos tecidos corticaes da planta, ou serem recobertos por um tegumento que se desenvolva conjunctamente. Algumas vezes os ramusculos fecundos produzem sporos simplesmente nas suas cellulas terminaes; mas logo que estes sejam deixados em liberdade pela dissolução da membrana do protosporangeo, as cellulas subjacentes, a principio estereis, vão successivamente gerando elementos reproductores asexuados. Em outros casos, porém, todas as cellulas do tecido de nova formação produzem egualmente sporos; os que provêm das camadas externas, são os primeiros deixados em liberdade. Os protosporos nascem isolados em cada cellula-mãe. Se o sporogonio é envolvido por um tegumento, existe ordinariamente um ostiolo para a sahida dos sporos. Se o sporogonio é interno formam-se aberturas de disseminação nos tecidos envolventes pela gelificação e dissociação das membranas cellulasicas.

O modo particular de germinação do ovulo das Florideas do genero *Naccaria*, germinação que só tem lugar depois da fusão da cellula fecundante com uma cellula hypogynica é imitada em outros generos (*Dudresnaya*, *Polyides*). A fórma que o phenomeno reveste n'estes generos estabelece a transição entre o desenvolvimento directo e o desenvolvimento denominado indirecto. Este ultimo processo é caracterizado pela existencia d'uma cellula auxiliar, situada na visinhança do oogonio. O ovulo fecundado emite um tubo que o liga com a cellula auxiliar. Depois de estabelecida a communicação a cellula-ovo lança todo o seu conteudo na segunda cellula e os cyto e nucleoplasmas dos dois elementos fundem-se completamente. A cellula auxiliar germina em seguida produzindo um sporogonio. Ha casos em que o ovulo divide o seu protoplasma por duas cellulas auxiliares; outras vezes dois ovulos lançam o seu conteudo em um elemento commum; ordinariamente porém cada oosphaera possui uma unica cellula auxiliar que lhe é propria. As Corallinaceas offerecem sob este ponto de vista uma particularidade notavel. Os oogonios das Corallinaceas existem em conceptaculos cujo fundo tapetam, e são cercados e separados uns dos outros por uma cinta de filamentos estereis. Depois da fecundação os ovulos emitem pequenos prolongamentos que se anastomosam com as penultimas cellulas dos filamentos mais visinhos, cellulas que já anteriormente teem augmentado de volume; estas anastomosam-se com os artigos correspondentes dos filamentos com que estão em contacto

pela sua parte externa e assim consecutivamente, de fórma que todas as cellulas nutritivas, com o ovulo central, formam um disco unico. As cellulas periphericas do disco geram uma corôa marginal de ramos sporiferos.

A germinação da cellula auxiliar pôde effectuar-se segundo tres normas diversas. No caso mais simples a nutrição do sporogonio opera-se simplesmente pela superficie de contacto da auxiliar com os tecidos subjacentes; outras vezes a cellula auxiliar germina emittindo filamentos que se introduzem nos intersticios do tecido cortical, ramificando-se abundantemente e absorvendo a sua alimentação das cellulas vegetativas do thallo; em outros casos os filamentos sporogonicos anastomando-se com alguns dos artigos da planta materna, produzem juncto a estes pontos de nutrição novas ramificações rastejantes e flexuosas e ao mesmo tempo massiços sporiferos. Em resumo, a transformação da cellula germinal em tecido sporogonico, e a nutrição d'esse tecido, quer no desenvolvimento directo, quer no desenvolvimento indirecto segue um dos tres processos que successivamente indicamos nas Nemalias, Gelidias e Cryptonemias. A germinação dos protosporos nem sempre origina directamente o thallo adulto. Nos generos *Lemanea* e *Batrachospermum* o sporo segmentando-se gera um systema de filamentos ramosos, que designaremos sob o nome de protonema. Sobre o tecido do protonema nascem os thallos adultos que se fixam aos supports por meio de pellos rizoides, e mais tarde vivem completamente independentes.

Ordinariamente o thallo das Florideas cresce em consequencia da segmentação d'uma cellula terminal unica; algumas vezes porém o augmento de superficie é proveniente da divisão d'uma fila de cellulas terminaes (*Melobesia*, *Chylocladia*, *Corallina*). Nas Bangias o crescimento é uniforme e intercalar. A formação de falsos tecidos em virtude de concrecencias é vulgar nas Florideas. Conhecemos já o processo de genese dos pseudo-parenchymas nos thallos filamentosos. Os thallos massiços cercam-se tambem em diversos casos de tegumentos corticaes provenientes da soldadura dos corymbos de ramusculos irradiantes externos. Encontram-se exemplos d'uma fusão tão completa das ramificações em contacto que o conjuncto póde simular um tecido lamellar.

A maior parte das Florideas habitam o mar, um pequeno numero vive nas aguas doces preferindo as torrentes de curso muito rapido, taes como as cataractas naturaes, as quedas de agua dos moinhos, as correntes que se estabelecem juncto ás comportas dos canaes e vallas.

A estrutura delicadissima de grande numero das Florideas impede a fossilisação d'estas plantas. Existem comtudo algumas familias de Algas vermelhas que teem um thallo muito resistente. As Corallinaceas teem as suas membranas inerustadas de carbonato de cal, e em consequencia d'isto o corpo da planta tem a dureza da pedra, e quando ramificado o aspecto d'um coral. O calcareo grosseiro de Paris contém vestigios d'uma Alga do genero *Corallina*. Desde o horizonte da cré de Maestricht

e em diversos niveis do terreno terciario encontram-se Corallinaceas dos generos *Melobesia* e *Lithotamnion*. As Rhodymeniaceas e as Gigartineas teem um thallo massiço e cartilagineo. No eocene do Monte-Bolca as Rhodymeniaceas são representadas pelos generos *Delesseria* e *Sphaerococcus*; as Cryptonemias são representadas pelo genero *Halymenia*¹.

As Pheosporeas devem a coloração escura dos seus chromoleucitos a um pigmento verde-azeitona que existe misturado com a chlorophylla. O thallo das Pheosporeas póde ser filamentoso ou parenchymatoso. Os thallos filamentosos transformam-se geralmente em thallos massiços. Umaz vezes sobre as cellulas basilares dos ramusculos do filamento principal nascem ramificações que se alongam applicando-se intimamente contra os elementos axiaes e revestindo-os assim d'um pseudo-

¹ SIRODOT: *Etude de la famille des Lëmanëacëes* (Ann. des sc. nat. Bot., 5.º série, tom. XVI). *Étude du Balbiana (Chantransia) investiens* (Ann., 6.º série, tom. III). *Observations sur le développement des Batrachospermum* (Comptes rendus tom. XCI, 1880).

JANCZEWSKI: *Études anatomiques sur les Porphyra* (Ann. 5.º série, tom. XVII). *Notes sur le développement du cystocarpe dans les Floridées* (Mem. de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg, tom. XX).

BORNET ET THURÉT: *Recherches sur la fécondation des Floridées* (Ann. 5.º série, tom. XV).

PH. VAN TIEGHEM: *Sur les globules amylicés des Floridées* (Comptes rendus tom. LXI, 1865). *Traité de Botanique*. Paris, 1884.

G. DE SAPORTA ET A. F. MARION: *Les Cryptogames*. Paris, 1881.

ENGELMANN: *Couleur et Assimilation* (Ann., 6.º série, tom. XV).

parenchyma; a camada cortical augmenta successivamente de espessura pela adjuncção de novos filamentos. Em outros casos as divisões principaes dos filamentos fundem-se em massa homogenea revestida pelas ramificações secundarias que permanecem livres. A lei do crescimento do thallo dá ás Pheosporeas parenchymosas fórmas bastante variadas. Póde o corpo da Alga semelhar-se a uma folha de peciolo curto, ou ter uma fórma cylindrica, ou achatar-se em lamina que augmente de extensão superficial simplesmente pela segmentação das cellulas marginaes. Se o crescimento se opera em virtude da formação continua de dissepimentos transversos em uma cellula-mãe terminal, o thallo alonga-se em cylindro abundantemente ramificado. Se o crescimento se opera pela formação d'uma região meristemática intercalar, o thallo attinge grandes dimensões e explana-se em folha longamente peciolada, fixa aos rochedos por um suporte ramoso. A zona intercalar de segmentação fica situada na região em que a lamina foliar se adelgaça em peciolo. A folha póde ser simples ou palmati-partida; o peciolo é constituido por uma região central de cellulas medullares longas e por uma região cortical de cellulas isodiametricas. Pertencem á familia das Pheosporeas as Algas assucaradas (*Laminaria*) que simulam folhas gigantescas, medindo quatro a cinco metros de comprimento sobre 2 decimetros de largura. No genero *Lessonia* o peciolo divide-se dichotomicamente em ramificação abundante cujas extremidades foliares pendem como os ramos d'um Chorão. A *Macrocystis pyrifera* das

costas da California é constituída por um peciolo delgado que se eleva até á superficie da agua, e ahi se divide para um dos lados em uma serie de ramificações curtas e dilatadas na base em fluctuadores pyriformes, e terminados por laminas foliares de um a dois metros de comprimento. A extensão total da *Macrocystis* póde exceder duzentos metros. Algumas vezes os ramos secundarios das Pheosporeas dispõem-se em cyclo foliar e adquirem um crescimento terminal limitado; o caso mais geral, porém, é serem homologas todas as divisões do thallo.

A reproducção das Algas Pheosporeas effectua-se ordinariamente por meio de sporos moveis asexuados, designados sob o nome de zoosporos. Os zoosporos são cellulas pyriformes, tendo uma das suas extremidades incolor e a outra colorada de verde azeitona com um ponto central vermelho onde se inserem duas celhas vibrateis. Depois de terem nadado durante algum tempo, os zoosporos fixam-se pela sua extremidade hyalina anterior. Os zoosporos nascem por divisão total em cellulas do thallo diversamente conformadas, e libertam-se pela formação d'uma abertura na membrana da cellula zoosporangifera. Os orgãos reproductores sexuados teem sido sómente descobertos em um pequeno numero de generos da familia das Pheosporeas. Para produzir os elementos sexuados certas cellulas alongam-se, segmentam-se por diversos modos e geram assim protoplasmas que se individualisam, libertam e em seguida, fundindo-se dois a dois, formam os oosporos, cellulas que germinando se desenvolvem em thallo adulto. Os elementos repro-

..

ductores teem a denominação de gametas ; as cellulas gametas que se reúnem para constituir o mesmo ovulo podem ser eguaes ou deseguaes ; podem ser ambas moveis, ou só uma d'ellas. As Pheosporeas offerecem-nos portanto tres typos diversos de fecundação : isogamia com gametas moveis, heterogamia com oosphera e antherozoides moveis, heterogamia com antherozoides moveis e oosphera immovel.

As Pheosporeas são todas maritimas, salva uma unica excepção (*Pleurocladia*).

A especie fossil *Laminarites Lagrangei*. Sap. et Mar. parece pertencer ás Pheosporeas ; e, se assim é, conhecemos um representante d'esta familia no infraliasico. Os moldes deixados pela Alga infraliasica cobrem grandes placas de grés e revelam que o corpo da planta que alli imprimiu as suas formas se dividia em fachas thalloides simples ou bipartidas e muitissimo longas. O genero jurassico *Itieria* tem muitos pontos de semelhança com as Pheosporeas.

As Fucaceas teem nos seus chromoleucitos associada á chlorophylla uma substancia pigmentar escura, a phycoheína analogá á substancia pigmentar das Pheosporeas. O thallo das Fucaceas é sempre massiço e compõe-se d'uma região medullar e constituida por cellulas parenchymatosas alongadas e d'uma região externa cortical constituida por cellulas isodiametricas. Os elementos das camadas externas continuam a segmentar-se

durante muito tempo. Quando a planta já tem attingido um certo estado de desenvolvimento, entram tambem em actividade as cellulas das camadas corticaes mais em contacto com a região medullar; crescem, dividem-se, ramificam-se e ao mesmo tempo afastam umas das outras as cellulas dos outros tecidos, entre as quaes insinuam os seus prolongamentos, augmentando assim a espessura do thallo. Na camada cortical existem cryptas piliferas, nas quaes a agua póde sómente penetrar por um pequeno ostiolo. O crescimento da planta póde effectuar-se pela segmentação d'uma cellula tetraedrica terminal parallelamente ás suas faces lateraes ou pela segmentação d'um conjuncto de cellulas terminaes reunidas em aresta. A ramificação é dichotomica, mas a dichotomia transforma-se algumas vezes em sympodia pelo desenvolvimento desigual das divisões. A diferenciação exterior da fórma e ao mesmo tempo a divisão do trabalho nutritivo e mechanico dão a algumas das plantas d'esta familia um aspecto que simula o dos vegetaes superiores. O *Antophycus longifolius* offerece-nos o exemplo mais notavel do gráu de polymorphismo que estas Thallophytas podem attingir. O corpo do *Antophycus* divide-se em regiões diversamente modificadas, umas cylindricas cauliformes, outras achatadas em laminas phylloides; o conjuncto dos orgãos axiaes e appendiculares recorda o *cormus* das antophytas diferenciado em raiz, caule, inflorescencias e flores. Em grande numero de casos o thallo das Fucaceas permanece homogeneo, podendo ainda assim adquirir apparencias

morphologicas muito variadas; a *Himanthalia lorea* tem a fórma d'uma taça sustentada por um pedunculo curto; os representantes do genero *Fucus* alongam-se em fachas phylloides dichotomicamente divididas. Quer homogeneas, quer externamente diferenciadas, as Fucaceas fixam-se aos rochedos por meio d'um suporte ramoso. É vulgar nas Algas fucoidéas a existencia d'uma especie de fluctuadores que consistem em cavidades ellipticas cheias d'um gaz que parece ser azote puro. Nos thallos mais diferenciados as vesiculas gazosas localizam-se em ramusculos determinados. A extensa floresta fluctuante, denominada mar dos Sargassos, é constituída quasi exclusivamente por uma Alga da familia das Fucaceas, o *Sargassum bacciferum*. Os thallos do *Sargassum* são arrastados das costas da America pelas correntes maritimas, e vão reunir-se formando um enorme banco vegetal que occupa no Atlantico uma superficie de 50.000 metros quadrados. Os fragmentos das plantas assim transportadas sustentam-se á superficie da agua pela acção dos seus fluctuadores, conservando durante bastante tempo a sua força vegetativa.

A descripção dos processos pelos quaes se reproduz o *Fucus vesiculosus* é sufficiente para nos fazer comprehender como estes phenomenos se dão em todas as outras Fucaceas, salvo pequenas variantes. O *Fucus* é dioico; os seus orgãos reproductores nascem nas extremidades das ramificações, extremidades que para esse fim se dilatam consideravelmente, e alojam-se em cryptas piliferas denominadas conceptaculos. As cryptas sexua-

das são muito profundas e communicam com o liquido em que estão mergulhadas por ostiolos muito apertados. Os antheridios teem a fórma de pequenos saccos ovoides sustentados por pellos ramificados. As cellulas antheridicas segmentam-se em um grande numero de antherozoides pequenos e ellipticos. Os antheridios maduros destacam-se e reúnem-se em massa alaranjada juncto á abertura do conceptaculo quando durante a baixa-mar o thallo está exposto ao ar humido. Os oogonios representam tambem pellos modificados. Nos conceptaculos femininos existem a par com os oogonios um grande numero de pellos estereis denominados paraphyses. Cada oogonio é constituido por um pedunculo curto sustentando uma cellula ellipsoide cheia de protoplasma escuro. Esta cellula segmenta-se em oito oospheras, que sahem do orgão gerador reunidas em um unico grupo e envolvidas pela membrana interna do oogonio. Na baixa-mar os grupos de oospheras juntam-se proximo á abertura dos conceptaculos femininos em massa verde-azeitona. Quando a maré sobe, os antherozoides e as oospheras libertam-se das suas membranas envolventes e nadam no liquido ambiente. Os antherozoides reúnem-se em grande numero em torno das oospheras, imprimindo-lhes por meio das suas celhas vibratéis um movimento de rotação e fundindo-se em seguida com ellas para formar os oosporos. Os oosporos não tardam a encarcerar-se em uma membrana cèllulosa, cahem á superficie d'um corpo solido, alongam-se e ramificam-se em uma das suas extremidades, pela qual se fixam; depois

continuam a segmentar-se reproduzindo a planta adulta. Os ovulos são ordinariamente fecundados durante o inverno. As Fucaceas não se reproduzem asexualmente. As fórmas fosseis d'esta familia são conhecidas sómente a partir do eocene e miocene, e denotam n'esses terrenos a existencia de typos dos generos *Fucus*, *Himanthalia*, *Sargassum* e *Cystosira*.

As Characeas offerecem-nos, entre as algas verdes, o primeiro esboço da differenciação do systema vegetativo em caule e folhas. O caule das Characeas é paucicellular, cylindrico, articulado, composto de elementos extremamente longos. Em cada articulação nasce um verticillo de orgãos appendiculares dotados de crescimento terminal limitado. Os filamentos que constituem cada verticillo não nascem todos a um tempo, mas successivamente. Na axilla do ramo mais idoso ou dos dois ramos mais idosos dos verticillos apparece um gommo que mais tarde se alonga em um ramo igual ao tronco principal. Os verticillos alternam de dois em dois; e se seguirmos a serie, veremos que todos os ramos axillares estão situados sobre uma helice e separados por uma divergencia igual a metade do angulo que formam os ramos no verticillo. Os ramos axillares sustentam verticillos de ramusculos que se sobrepõem exactamente; os ramusculos nascem tambem successivamente em cada verticillo; de fórma que o mais idoso fica sempre collocado no meio do lado superior do ramo. Portanto o ramo

inteiro com os seus ramusculos é simplesmente symetrico em relação a um plano que contém o seu eixo e o do tronco, plano que contém tambem o eixo de todos os ramusculos mais idosos.

A reproducção das Characeas effectua-se pela fusão de uma oosphera com um antherozoido. A cellula-ovo germinando produz um filamento protonematico analogo ao que já descrevemos em algumas Florideas. O crescimento começa pela formação d'um dissepimento transverso que divide o oosporo em duas cellulas, uma das quaes fica inactiva; a outra gera um filamento verde, composto de um elemento terminal incolor e rhizoide e d'uma serie de tres a sete cellulas verdes. A primeira d'estas cellulas divide-se em dois artigos: a articulação inferior prolonga-se em tubo hyalino; a articulação superior separa em cada uma das suas extremidades um segmento achatado. A cellula intercalada entre os dois segmentos alonga-se muito formando um entre-nó. O segmento terminal divide-se por meio de septos successivos de fórma a constituir um anel de cellulas periphericas cercando duas cellulas internas. As cellulas periphericas d'este anel alongam-se horizontalmente, originando assim um verticillo de ramos. Os órgãos verticillares não nascem todos a um tempo, mas pela ordem em que se constituíram as cellulas nodaes; a cellula peripherica mais idosa não produz, como se dá nos artigos seguintes, um órgão verticillar; mas continua o tronco principal. Finalmente o segmento basilar divide-se como o segmento terminal em cellulas centraes e cel-

lulas periphericas. Estas ultimas desenvolvem as suas cellulas externas em longos tubos hyalinos, destinados a fixar o thallo e denominados rhizoides. Os rhizoides primarios ramificam-se em rhizoides secundarios.

O crescimento terminal do caule continua-se pela formação de dissepimentos obliquos na cellula terminal. Cada segmento gerado divide-se em uma cellula nodal e outra internodal, que se desenvolvem segundo normas eguaes ás que regulam a constituição do primeiro nó e entre-nó. Nos appendices verticillares formam-se septos obliquos até que o seu crescimento terminal cesse completamente. Depois de constituidos os segmentos do ramo, cada um d'elles se divide em uma cellula nodal superior e uma cellula internodal inferior. O segmento nodal da base da folha fica em contacto immediato com o tronco principal, porque a cellula internodal correspondente não se alonga e fica escondida na articulação do caule. As outras cellulas nodaes das ramificações primarias produzem verticillos de ramusculos secundarios, cuja lei de symetria já conhecemos. Todos os caracteres que successivamente temos apontado: crescimento terminal não indefinido, symetria em relação a um plano, faculdade de produzir gommos axillares, disposição sobre o tronco em verticillos alternos e disposição dos ramusculos em verticillos sobrepostos, levam os Algologos a comparar os órgãos verticillares a folhas e os seus ramusculos a foliolos.

No genero *Chara* e em parte tambem no genero *Lychnotamnus* o nó basilar dá logar a uma producção espe-

cial. A cellula peripherica superior alonga-se em um tubo que se adapta intimamente ao entre-nó superior, e a cellula inferior desenvolve-se da mesma fórma ao longo do entre-nó inferior. Os tubos ascendentes soldam-se com os tubos descendentes, engrenando as suas extremidades alternas e formando assim um falso tecido. A parte inferior de cada entre-nó conta um elemento cortical a menos do que a parte superior, porque a folha mais antiga de cada verticillo, possuindo um gommo axillar, não produz tubo ascendente. Morphologicamente os elementos do pseudo-parenchyma devem tambem ser considerados producções axillares. Os tubos corticaes, acompanhando o crescimento do thallo, dividem-se em segmentos successivos gerando cellulas nodaes e internodaes, d'onde resulta um tecido dermico complexo. Em muitas especies do genero *Chara* os nós basilares dos foliolos são a séde d'uma producção da mesma ordem. Os nós basilares das fólhas de *Chara* geram tambem tubos cellulares mais ou menos longos denominados stipulas.

As cellulas do thallo das Characeas são notaveis pela sua grande dimensão, pelo seu conteudo protoplasmatico rico em chlorophylla, e pelos movimentos gyratorios que animam esse protoplasma. A direcção da corrente é, em cada cellula, perfeitamente determinada e em harmonia com a situação d'ella. Os corpusculos chlorophyllinos não tomam parte no movimento de rotação protoplasmatica. O movimento gyratorio começa a adquirir uma grande intensidade desde que o conteudo protoplasmatico da cellula se reduz a uma simples camada

proteica parietal, occupando o succo cellular toda a região central do elemento. Em um periodo mais adiantado da vida das cellulas o protoplasma em movimento differencia-se em uma parte fundamental mais aquosa e em glomerulos arredondados mais densos. As correntes plasmicas teem a sua maior rapidez juncto á camada parietal em repouso e diminuem de intensidade para o interior da cellula, o que nos explica a causa por que todas as porções mais densas de protoplasma, de contorno irregular, possuem um movimento de rotação que acompanha o movimento de translação.

As Characeas não produzem sporos. É porém muito vulgar a reproducção agamica d'estas Algas por meio de gommos elementares destacados da planta materna, ou por meio de ramificações adventicias que se isolam, ou por meio de tuberculos subterraneos (*Chara stelligera*) cheios de amido e cercados de verticillos de folhas muito encurtadas, ou por meio de ramos semelhantes ao protoneuma.

Os orgãos de reproducção sexuada, oogonios e antheridios, nascem sempre sobre as folhas. O antheridio póde resultar da transformação do foliolo mais idoso de um verticillo (*Chara*), ou do elemento terminal de uma folha (*Nitella*). O oogonio provém ou do nó basilar do foliolo antheridico (*Chara*) ou do ultimo nó da folha terminada pelo antheridio. Os antheridios teem o aspecto de pequenos corpos arredondados, colorados primeiro de verde e mais tarde de vermelho. A superficie do antheridio é limitada por uma camada de oito cellulas achatadas, quatro trian-

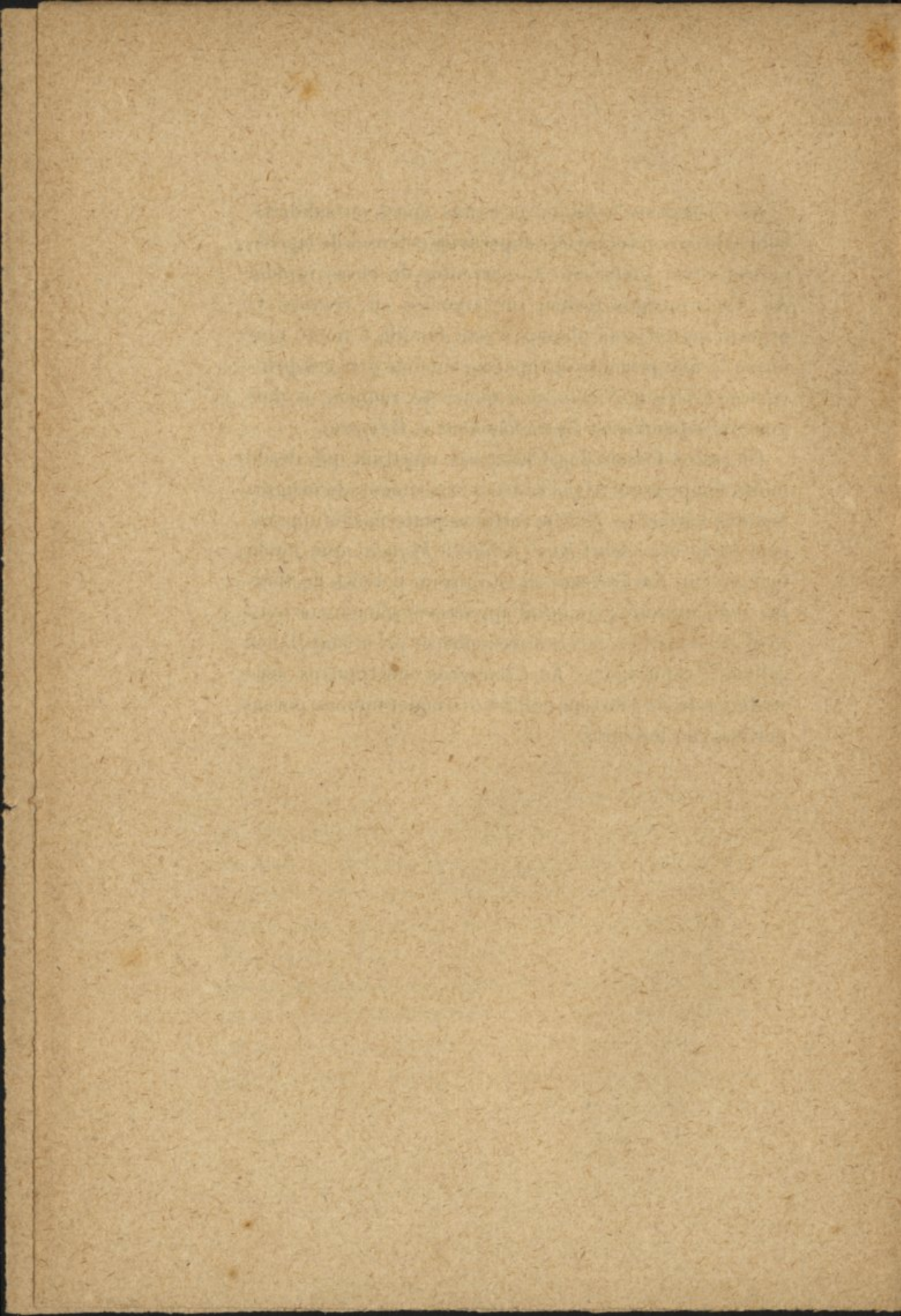
gulares dispostas em torno do pólo basilar. A esfera parece cercada por uma aureola hyalina, porque os chromoleucitos localisam-se na face interna das cellulas. Sobre as faces lateraes as membranas formam duplicaturas, que caminhando para o interior dos elementos dão aos seus contornos uma apparencia lobada. Do centro da parede interna de cada uma das cellulas parietaes antheridicas nasce uma cellula cylindrica, o manubrium, que se alonga até quasi ao centro da cavidade espherica. Na extremidade interna de cada manubrium existe uma pequena cellula hyalina arredondada, e esta sustenta seis pequenas cellúlas da mesma fórma, porém mais pequenas. Finalmente de cada uma das seis cellulas secundarias procedem quatro longos filamentos, delgados, enrolados sobre si mesmos e divididos em um grande numero de pequenos artigos discoides onde nascem os antherozoides isolados. O numero total dos antherozoides produzidos em cada antheridio varia de vinte a quarenta mil. Os antherozoides teem a fórma de um filamento, enrolado em espiral, um pouco espesso em uma das suas extremidades, e na outra que é mais delgada prendem-se duas celhas muito finas. A dessecação das cellulas periphericas opera a dehiscencia dos antheridios. A dissolução das membranas das cellulas-mães liberta os antherozoides que nadam activamente no liquido ambiente até penetrarem nos oogonios respectivos.

Os oogonios são ellipticos e sustentados por um pedunculo curto, unicellular. A parede do oogonio é formada por cinco cellulas verdes tubulosas, enroladas em torno

de um eixo constituido por cellulas sobrepostas. O conjuncto póde ser considerado um foliolo diferenciado; a cellula basilar corresponde ao entre-nó inferior, os cinco tubos espiraes representam as ramificações nodaes verticilladas. A cellula terminal do eixo é oval, mais desenvolvida do que as outras, e contém uma substancia protoplasmatica com gottas de oleo, grãos de fecula e chloroleucitos discoides completamente descorados. Esta massa plasmica é a oosphera. A região apicular da cellula oospherica é occupada por uma substancia gelatinosa hyalina. Os tubos parietaes espiralados prolongam-se além da grande cellula axial formando um orgão terminal, a corôa, constituido por cinco cellulas (*Chara* e *Lychnotamnus*) ou por cinco pares de cellulas (*Nitella* e *TolyPELLA*), separadas dos tubos inferiores por meio de septos obliquos. No momento da fecundação os tubos espiralados, afastando-se uns dos outros, deixam entre si cinco fendas lateraes por onde os antherozoides penetram no espaço comprehendido entre a região superior axial e a face interna dos involucros oogonicos. Os antherozoides encontram ahi uma mucilagem transparente, atravez da qual se dirigem para o protoplasma germinativo. Depois de effectuada a fusão dos elementos reproductores a cellula-ovo envolve-se em uma membrana propria, e ao mesmo tempo a parede interna dos tubos lenhifica-se, e colora-se de negro. Mais tarde o ovulo destaca-se com o seu involucro duro, á superficie do qual sobressahem as cristas espiralares mais ou menos salientes. A germinação tem logar na primavera ou no outomno.

As Characeas habitam as aguas doces ou salobras, cobrindo em certas regiões superficies extensas de lagoas, outras vezes preferindo as correntes de curso rapido. As Algas-musgos podem ser annuaes ou vivazes. O aspecto de todas as plantas d'esta familia é muito uniforme, o que permite agrupal-as em dois generos principaes, *Chara* e *Nitella*, aos quaes se reuñem os dois generos secundarios *Lychnothamnus* e *Tolypella*.

Os restos fosseis das Characeas mostram que desde muito tempo estas Algas só teem experimentado insignificantes variações. Nos travertinos quaternarios apparecem já as especies *Chara fœtida* e *hispida*, que ainda hoje vivem. Raras vezes se encontram porções do thallos das Characeas; em geral apparecem sómente os ovulos d'estas plantas, faceis de reconhecer pelas suas linhas salientes espiraladas. As Characeas mostram os seus vestigios desde o terreno oolithico; o maior numero porém pertence ao terciario.



CAPITULO III

Hepaticas, Musgos e Filicineas

Conhecemos sufficientemente a organização dos representantes superiores da vegetação aquatica. Fieis ao programma que traçámos, temos de actualmente fazer o estudo das plantas terrestres de estructura menos complicada. Os Cogumelos e os Lichenes evidentemente nenhum interesse offerecem na comprehensão dos factos evolutivos que vamos seguindo. Deixando pois de parte estes seres, destacam pela sua simplicidade as Hepaticas entre todos os phytoorganismos que vivem no meio aerio. É portanto para estas Cormophytas rudimentares que primeiro devemos voltar a nossa attenção, completando em seguida, pelo exame succinto da estructura e evolução dos Musgos e das Filicineas, as bases sobre que se ha de firmar a nossa analyse na descoberta dos caracteres que, accentuando-se progressivamente, deram aos vegetaes o dominio dos solos emersos.

Na classe das Hepaticas encontram-se todas as tran-

sições desde os thallos alguiformes, completamente homogêneos, até aos caules folíferos que se acham nos representantes do grupo dos Musgos. O corpo da planta nas Hepaticas mais imperfeitas é uma simples lamina parenchymatosa, rastejante, dichotomicamente dividida e possuindo pellos absorventes na sua pagina inferior; não ha ainda folhas; a diferenciação interna do thallo é quasi nulla; não ha dermatogene perfeitamente definida, nem periblema, nem pleroma; apparece comtudo no interior um conjuncto de cellulas alongadas que occupa o logar dos futuros tecidos de sustentação e conducção das materias nutritivas.

O corpo vegetativo das Hepaticas é sempre bilateral; a face superior voltada para a luz tem uma conformação diversa da face inferior em contacto com o suporte. Quando o thallo não possui appendices foliaceos, na sua pagina inferior obscura, juncto á extremidade vegetativa, existem pellos que segregam mucilagem e a lançam n'aquella região de modo a impedir a dessecação rapida. Em algumas das Hepaticas menos complexas (*Anthoceros*, *Pellia*) o thallo tem o seu contorno apenas lobado; em outros casos a lamina thalloide torna-se espessa na sua linha media formando uma nervura saliente, e ramificando-se abundantemente no seu plano por falsa dichotomia (*Metzgeria Ancura*); mas os seus segmentos são todos semelhantes e o corpo da planta permanece homogêneo. Nas Riccias a pagina inferior do thallo sustenta uma serie de lamellas inseridas transversalmente, e que mais tarde se dividem de modo a imitar duas series de

foliolos; nas Marchanciaceas apparecem logo desde o principio duas series transversas de lamellas. A pagina superior do thallo das Riccias é occupada por uma camada de cellulas verdes que deixam entre si espaços aeriferos mais ou menos largos; estas cavidades são produzidas pelo desenvolvimento predominante das cellulas circumjacentes, e em seguida recobertas pela epiderme que se dilata deixando sómente uma pequena abertura analoga a um stoma. Na face superior do thallo das Marchanciaceas existem cryptas aeriferas muito desenvolvidas, tapetadas pela epiderme, e cujos ostiolos são cercados por uma cinta de cellulas especiaes; em tempo opportuno sobre a mesma face desenvolvem-se membros adventicios, de fórma particular, que se levantam perpendicularmente sustentando os corpos reproductores. A differenciação progressiva dos segmentos do thallo torna-se bastante notavel na Jungermanniaceas (*Pellia*, *Metzgeria*, *Aneura*, *Blasia*, *Fossombronia*, *Frullania*, *Gymnomitrium* e *Haplomitrium*). Nas *Blasia* cada ramificação do thallo recorta o seu limbo em divisões que se dispõem d'um e d'outro lado d'uma nervura media como uma serie de folhas parallelas ao eixo. Estes segmentos foliares tornam-se mais distinctos nas *Fossombronia*. Nas *Jungermannia*, *Radula*, *Frullania*, o corpo vegetativo é constituido por um caule filiforme e rastejante, que sustenta tres series de folhas, duas lateraes e a terceira sobre a pagina inferior; estas ultimas são mais pequenas do que as outras e, em alguns casos, ou não se desenvolvem ou são substituidas por pellos. Nas *Gymnomi-*

trium as tres series de foliolos inserem-se perpendicularmente sobre o corpo cylindrico medio. Finalmente o caule erecto das *Haplomitrium*, symetrico em relação a um eixo e sustentando tres ordens de folhas transversalmente inseridas, separa-se já bastante do typo geral das outras Hepaticas para se assemelhar ao aparelho vegetativo dos Musgos.

As folhas das Hepaticas não possuem nervuras e são constituídas por um unico plano de cellulas. O tecido do thallo é poremchymatoso, homogeneo, ou apenas offerece leves vestigios de differenciação interna. Nas *Blasia* a nervura media contém cellulas alongadas. No thallo das *Preissia* encontram-se cordões formados de cellulas alongadas de membranas espessas e coloradas de escuro. No thallo das *Fegatella* encontram-se series longitudinaes de cellulas cujas membranas se gelificam. Sobre a pagina inferior do aparelho vegetativo das Anthoceroceas, juncto á extremidade vegetativa, formam-se fendas analogas a stomas, cada uma das quaes se abre por um espaço intercellular; estes espaços segregam uma substancia mucilaginosa que sahe para fóra da fenda, e substituem assim as papillas claviformes que nas outras Hepaticas segregam um liquido gelatinoso.

A fronda ou corpo vegetativo das Hepaticas é sempre sexuada. Os orgãos de reproducção gamica são os antheridios onde se geram os antherozoides e os archegonios onde se geram as oospheras. Nas fórmas thalloides antheridios e archegonios existem sobre a pagina superior da lamina rastejante. Nas Riccias os orgãos reproductores

nascem no fundo de cryptas eguaes ás cryptas aeríferas e são recobertos por um involucro gerado pelos tecidos do thallo que, em alguns casos, se desenvolvem formando um collo alongado e prominente. Os thallos das Anthoceroceas contem os antherídios e oogonios misturados sem ordem; os antherídios existem durante o seu desenvolvimento em cavidades fechadas, que em geral estão completamente mergulhadas nos tecidos da fronda (*Anthoceros*, *Notothylas*); os archegonios são tambem inteiramente inclusos no parenchyma do corpo vegetativo. As Jungermanniaceas podem ser monoicas ou dioicas; nas fórmas thalloides d'esta familia os órgãos reproductores nascem sobre a face dorsal das ramificações e são protegidos por um involucro que é produzido ou pelos tecidos da mesma ramificação ou por um desenvolvimento especial dos tecidos visinhos; nas formas folíferas antherídios e archegonios nascem ou na extremidade das ramificações principaes ou na extremidade de pequenas ramificações geradas endogenicamente na face ventral. Os antherídios das Jungermanniaceas são em geral axillares; os archegonios agrupam-se ordinariamente na extremidade de ramos que, em certos casos, sustentam antherídios na região inferior; os órgãos sexuaes femininos ou são cercados pelas folhas visinhas, que formam um involucro denominado periantho commum ou pericheze, ou são completamente invaginados em uma cavidade larga e profunda, sobre a superficie da qual se destacam (*Calypogeia*). Além da pericheze cada archegonio possui um periantho proprio formado por uma

prega membranosa dos tecidos circumjacentes. Os órgãos sexuais das Marchanciaceas reúnem-se geralmente em grupos; nas *Targionia* os archegonios dispõem-se na extremidade d'um ramo cercados por um anel parenchymatoso; os grupos masculinos e femininos de muitos *Plagiochasma*, os grupos antheridicos das *Fimbriaria* e *Peltolepis* são sustentados em receptáculos discoides dispostos em linha sobre a pagina dorsal do thallo; os aparelhos masculinos e femininos das *Fegatella*, *Preissia*, *Marchantia* e *Dumortiera* são constituídos por uma ramificação diferenciada que se levanta sobre o thallo e se dilata em disco na parte superior. É na *Marchantia polymorpha* que a diferenciação das ramificações sexuais é levada ao seu maximo. Os órgãos oogonicos e antheridicos da *Marchantia* são sustentados em ramos da altura de um centimetro, nascidos juncto ao contorno das frondas nas depressões que separam os lobos. As ramificações sexuais femininas ou receptáculos femininos são formadas por um pedunculo cylindrico terminado por um disco umbelliforme profundamente dividido em oito a dez lobos estreitos e alongados; é no intervallo dos lobos e sobre a face inferior do disco que são gerados os archegonios; cada grupo de archegonios é envolvido por uma prega foliacea saliente e recortada, o periantho commum ou pericheze; além d'isto cada archegonio é cercado por um periantho proprio que nasce em volta da base sob a fórma d'um anel que, desenvolvendo-se mais tarde, encobre completamente o archegonio. Os receptáculos masculinos da *Marchantia*

polymorpha são formados por um pedunculo terminado em um disco lenticular primeiro completamente circular e mais tarde recortado em cinco ou seis lobos que se levantam tornando concava a face superior do disco juncto ás suas extremidades; é na espessura d'este disco que estão contidos os antheridios, cada um dos quaes fica situado em uma depressão elliptica que communica com o exterior por meio d'um orificio apertado.

Os antheridios das Hepaticas são formados por um pedunculo terminado por um órgão espherico ou oval. Os antheridios são gerados pela segmentação de cellulas do parenchyma dermico. A cellula antheridica apparece primeiro sob a fórma de uma pequena saliencia, depois divide-se por meio de um septo transverso em dois elementos, um superior e outro inferior; do superior provém o pedunculo e do inferior o corpo do antheridio que é constituido por uma camada parietal que envolve as cellulas-mães dos antherozoides. A geração dos antherozoides das Hepaticas offerece uma analogia notavel com o modo de formação das mesmas cellulas nas Algas-musgos. Os nucleos da cellula-mãe, n'estas ultimas plantas, produzem directamente o corpo espiralado do antherozozide; para este fim a sua camada peripherica torna-se mais densa e recorta-se por uma fenda da fórma do corpusculo reproductor; a sua região central torna-se mais aquosa e fórma no centro da espiral uma vesicula hyalina; do cytoplasma procedem sómente a extremidade do antherozozide e as duas celhas vibra-teis. Os antherozoides das Hepaticas originam-se do

mesmo modo; o nucleo da cellula-mãe endurece a sua camada peripherica; recorta-se por uma fenda espiralada, o centro da região nucleoplasmatica transforma-se em uma vesicula hyalina e o cytoplasma fornece as celhas vibratéis.

A dehiscencia dos antheridios effectua-se sob a influencia da agua; as cellulas-mães dos antherozoides isolam-se em seguida no liquido ambiente, as suas membranas dissolvem-se, e os corpusculos reproductores libertam-se e deslocam-se enrolados em espira gyrando em torno do seu eixo.

Os archegonios nascentes constituem pequenas papillas na superficie da fronda das Hepaticas, e o seu crescimento torna-os exsertos no vertice dos ramos ou nos tecidos externos do thallo. Cada archegonio procede todo d'uma unica cellula primordial, que se separa por meio d'um septo transverso da cellula dermica que lhe dá origem. Nas Riccias a papilla peripherica assim separada é a cellula-mãe do archegonio; em todas as outras Hepaticas ainda apparece um novo septo paralelo ao primeiro separando duas cellulas: uma inferior que se transforma no pedunculo e outra terminal que gera o corpo do archegonio. N'esta ultima cellula formam-se tres membranas longitudinaes excentricas, que separam uma cellula axial e tres periphericas. Nas Marchanciaceas cada uma das cellulas externas se divide em seguida por meio de uma membrana radial, d'onde resultam seis cellulas periphericas. Uma das cellulas externas, permanece indivisa nas Jungermanniaceas, o que

reduz a cinco o numero final. Nas Riccias e Anthoceroceas as divisões longitudinaes são muito menos regulares; o numero total das cellulas resultantes oscilla de cinco a sete. Em consequencia da formação de uma serie de dissepimentos transversos no seio da cellula axial interna resulta uma fila de cellulas de differente valor; das duas cellulas que primeiro se mostram, a inferior é o ponto de partida da região central, a superior a origem do collo do archegonio. A primeira soffre uma unica divisão ulterior dando origem a uma cellula volumosa, a oosphera; a segunda produz por bipartições, que se succedem em direcção basifuga, uma serie de cellulas em numero variavel, mas sempre multiplo de quatro. As cellulas periphericas acompanham a segmentação dos elementos axiaes dividindo-se tambem por meio de dissepimentos longitudinaes e transversos, d'onde resulta a constituição das paredes do collo e ventre do archegonio. A parede ventral, ou sacco archegonial, é composta por uma ou duas camadas de cellulas que circumcrevem uma cavidade ellipsoide, onde se aloja o protoplasma germinativo. A parede do collo archegonial é constituida por tantas filas de cellulas quantos são os elementos basilares periphericos. No espaço estreito, cylindroide e alongado, circumscripto pela parede do collo, aloja-se uma serie de cellulas denominadas cellulas de canal, cuja origem já conhecemos. Uma das cellulas provenientes da primeira divisão do elemento central basilar termina o canal, e segmentando-se quatro, cinco ou seis vezes, gera os elementos denominados oper-

culares que fecham o collo do archegonio. O sacco ventral distingue-se sempre do collo pelo facto de conter a cellula embryonnaria, ainda que, em certos casos, não seja aparentemente notavel pelo seu maior volume. O pedunculo é ordinariamente composto por uma ou duas camadas cellulares; em alguns casos é completamente nullo. O archegonio das Hepaticas é portanto sessil ou sub-sessil.

Quando o aparelho oogonico chega á maturação as cellulas de canal transformam-se em mucilagem. Esta nucilagem separa as cellulas terminaes operculares e em parte reune-se juncto ao orificio formando uma gotta gelatinosa. Quando a chuva ou o orvalho operam a dehiscencia dos antheridios e dissolvem as membranas das cellulas-mães, os antherozoides nadam em grande numero no liquido, sendo alguns d'elles retidos no collo dos archegonios; seguem então o filamento mucilagineo do canal que os conduz até á oosphaera, com a qual se fundem. A substancia do antherozoides combina-se á da oosphaera, nucleo a nucleo, e protoplasma a protoplasma. A cellula-ovo não tarda a segregar uma membrana envolvente, segmentando-se em seguida de modo a formar um tecido celular que, em consequencia do crescimento e differenciação ultteriores, dá origem a um embryão sporifero, o sporogonio, considerado pelos auctores como geração agamica. Analogamente ao que mostrámos nas Florideas, o sporogonio das Hepaticas vegeta como parasita sobre a planta materna sexuada. As paredes do archegonio desenvolvem-se acompanhando

o crescimento dos tecidos sporogonicos e gerando assim um involucro protector do novo embryão.

O crescimento do sporogonio continua sempre a direcção de crescimento do ramo archegonial. A primeira segmentação da oosphera é perpendicular ao eixo do orgão oogonico, d'onde resultam duas cellulas sobrepostas. A cellula inferior soffre diversas transformações nas diferentes familias das Hepaticas. Nas Riccias gera metade do sporogonio. Nas Anthoceroceas e Marchanciaceas gera o pedunculo que sustenta o sporangeo. Nas Jungermanniaceas o crescimento da cellula inferior é insignificante, limitando-se á producção de um ou dois dissepimentos obliquos. A cellula superior do ovulo, fecundado e transversalmente segmentado, continua a dividir-se segundo tres planos, um dos quaes é parallelo ao septo primitivo e os outros dois longitudinaes e parallelos entre si. O desenvolvimento da cellula superior é complementar do desenvolvimento da cellula basilar. A geração asexuada encontra-se assim constituida, em um momento dado, por um parenchyma cellular sem vestigios de differenciação. O sporogonio completo e adulto é constituido nas Hepaticas mais perfeitas por um suporte delgado, a setta, de comprimento variavel, terminado na sua parte superior por uma dilatação sensivel contendo o sporangeo. Convém junctar um terceiro termo a esta distincção e designar sob o nome especial de pé a parte basilar da setta que permanece inclusa nos tecidos da planta materna. A disseminação dos sporos é facilitada nos Marchanciaceas e Jungermanniaceas pela existencia

de longas cellulas elasticas, os elaterios, que se desenvolvem na urna sporangifera. As cellulas destinadas a produzir os elaterios e os sporos comecam a tornar-se distinctas no parenchyma inicial pelo seu conteudo mais espesso e mais abundante. A camada cellular que cerca aquelles elementos geradores constitue depois as paredes do sporogonio; o que resta na parte inferior produz a setta e o pé. As cellulas de protoplasma denso geradoras dos sporos e dos elaterios multiplicam-se por bipartição durante algum tempo e, quando chegam a um certo estado do seu desenvolvimento, libertam-se pela gelificação das paredes que as reuniam em tecido. Geralmente depois d'este periodo os elementos a que nos referimos dividem-se em dois grupos: uns transformam-se em elaterios, os outros são as cellulas-mães dos sporos. A formação dos sporos por grupos de quatro em cada cellula-mãe é precedida pela dupla partição do nucleo primitivo; cada novo nucleo torna-se um centro protoplasmatico, em breve revestido por uma membrana propria, ao passo que a membrana da cellula-mãe é destruida para deixar em liberdade os corpusculos reproductores. As cellulas-filhas permanecem durante muito tempo reunidas em tetrasporo e a sua separação mutua opera-se lentamente, de fóra para dentro, simulando uma formação por estrangulamento. Os elaterios teem uma evolução muito simples. As cellulas que os produzem alongam-se mais ou menos em uma direcção unica, gerando-se ao mesmo tempo no seu protoplasma uma quantidade consideravel de amido. Quando se approxima

a epocha da maturação apparecem nas paredes das cellulas-elaterios esculpturas espiraladas, densas e de côr escura, que tornam as membranas muito sensiveis aos agentes hygroscopicos. A presença dos elaterios é característica das duas familias Jungermanniaceas e Marchanciaceas; o sporogonio das Riccias e Anthoceroceas não produz aquelles orgãos. A historia das cellulas parietaes da urna sporangifera semelha-se bastante á dos elaterios. As cellulas das paredes dividem-se um certo numero de vezes, permanecendo em seguida em repouso durante um longo periodo; no momento da maturação o seu conteudo desaparece formando-se, em algumas especies, esculpturas caracteristicas. As cellulas da setta desenvolvem-se sómente de modo a constituir ao sporogonio uma base de sustentação sufficiente, e a penetrar mais ou menos na planta materna para, por meio do seu pé, absorverem as materias nutritivas necessarias ao crescimento da geração asexuada. Em muitos casos entre a setta e o pé existe uma verdadeira distincção morphologica. Na maior parte das Jungermanniaceas o pé é separado da setta por um profundo estrangulamento. A setta das Jungermanniaceas é composta de series longitudinaes perfeitamente regulares de cellulas provenientes de um certo numero de iniciaes communs; pelo contrario, o pé é formado pelo desenvolvimento, sem ordem regular de cellulas superficiaes. Proximo á maturação as cellulas da setta nas Jungermanniaceas alongam-se muito rapidamente consumindo o amido que contem e, no espaço de algumas horas, o orgão de sustenta-

ção do sporogonio attinge uma dimensão decupla da primitiva. Nas Marchanciaceas a urna sporifera é ligada á planta materna por um massiço cellular. No genero *Riccia* o sporogonio não é sustentado por um pedunculo; continua directamente o tecido da planta materna. A cellula-ovo das *Riccia* é espherica, e primeiramente divide-se em oito octantes, cada um dos quaes continua a segmentar-se; a parede externa do parenchyma cellular, assim produzido, fórma a parede do sporogonio; o tecido interno transforma-se inteiramente em cellulas sporiferas. O sporogonio das *Riccia* reduz-se portanto a um sporangeo. Nas outras Riccias existe um tecido de sustentação analogo ao das Marchanciaceas, porém menos desenvolvido.

Durante o desenvolvimento do sporogonio a parte dilatada do archeogonio cresce tambem e, por uma abundante multiplicação das suas cellulas constitutivas, augmenta de volume envolvendo o embrião sporifero. O receptaculo fructifero acompanha em certos casos o desenvolvimento do tecido sporogonico, multiplicando tambem os seus elementos histologicos. O conjuncto das regiões accrescentes da planta materna, destinadas a proteger o sporogonio e a constituir com elle o orgão fructificante, tem o nome de epigono. Nas Hepaticas mais complexas o desenvolvimento da geração sporogonial não póde effectuar-se completamente sem a ruptura apicular dos involucros accrescentes.

Examinemos mais detidamente a estrutura e as funções dos elaterios. No genero *Riccia* não existem estes

orgãos nem elementos equivalentes. As outras Riccias oferecem-nos já exemplos de algumas complicações; assim as *Corsinia* conservam entre os esporos algumas células estereis que podem ser consideradas analogas aos elaterios; o sporangeo das *Sphaerocarpus* contém células sem esculpturas, quasi isodiametricas, e que se dividem, como as células-mães dos esporos, em quatro células-filhas, cada uma das quaes parece corresponder a um elaterio; nas *Boschia* existem elaterios bem caracterizados. Os elaterios das Marchanciaceas são muito bem desenvolvidos, em geral dispostos irregularmente entre as células-mães dos esporos, e apresentando claramente desenhadas as esculpturas espiralares. Na familia das Jungermanniaceas, que é a mais complexa, mais numerosa e mais heterogenea, devemos distinguir diversos casos. Os generos thalloides, taes como as *Pellia* e as *Aneura*, parecem ser as menos perfeitas quanto á sua geração asexuada; quando as paredes das células do tecido sporigeno cessam de se dividir, differenceiam-se em células-mães de esporos e em elaterios que se dispõem irradiando. Os elaterios das *Aneura* e *Pellia* correspondem como os das Marchanciaceas a uma célula-mãe de sporo e são em geral livres; outras vezes permanecem fixos ás paredes, mesmo depois da dehiscencia, parecendo actuar de fórma a tornar a disseminação mais lenta e mais completa. Nas Jungermanniaceas foliferas as células do tecido sporigeno dividem-se durante muito tempo antes de serem deixadas em liberdade. Só bastante tarde os elaterios começam a tornar-se distinctos dos esporos,

e ainda depois d'esta differenciação continua a divisão das cellulas-mães de esporos. Os elaterios parecem attingir o seu maior grau de perfeição na *Frullania dilatata*; as cellulas-mães dos esporos distinguem-se quasi desde o principio dos elaterios continuando a dividir-se isoladas; é assim que uma cellula sporigena possuindo o mesmo valor morphologico que um elaterio dá origem a uma fila de dez a doze cellulas-mães de esporos. Pela sua rigidez, movimentos e adherencia ás paredes da urna sporogonica os elaterios da *Frullania* representam um papel importante na disseminação dos esporos.

As paredes da urna sporogonica são compostas por uma ou duas camadas de cellulas. Quando os elementos possuem esculpturas bem desenvolvidas, a dehiscencia do sporogonio produz-se regularmente em consequencia da contracção dos elementos lenhificados sob a acção da deseccação. Exceptuando as *Fossombroonia*, cuja dehiscencia é irregular, todas as outras Jungermanniaceas se abrem por quatro valvulas. A urna das Marchanciaceas fende irregularmente, ou destaca um operculo terminal. Os esporos das Riccias libertam-se por uma simples abertura da urna sporogonica; as paredes do tecido sporifero das Riccias não possuem esculpturas lenhificadas.

O desenvolvimento do orgão fructificante das *Anthoceros* offerece algumas particularidades muito notaveis e que convém conhecer. As primeiras divisões da cellula-ovo das *Anthoceros* produzem um embrião composto de duas ou tres camadas de cellulas; da camada inferior

procede o pedunculo, que permanece muito curto; das camadas superiores provém o sporangeo. O tecido central do sporangeo permanece esteril formando uma columna axial e os sporos das *Anthoceros* são simplesmente gerados em um espaço campanuliforme comprehendido entre a columella esteril e as cellulas parietaes. As cellulas basillares do sporogonio estão profundamente introduzidas nos tecidos do thallo e ahi se prolongam em tubos absorventes; os tecidos circumjacentes segmentam os seus elementos formando um involucro epigonial, accrescente que o sporogonio rasga apicularmente quando começa a alongar-se. Certas cellulas da camada sporifera permanecem estereis formando no seu conjuncto uma rêde. Nas *Dendroceros* e em algumas especies exoticas as cellulas estereis transformam-se em elaterios compostos de uma serie de elementos cuja membrana tem uma larga esculptura espiralar de côr escura. O sporogonio completo é uma longa silica, com stomas na sua superficie epidermica, inserida no thallo pela sua base, e abrindo-se por meio de duas valvulas. O sporangeo das *Anthoceros* póde continuar a crescer, durante muito tempo, simplesmente pela sua região basilar, mesmo depois da região terminal ter projectado os seus primeiros sporos. O sporangeo das *Notothylas* permanece sempre curto e não possui a columna axial esteril caracteristica das *Anthoceros* e *Dendroceros*. As *Anthoceros* distinguem-se tambem das outras Hepaticas pela structura do seu archegonio; as cellulas do sacco archegonial differem muito pouco dos elementos vegetativos do thallo e são

concrecentes com elles; além d'isto parece que o collo do orgão feminino não é terminado por cellulas operculares derivadas do elemento central, inicial, gerador da oosphera e das cellulas axiaes do canal.

O sporo das Hepaticas, germinando, produz uma vegetação protonematica rudimentar analoga á que encontramos nas Characeas e em algumas Florideas. O protonema póde ser filamentosos (*Aneura*, *Chiloscyphus*, *Lophocolea*), ou lamelliforme (*Radulla*, *Frullania*, *Jungermannia*). Em geral, uma das cellulas terminaes do filamento, ou uma das cellulas marginaes da pequena expansão foliacea, que constitue o protonema, origina a planta sexuada adulta. Os sporos das *Pellia* e em parte tambem os das *Fegatella* começam a segmentar-se, ainda dentro do sporangeo, produzindo um corpuseculo verde, ovoide e pluricellular; uma das cellulas externas d'este ovoide alonga-se em um pello absorvente; o thallo adulto procede da cellula terminal situada na outra extremidade.

A fronda das Hepaticas cresce ordinariamente em consequencia da segmentação continua d'uma cellula terminal cuneiforme (*Metzgeria*, *Aneura*, *Fossombronia*), ou pyramidal (*Blasia*, *Frullania*, *Radula*, *Mastigobryum*, etc.). Nas *Metzgeria* a cellula terminal separa, para um e outro lado, por meio de dissepimentos parallelos ás suas faces planas duas series de segmentos tabulares, obliquos, e de contorno semicircular, que na região interna e inferior se engrenam em zig-zag, divergindo na região superior e externa; cada segmento divide-se em seguida por meio de septos perpendiculares e parallelos

ás suas faces principaes, produzindo assim um massiço de pequenas cellulas que constituem o meristema; a cellula principal fica por fim situada em uma depressão, porque os segmentos lateraes successivos desenvolvem-se mais rapidamente do que as cellulas medias. É n'esta depressão que se opera a dichotomia do ramo. Para este fim a região terminal da fronda augmenta de largura e ao mesmo tempo forma-se uma saliencia media; a força vegetativa concentra-se em seguida d'um e d'outro lado do lóbo divisorio deixando-o no vertice do angulo reintrante da bifurcação. Nas *Blasia* a cellula meristemática principal tem a fórma de uma pyramide de quatro faces, parallelamente ás quaes se divide em segmentos superiores, inferiores, e lateraes. Nas *Jungermanniaceas* foliferas o caule termina em uma cellula pyramidal de base triangular que gera successivamente tres segmentos, dois dorsaes productores de folhas e um ventral; nas especies que possuem tres series de folhas o segmento ventral dá tambem origem a um d'estes appendices. Para produzir uma das folhas superiores, o segmento correspondente divide-se por meio de um septo longitudinal em duas metades, cada uma das quaes gera em seguida uma papilla destinada á folha; esta origem binaria manifesta-se de ordinario por uma chanfradura existente no bordo anterior, e visivel mesmo quando a lamina foliar é multipartida. As folhas ventraes, quando existem, são mais pequenas e mais simplesmente conformadas do que as outras. Nas *Jungermanniaceas* que terminam por uma cellula vegetativa

..

pyramidal distinguem-se duas ordens de ramificações: as ramificações lateraes e as ramificações ventraes. As primeiras nascem dos segmentos lateraes do caule no logar correspondente aos lóbos inferiores das folhas, desenvolvendo-se cada metade superior dos mesmos segmentos em uma folha unilobada. As folhas bilobadas são em geral unicamente produzidas pelos elementos que não formam ramos; em alguns casos porém (*Radula*, *Lejeunia*) cada segmento, destinado a originar a ramificação, divide-se primeiro em duas cellulas, uma inferior, que se desenvolve em ramo, e outra superior, que gera um lóbo foliar. As ramificações ventraes do caule são de origem endogenica, acropetica ou intercalar, e tem a propriedade de poderem permanecer no estado latente durante bastante tempo.

As Hepaticas além da reproducção por meio de sporos multiplicam-se tambem e abundantemente por meio de ramos adventicios, gommos caducos e propagulos. Os propagulos são corpos pluricellulares, lenticulares ou fusiformes, que se destacam da planta materna e germinam produzindo filamentos protonematicos. Nas *Blasia*, *Marchantia* e *Lunularia* formam-se na pagina superior do thallo conceptaculos de fórma especial, onde são gerados propagulos de grandes dimensões cercados por¹ pellos longos e claviformes.

¹ HY: *Recherches sur l'archégone et le développement du fruit des Muscinées* (Ann. 6.º série, tom. XVIII).

LECLERC DU SABLON: *Recherches sur le développement du sporogone des Hépatiques* (Ann. 7.º série, tom. II).

Nas duas series geologicas, primaria e secundaria, não se descobriram ainda vestigios de Hepaticas. Nos travertinos paleocenes encontraram-se duas especies de Hepaticas bem caracterisadas, uma das quaes é semelhante á especie actual *Marchantia polymorpha*. As outras Hepaticas fosseis conhecidas, ao todo doze especies, pertencem aos terrenos terciarios.

As plantas que constituem a classe dos Musgos (*Musci*, no sentido restricto da palavra) possuem uma haste foliacea, de diametro muito pequeno, symetrica em relação a um eixo e ordinariamente erecta. A haste dos Musgos nunca possui epiderme, nem vasos, nem tubos cribiformes. Depois de completamente diferenciada, a haste mostra-se composta por duas ordens concentricas de tecidos: o aparelho protector tegumentar e os tecidos centraes. O aparelho tegumentar é formado por camadas successivas de cellulas com membranas espessas e coloradas de vermelho ou de amarello avermelhado. As cellulas d'esta zona são tanto mais pequenas, mais resistentes e mais comprimidas umas contra as outras, quanto mais proximas estão da superficie. No caule das Sphagnaceas o systema tegumentar complica-se, diferenciando-se em duas camadas concentricas; a camada externa é formada de um ou mais planos de cellulas vasias communicando umas com as outras, e com o exterior, por meio de largos orificios abertos nas suas membranas, que são finas, pouco coloradas e esculpidas

por fachtas espiraladas; a camada interna tem cellulas mais estreitas, com membranas uniformemente espessas e coloradas de escuro. Os tecidos centraes do caule dos Musgos são constituídos por cellulas mais largas do que as do apparelho tegumentar, com membranas delgadas e pouco coloradas. Ordinariamente, no seio do cylindro parenchymatoso central, forma-se um fasciculo axial de cellulas muito estreitas. As folhas dos Musgos são muito simples, podendo ser constituídas por um unico plano de cellulas; ordinariamente porém existe uma nervura media formada de muitas camadas de cellulas alongadas. Em alguns casos distingue-se nos tecidos d'esta nervura um fasciculo axial de cellulas estreitas, com paredes delgadas, que descem no caule dirigindo-se obliquamente até se unirem ao cylindro central. Em certos generos o limbo foliar comprehende muitos planos de cellulas. Geralmente as cellulas do limbo são todas semelhantes; nas *Sphagnum* e *Leucobryum* differenceiam-se em cellulas incolores e cellulas verdes. Nas *Sphagnum*, por exemplo, o limbo foliar contém cellulas verdes, estreitas e tubulosas que formam um tecido em cujas malhas ficam comprehendidas cellulas incolores, largas, em fórma de losango, possuindo nas suas membranas esculpturas espiraladas e annulares. A fórma e a divisão da margem do limbo foliar variam muito. As folhas dos Musgos raras vezes são disticadas; o angulo de divergencia é de ordinario mais pequeno. Salvo poucas excepções, os entre-nós são muito curtos e as folhas parecem imbricadas. A haste dos Musgos umas vezes é simples

e curta; em outros casos é abundantemente ramificada, podendo então attingir um grande comprimento. Os tecidos caulinos são densos, elasticos e resistem durante muito tempo á putrefacção. As cellulas periphericas da haste produzem pellos absorventes, que abundam principalmente junto á base, revestindo-a, em um grande numero de casos, com um feltró espesso e de côr escura. Os rhizoides alongam-se, dividindo-se, por meio de dissepimentos transversos, em cellulas ricas em protoplasma e góttas de oleo. As extremidades dos novos rhizoides adherem intimamente aos granulos do terreno; e ramificando-se lateralmente formam, sob o solo, massiços enredados. No estado adulto as *Sphagnum* e as *Hypnum* das aguas estagnadas não possuem pellos absorventes.

A reproducção dos Musgos segue normas eguaes ás que descrevemos no grupo das Hepaticas; a cellula germinativa depois de fecundada gera um tecido sporifero composto de urna, setta e pé. Os orgãos sexuos dos Musgos ou existem na extremidade do tronco principal, ou existem na extremidade de ramos de geração secundaria; no primeiro caso as plantas são designadas acrocarpicas, no segundo pleurocarpicas. Archegonios e antheridios são sempre entremeados de paraphyses e cercados d'um involucro composto de folhas modificadas. Nas flores femininas ou hermaphroditas o involucro tem o nome de pericheze e é constituído por numerosas voltas de folhas espiraladas, semelhantes ás vegetativas e diminuindo de dimensões do exterior para o interior. O periantho masculino tem o nome de perigono e póde assumir

differentes fórmãs; de ordinario semelha-se a uma pericheze; em alguns casos arredonda-se em esphera; outras vezes achata-se em disco e as suas folhas, mais largas e mais curtas do que as do caule, quasi sempre coloradas de amarello ou de vermelho, sustentam nas suas axillas antheridios e paraphyses, podendo n'este caso o tronco, depois da fecundação, continuar o seu crescimento atravessando o perigono. Nas especies dioicas os individuos masculinos são, em alguns casos, mais pequenos e vivem menos tempo do que os femininos. Nas especies hermaproditas os archegonios e os antheridios ou estão reunidos no centro do involucro, ou se dispõem em grupos distinctos, e n'este caso os antheridios estão situados na axilla de folhas particulares e acham-se distribuidos em espiral no grupo central formado pelos archegonios. Os antheridios dos Musgos são em regra claviformes; em alguns generos são esphericos. O antheridio nasce como um pello d'uma cellula peripherica da haste. Esta cellula tem a fórmula d'uma papilla que se separa da cellula epidermica por meio de um septo transverso. Em seguida, dividindo-se por um novo dissepimento paralelo ao primeiro, gera duas cellulas uma inferior e outra superior; a inferior origina o pedunculo, a superior o antheridio. A cellula antheridica continua a dividir-se primeiro por meio de septos obliquos alternos, e depois por meio de septos tangenciaes; a camada externa do massico cellular assim formado segmenta-se segundo o raio e differencia-se formando a parede; as cellulas internas geram dissepimentos em tres direcções diversas

originando d'este modo as cellulas-mães dos antherozoides. Na epocha da maturação a parede do antheridio fende apicularmente, e pela abertura sahe toda a massa das cellulas-mães sob a fórma d'uma pasta mucilaginea. As membranas das cellulas geradoras dissolvem-se em seguida na agua libertando os antherozoides, que são muito analogos aos das Hepaticas. As Sphagnaceas offerecem, quanto á disposição e organização dos seus antheridios, algumas particularidades que convém conhecer. Os ramos masculinos das Sphagnaceas sustentam os antheridios lateralmente, um ao lado de cada folha, e depois da fecundação continuam o seu crescimento terminal transformando-se em ramos vegetativos. Os antheridios das Sphagnaceas são esphericos e sustentados por um longo pedunculo; a sua dehisçencia opera-se por meio de valvulas que se separam na região apicular, e se recurvam para baixo, sahindo ao mesmo tempo os antherozoides das suas cellulas-mães. Por estes caracteres as Sphagnaceas approximam-se das Jungermaniaceas.

O archegonio dos Musgos tem uma constituição morphologica, egual á do archegonio das Hepaticas. Janczewski mostrou que entre as duas classes de Muscineas existia uma pequena differença quanto á cellula opercular do archegonio, que é inactiva nas Hepaticas, e dotada de crescimento terminal nos Musgos propriamente ditos. A cellula opercular dos Musgos, continuando a segmentar-se, fornece de ordinario novos elementos que prolongam o collo do archegonio; ha comtudo casos em

que todo o crescimento consiste em formar alguns dissepimentos diversamente orientados, predominando a direcção radial, e podendo d'esta maneira o archegonio adquirir um aspecto claviforme. A cellula primitiva do archegonio póde occupar differentes regiões; se o archegonio está isolado na extremidade de um eixo diferenciado, ou quando ahi se produz um primeiro archegonio distincto, a cellula primitiva é a propria cellula terminal; quando os archegonios são secundarios, ou apparecem em grande numero sobre o mesmo receptaculo terminal, ou nascem sobre uma haste dotada de crescimento indefinido, a cellula-mãe é sempre visinha do ponto vegetativo e deriva das suas primeiras divisões. O collo do archegonio dos Musgos é longo e constituido por seis filas de cellulas; o sacco archegonial possui duas camadas de elementos e é sustentado sobre um pedunculo massiço que o liga á planta materna. Nas *Sphagnum* o collo tem duas camadas de elementos e o ventre quatro. O archegonio das *Sphagnum* póde ser considerado como representando o typo mais perfeito de todos pelo seu desenvolvimento consideravel e pela exacta proporção das suas partes; a inferior, o pedunculo, é constituida por uma columna cylindrica, massiça; na região superior d'este orgão as paredes cavam-se, dilatando-se sensivelmente; a cavidade estreita que limitam, e no seio da qual existe a oosphaera, fórma o ventre ou sacco archegonial. O orgão feminino das *Sphagnum* adelgaça-se superiormente em um collo cylindrico, tubuloso, fechado até á epocha da maturação pelas cellulas operculares.

O elemento ovulo germinando divide-se primeiramente por meio de um septo perpendicular ao seu eixo, gerando assim duas cellulas sobrepostas; a cellula inferior permanece depois inactiva; a superior segmenta-se, formando duas series longitudinaes de dissepimentos obliquos, d'onde resulta um massiço vegetativo cuneiforme. Em certos casos antes da constituição d'esta massa cellular, os septos divisorios teem uma direcção bastante regular. Qualquer, porém, que seja a ordem e o modo de apparição das cellulas longitudinaes do sporogonio, as divisões ultteriores operam-se muito uniformemente, ficando por fim todas segmentadas radialmente segundo dois planos perpendiculares entre si. Observando n'este momento uma secção transversal qualquer do novo orgão, nota-se sempre uma bipartição crucial. Cada um dos quatro elementos juxtapostos divide-se em seguida tangencialmente, d'onde resulta um grupo de quatro cellulas internas, o endothecio, cercado por um grupo de cellulas marginaes, o amphitecio. Estas divisões primordiaes são em breve seguidas por outras intercalares. Muitas vezes em consequencia de um excesso de crescimento em diametro as camadas externas dissociam-se das camadas internas concentricas formando lacunas. O embryão multicellular e fusiforme assim constituido continua a crescer pela sua região terminal, e ao mesmo tempo a sua extremidade inferior implanta-se nos tecidos do caule. Mais tarde, quando cessa o crescimento terminal, o sporogonio das Hepaticas differencia-se em tres regiões distinctas, o pé, a setta e a capsula sporangifera. O pé é o orgão absor-

vente do sporogonio e permanece incluso na planta materna. As cellulas externas do pé conservam as suas membranas formadas por cellulose pura, e além d'isso desenvolvem-se em papillas que multiplicam as superficies de contacto com os tecidos nutritivos; não é raro tambem segregarem uma substancia mucilaginosa que se introduz nos meatos cellulares e torna mais intima a união do sporogonio com a planta sexuada. A setta é um pedunculo longo e cylindrico. Algumas vezes a setta dilata-se junto á capsula formando uma especie de entre-nó, a apophyse. Em continuação á setta o sporogonio dilata-se formando a capsula sporifera. A capsula é a principio constituida por um massiço multicellular, homogeneo, que em seguida se differencia em camadas concentricas. As cellulas externas formam uma epiderme perfeitamente definida, onde ordinariamente apparecem stomas. A presença dos stomas é independente da perfeição do sporogonio; os seus ostiolos encontram-se em geral localisados junto á base da capsula. Separada da epiderme por duas ou tres camadas de cellulas existe uma lacuna cheia de ar. N'esta lacuna formam-se ligamentos cellulares verdes relacionando os tecidos parietaes com os tecidos internos. A partir do espaço tubuloso aerifero, em seguida a tres ou quatro planos cellulares, ficam situadas as cellulas-mães dos sporos que constituem uma unica camada de elementos todos ferteis. As cellulas-mães procedem de successivas divisões effectuadas em um certo numero de cellulas primordiaes que contem um protoplasma mais denso e um nucleo maior do que as

outras. Assim formadas as cellulas-sporiferas não tardam a isolar-se pela gelificação das lamellas medias das suas membranas nadando depois livremente no espaço que occupam. Em seguida a dupla bipartição de cada nucleo origina quatro sporos que se libertam facilmente. O tecido fertil repousa sobre um tecido de cellulas largas, muito pobres em chlorophylla que formam no eixo da capsula uma columna esteril designada sob o nome de columella. Nas Bryaceas e Phascaceas a camada sporifera é aberta superior e inferiormente sendo atravessada de lado a lado pela columella. Nas *Andreaea* a camada sporifera é continua na região superior recobrando a columella como uma campanula. Nas Sphagnaceas a columella tem pouco valor e é recoberta por uma camada hemispherica de cellulas fertes misturadas com cellulas estereis. Nas *Archidium* não existe camada sporifera continua; algumas cellulas sómente, disseminadas em numero de uma a sete no tecido central, transformam-se em outras tantas cellulas-mães de sporos. Emquanto o tecido fertil gera os elementos reproductores, a columella está cheia de materias nutritivas que emigram e desaparecem pouco a pouco durante a maturação. O papel activo da columella termina então; os seus tecidos, tornados inuteis, privados de rigidez e sollicitados além d'isso por diversas forças de tracção, não tardam a dissociar-se.

Em consequencia do desenvolvimento do sporogonio, o sacco archegonial onde aquelle orgão se desenvolve é despedaçado transversalmente e a sua região terminal

superior é levantada pela capsula sobre a qual persiste formando uma especie de capuz designado sob o nome de coifa. Ao mesmo tempo a região inferior do sacco archegonial abraça o pé do sporogonio, formando-lhe uma bainha, a vaginula. Os diversos tecidos da planta materna mais em contacto com o embryão sporifero soffrem de ordinario um desenvolvimento correlativo; os involucros epigoniaes podem resultar ou da accrescencia do archegonio sómente, ou da accrescencia do receptaculo e da inflorescencia. Nas *Archidium* e *Sphagnaceas* os involucros epigoniaes offerecem algumas particularidades que convém conhecer. O epigono das *Archidium* reproduz quasi sem alteração o archegonio primitivo; o pedunculo do sporogonio transforma-se por segmentações successivas em uma larga cavidade vaginular; pelo contrario as paredes ventraes do sacco archegonial não soffrem crescimento algum analogo ao do pedunculo; são primeiro distendidas pelo desenvolvimento do novo sporogonio, rasgando em seguida muito irregular e incompletamente e formando em alguns casos uma coifa rudimentar. O epigono das *Sphagnaceas*, depois de completamente desenvolvido, comprehende tres compartimentos distinctos e sobrepostos: o inferior, bastante largo, contém o pé do sporogonio; o segundo, muito mais espacoso e separado do precedente por um estrangulamento, serve para alojar a capsula; o terceiro é terminal é rudimentar e vasio. Os dois compartimentos inferiores são fornecidos pela accrescencia do receptaculo; a região epigonial superior provém do ventre do archegonio e

fórma depois da ruptura a coifa, que nas Sphagnaceas é constituída por uma unica camada de cellulas. A setta sporogonica nas *Archidium*, Andreeaceas, e Sphagnaceas é muito curta e o sporogonio permanece incluso até que a dilatação da capsula sporifera rasgue os involucros accrescentes; nas *Archidium* esta ruptura acompanha os primeiros desenvolvimentos do sporogonio; nas Andreeaceas o sporangeo alonga-se despedaçando o epigono e levantando a coifa; nas Sphagnaceas a ruptura do epigono produz-se sómente na epocha da maturação dos sporos. Nas *Archidium*, Andreeaceas e Sphagnaceas fórma-se tambem pela accrescencia do ramo fructifero um orgão infra-epigonial, o pseudopodo, analogo ao pedunculo que nas *Marchantia* sustenta os discos fertes; o pseudopodo é cylindrico, alongado, e sustenta na sua extremidade superior o sporogonio, contido no sacco epigonial, que d'esta fórma fica situado muito acima da pericheze. Em geral o sporogonio despedaça o epigono, levando comsigo a coifa antes de se manifestar a differenciação dos seus tecidos em setta e capsula.

A lacuna tubulosa aerifera e a camada cellular fertil não se prolongam na capsula até á região terminal, que permanece massiça e esteril. Na epocha da maturação a coifa cahe, e de ordinario a parte superior massiça da capsula, o operculo, destaca-se circularmente. A queda definitiva da coifa não está em relação immediata com a historia do seu desenvolvimento; é um accidente puramente physico que muitas vezes se dá só muito depois

de ter cessado qualquer adherencia organica entre este orgão e o operculo. O sporogonio das *Andreaea* não produz operculo; no tempo conveniente o sporangeo abre por quatro fendas longitudinaes em quatro valvulas que permanecem unidas no vertice e na base; estas valvulas afastam-se pela deseccação e approximam-se quando o ar está humido. O sporangeo das *Sphagnum* abre pela disjunção de um operculo que se distingue do resto da superficie pela sua maior convexidade. Nas Phascaceas a coifa rasga irregularmente, e em seguida a parede do sporangeo é destruida deixando em liberdade os sporos. Nas Bryaceas o sporangeo abre sempre por uma fenda circular que destaca o operculo da urna. Para este fim, em alguns casos, forma-se, entre a urna e o operculo, uma camada annular de cellulas especiaes, o anel; as membranas d'estas cellulas dilatam-se sob a acção dos agentes hygroscopicos e o anel destaca separando o operculo da urna. Outras vezes forma-se simplesmente uma zona annular de cellulas que conservam as suas membranas sem modificação de espessura e se rasgam pela deséccação. Depois da queda do operculo a disseminação dos sporos das Bryaceas é ainda geralmente impedida por um ou dois circulos de lobulos muito ponteagudos, os lobulos peristomicos ou peristoma, que estão fixos aos bordos da urna dehiscente e se juxtapõem inclinando-se para a região central e fechando a abertura. Em geral o peristoma deve a sua origem a uma camada transversa de cellulas diferenciadas, separada da epiderme por alguns planos de cel-

lulas que são destruídas na epocha da maturação; o operculo é quasi exclusivamente constituido por epiderme caduca. O peristoma das *Tetraphis* tem uma origem muito simples; a epiderme da região superior do sporangio destaca-se isoladamente formando o operculo; o tecido subjacente fende-se em quatro lobulos que constituem o peristoma. Se fizermos uma secção longitudinal media atravez da região superior do sporangio das *Funaria hygrometrica* veremos, no interior do operculo, a camada peristomica recobrando o prolongamento da columella; as paredes externas das cellulas d'essa camada são coloradas de vermelho e muito espessas, prolongando-se o augmento de espessura até ao meio dos septos transversos; as paredes internas das mesmas cellulas são egualmente coloradas, porém menos espessas. Na epocha da maturação as cellulas que no sporogonio das *Funaria* separam o tecido peristomico da epiderme superior da capsula são destruídas, e o operculo cahe; a região terminal da columella é reabsorvida e ao mesmo tempo a região basilar d'este orgão soffre uma retracção; os conteudos cellulares e as porções lateraes das membranas que na camada peristomica ligam as paredes coloradas internas ás paredes coloradas externas desaparecem tambem. Restam finalmente as porções das membranas peristomicas espessas e vermelhas, formando dezeseis pares de lobulos ponteagudos, que co-roam o bordo da urna sporifera dispondo-se em dois circuitos concentricos; os lobulos externos são designados sob o nome de dentes, e os internos sob o nome de celhas do

peristoma. Os lobulos externos do peristoma são ligados á epiderme do bordo da urna por uma zona annular de cellulas com paredes resistentes e espessas. A evolução do peristoma, em grande parte das Bryaceas, semelha-se bastante ao typo de desenvolvimento que encontrámos nas *Funaria hygrometrica*. Os lobulos do peristoma são sempre em numero de quatro ou de um multiplo de quatro. As membranas que constituem o peristoma interno são muitas vezes continuas na sua região basilar formando um tubo infundibuliforme que se divide sómente na sua extremidade superior; nas *Buxbaumia* e *Diphyscium* o peristoma interno tem a fórma de uma membrana enrugada; nas *Fontinalis* tem um aspecto reticular; em algumas Bryaceas não existe o peristoma interno. O peristoma das *Polytrichum* afasta-se de todos os outros, porque os seus lobulos são formados de fasciculos de cellulas longas, de paredes espessas, e não simplesmente de fachas membranosas; estes fasciculos são em fórma de ferradura, e os ramos ascendentes de dois fasciculos visinhos fórman conjunctamente um dos trinta e dois ou sessenta e quatro dentes do peristoma; além d'isso existe uma camada cellular, o epiphragma, que reune a extremidade de todos os dentes, e que depois da queda do operculo permanece tensa sobre a urna. Pela dessecação os dentes e celhas do peristoma das Bryaceas levantam-se e dobram-se para fóra ou torcem-se em espira, deixando aberta a urna; os sporos não tardam a sahir e a disseminar-se. O tempo necessario para a transformação de uma cellula germinativa fecundada em sporo-

gonio adulto e dehiscente é bastante longo; nas especies vivazes póde attingir um anno (*Hypnum cupressiforme*), e até dezeseis ou vinte mezes (*Hypnum Cristacastrensis*).

Os sporos, libertados pela abertura da capsula, germinam sobre o solo humido produzindo uma vegetação protonematica. Primeiramente o corpo protoplasmatico recobre-se d'uma membrana, o endosporo, que tapeta a membrana antiga ou exosporo. Em seguida o exosporo rasga e atravez da fenda a nova membrana desenvolve-se em um tubo, dotado de crescimento terminal que successivamente se divide por meio de septos transversos. Os artigos d'este filamento produzem ramos igualmente segmentados, e estes, por seu turno, geram ramusculos. O protonema é abundantemente chlorophyllado e, em certos casos, adquire dimensões bastante consideraveis; as membranas dos filamentos que rastejam sobre o solo ou penetram no interior do terreno adquirem uma côr escura. Sobre alguns dos artigos inferiores das ramificações do protonema formam-se tubos curtos, cada um dos quaes gera um dissepimento basilar e em seguida um ou dois septos transversos; as cellulas terminaes, provenientes d'estas divisões, produzem depois pequenos tuberculos dotados de crescimento vertical que se fixam ao solo por meio de rhizoides. Cada um dos tuberculos assim constituídos origina uma haste folifera; mais tarde a destruição do protonema commum torna completamente independente a vegetação das diversas hastes nascidas do mesmo sporo. Nas *Tetrodontium*, *Tetraphis*, *Andreaea* e *Sphagnum* o

protonema offerece algumas particularidades. Os esporos das *Tetraphis*, e *Tetrodontium* geram filamentos protonematicos; na extremidade de alguns d'estes filamentos formam-se laminas membranosas, da base das quaes procedem os gommos caulinos. O sporo das *Andreaea* segmenta-se primeiro em diversas direcções, e, em seguida, um ou mais elementos periphericos desenvolvem-se em protonema; as ramificações dos filamentos protonematicos das *Andreaea* tomam mais tarde o aspecto, ou de fachas dichotomicamente divididas, ou de laminas de contorno inteiro, ou de massiços abundantemente ramificados. Os esporos das *Sphagnum*, quando germinam na agua, desenvolvem um protonema ordinario, sobre os filamentos do qual nascem immediatamente os gommos foliferos; pelo contrario, sobre um suporte solido os esporos das *Sphagnum* geram um protonema lamellar. As hastes foliferas das *Sphagnum* fixam-se primeiramente por meio de rhizoides que depois desaparecem; as duas ou quatro primeiras folhas da haste tem uma estrutura homogenea; só nas seguintes folhas é que se caracteriza a differenciação de tecidos antecedentemente estudada.

A haste dos Musgos cresce em virtude das successivas segmentações de uma cellula terminal unica. A cellula-mãe da haste dos Musgos tem em alguns casos a fórma de uma cunha e produz duas series rectilineas de segmentos semicirculares alternos; ordinariamente porém a cellula terminal tem a fórma de uma pyramide triangular com a sua base convexa voltada para cima; e gera por meio de dissepimentos obliquos, successiva-

mente parallelas ás suas tres faces lateraes, tres series de elementos tabulares sobrepostos, ou divergindo todos para o mesmo lado de modo a formarem tres helices parallelas. Cada uma das cellulas provenientes das divisões da cellula terminal gera um dissepimento transverso, que separa um segmento externo e um segmento interno; o segmento interno, continuando a dividir-se, concorre a formar o meristema vegetativo; o segmento externo desenvolve-se formando uma papilla sobre a superficie livre da haste, e, em seguida, transforma-se na cellula-mãe de uma folha. As folhas novas dos Musgos crescem por meio de uma cellula terminal cuneiforme que, segmentando-se perpendicularmente á superficie do limbo, separa para um e outro lado duas series de elementos meristemáticos alternos. A ramificação da haste dos Musgos opera-se em relação com as folhas, mas inferiormente a estas, e não axillarmente como nas Phanerogamicas. Uma cellula peripherica do caule, situada abaixo do ponto de inserção de uma folha, divide-se por meio de tres septos obliquos, de modo a formar uma pyramide triangular com a base convexa voltada para fóra; fica assim constituida a cellula-mãe do ramo, que em seguida se divide successivamente em tres series de segmentos sobrepostos como a cellula terminal da haste principal. Nem todas as folhas possuem ramos que lhes correspondam; nas *Sphagnum*, por exemplo, forma-se uma ramificação sómente de quatro em quatro folhas. A ramificação é muito abundante nos Musgos vivazes pleurocarpos. Nos Musgos acrocarpos, se a haste é annual, de ordinario não se ramifica; se a

haste é vivaz, um ou dois ramos lateraes desenvolvem-se formando no primeiro caso uma cymeira unipara com sympodo, no segundo caso uma cymeira unipara; o tronco principal vai depois sendo lentamente destruido, e os ramos lateraes ou innovações podem vegetar independentemente.

Os Musgos multiplicam-se profusa e activamente sem recorrer aos processos de reprodução sexuada. Certos artigos do protonema (*Funaria hygrometrica*) isolam-se dos outros, permanecem em repouso durante algum tempo, e em seguida segmentam-se, produzindo um novo protonema que origina gommos foliferos. Cada um dos diversos órgãos do apparelho vegetativo ou sporogonico é susceptivel de gerar directamente um protonema: os rhizoides (*Bryum*, *Mnium*, *Barbula*), a haste, as folhas (*Orthotrichum*, *Onchorus*), ou mesmo a setta, o sporangeo e a coifa podem, em certos casos, gerar filamentos protonematicos, sobre os quaes se desenvolvem gommos foliferos. Os Musgos reproduzem-se tambem ou por meio de ramificações separadas da planta materna, ou por meio de gommos normaes ou adventicios, ou por meio de propagulos e estolhos. Os propagulos nascem ou sobre prolongamentos aphyllous da haste folifera (*Aulacomnium*), ou desenvolvem-se nas regiões vegetativas envolvidos por uma especie de periantho; em alguns casos derivam dos tecidos das folhas (*Barbula papillosa*, *Ulota phyllanta*). Os propagulos depois de cahirem no solo humido emitem filamentos protonematicos. Algumas especies de Musgos multiplicam-se exclusivamente pelos processos

vegetativos que acabamos de descrever (*Ulota phyllanta*, *Barbula papillosa*).

As diferentes especies de Musgos habitam em condições muito variadas. Graças á sua abundante multiplicação vegetativa os Musgos formam vastas colonias, que ou se estendem sobre os solos humidos em tapetes densos e verdejantes, ou vivem na agua, ou sobre a casca das arvores, ou preferem os logares seccos, taes como a superficie dos rochedos e os muros. Algumas especies de Musgos representaram, e representam ainda, um papel importantissimo na formação das turfeiras. As Sphagnaceas são sob este ponto de vista particularmente interessantes. A haste das Sphagnaceas é dotada de crescimento terminal indefinido, gerando de quatro em quatro folhas um ramo como antecedentemente dissemos. Estes ramos não se desenvolvem todos da mesma fórma; todos os annos, depois da dehiscencia dos sporangeos, a ramificação mais proxima da extremidade vegetativa adquire um crescimento tão vigoroso como o da haste, com a qual em seguida fórma uma falsa dichotomia; as outras ramificações teem um crescimento limitado, e são umas estereis e outras ferteis. Algumas das ramificações estereis dirigem-se ou horizontalmente, ou para cima; outras porém, mais delgadas e terminadas em ponta, descem unindo-se ao tronco principal. A camada externa do apparelho tegumentar do caule das Sphagnaceas é composta de dois ou tres planos de cellulas semelhantes ás cellulas incolores, largas, com punctuações e esculpturas que já encontrámos nas folhas

d'estas plantas. As cellulas incolores das folhas e as cellulas analogas do caule, juntamente com as ramificações delgadas descendentes, constituem um apparelho capillar, por meio do qual a planta está sempre embebida de agua até ao seu gomme terminal, ainda que este se eleve bastante acima do nivel que a agua possui na região onde a Sphagnacea se desenvolve. Á medida que a região terminal vegetativa do Musgo que habita a turfeira vai successivamente crescendo e ramificando-se, a região basilar da planta vai sendo continuamente destruida e pouco a pouco gerando a turfa.

Os Musgos fosseis conhecidos são todos pertencentes aos terrenos terciarios e representados em especies muito semelhantes aos typos actuaes (*Hypnum*, *Polytrichum*, *Fontinalis*, *Dicranum*, *Thuidium*, *Trichostomum*, *Weisia*). Nos terrenos jurassicos foi encontrado um Coleoptero do genero *Birrhus*, que actualmente só vive entre os Musgos.

O ovulo das Filicineas resulta da fusão de um elemento fecundante gerado em um apparelho antheridico com um elemento germinativo gerado em um apparelho archegonial. Antheridios e archegonios nascem sobre uma formação de tecido celllular, o *prothallium*, dotada de vida independente. A cellula-ovo, depois de fecundada, germina produzindo um vegetal sporogonico, vascular e frondoso. Os sporos originados na planta adulta reproduzem os *prothallia* sexuosos. O *prothallium* dos Fetos

é cordiforme ou diversamente lobado, intimamente unido ao solo humido pela sua pagina inferior, onde se desenvolvem pellos rhizoides; é geralmente verde e formado por um unico plano de cellulas. Na pagina inferior da lamina prothallica dos Fetos apparecem duas especies de prominencias: umas mais precoces, distribuidas em grande numero em toda a região posterior e lateral, constituem os antheridios; outras, os archegonios, são mais tardias e localisadas em pequeno numero sobre uma elevação cellular consideravel que se desenvolve proximo á depressão que separa as duas auriculas da região anterior cordiforme. O sporo dos Fetos germinando fórma primeiramente uma nova membrana cellulosa, o endosporo, que tapeta internamente a membrana antiga, o exosporo. Em seguida o exosporo rasga e, atravez da fenda, o endosporo desenvolve-se em uma papilla verde. Nas Polypodiaceas, Gleichenias, Cyatheaceas e Schizeaceas, a papilla verde alonga-se formando um filamento transversalmente segmentado; mais tarde a ultima cellula do filamento divide-se longitudinalmente gerando uma lamina espatuliforme. Esta lamina continúa depois a crescer transformando-se em um *prothallium* cordiforme ou reniforme, que nas Schizeaceas é dissymetrico. Nas Osmundeas a saliencia papilliforme do sporo gera immediatamente a lamina prothallica, sem que previamente se alongue em filamento. Na pagina inferior do *prothallium* das Osmundeas existe em toda a sua extensão uma elevação cellular media que vem terminar na chanfradura anterior; é sobre essa elevação que se loca-

lisam os archegonios. O sporo das Hymenophylleas germinando produz primeiramente um filamento abundantemente ramificado; algumas d'estas ramificações segmentam-se longitudinalmente transformando-se em outros tantos *prothallia* lamelliformes. O desenvolvimento do *prothallium* das Marattiaceas semelha-se muito ao desenvolvimento do *prothallium* dos Fetos, principalmente das Osmundeas. O sporo das Marattiaceas germina dividindo-se primeiramente por meio de septos longitudinaes, e formando assim uma lamina ou um massiço cellular que cresce e se transforma muito lentamente em um *prothallium* verde, cordiforme, geralmente constituido por um numero consideravel de planos de cellulas; a pagina inferior do *prothallium* é percorrida em toda a sua extensão por uma elevação media parenchymatosa, analogamente ao que descrevemos nas Osmundeas. Os antheridios apparecem muito tarde sobre as duas faces da lamina prothallica das Marattiaceas, localisando-se de preferencia sobre a nervura da pagina inferior; os archegonios nascem mais tarde ainda, dez e algumas vezes dezoito mezes sómente depois da germinação dos sporos e localisam-se na nervura media. Na familia das Ophioglosseas são conhecidos sómente os *prothallia* das *Ophioglossum pedunculosum* e das *Botrychium Lunaria*. Em ambas as especies o *prothallium* é constituido por um massiço de tecido parenchymatoso, subterraneo, sem chlorophylla. O sporo das *Ophioglossum pedunculosum* germina produzindo primeiramente um pequeno tuberculo arredondado, que mais tarde dá

origem a um ramo cylindrico, vermiforme, ascendente. Este ramo cresce em consequencia das successivas divisões de uma cellula-mãe unica, ramificando-se pouco; a sua extremidade livre, quando attinge o nivel do solo, adquire chlorophylla, divide-se em lóbos e termina o seu desenvolvimento. O tecido do *prothallium* das *Ophioglossum* differencia-se em um fasciculo axial de cellulas alongadas, cercado de uma camada tegumentar de cellulas mais curtas; na região peripherica formam-se numerosos pellos absorventes. O *prothallium* das *Ophioglossum pedunculatum* póde attingir tres a quatro centimetros de comprimento, com um diametro de dois a tres millimetros. O *prothallium* das *Botrychium Lunaria* é constituido por um massiço, parenchymatoso, ovoide, homogeneo, com a superficie recoberta de pellos absorventes; o seu diametro não excede um millimetro. Os *prothallia* das *Ophioglossum* e *Botrychium* são monoicos e produzem um grande numero de antheridios e archegonios, regularmente distribuidos sobre a sua superficie, á excepção do tuberculo primario nas *Ophioglossum*; os archegonios e antheridios das *Botrychium* localisam-se de preferencia na pagina superior do *prothallium*.

Os antheridios dos Fetos teem uma origem analogá á dos pellos absorventes. Para produzir um antheridio uma cellula da pagina inferior do *prothallium* d'estas plantas gera uma papilla superficial. A parte saliente gera um septo basilar transverso e arredonda-se em hemispherio. As cellulas-mães dos antherozoides podem ser directamente originadas na cellula hemispherica;

ordinariamente porém este elemento soffre diversas segmentações, d'onde resultam uma cellula central e uma camada de cellulas parietaes. O elemento central, basilar, divide-se por meio de septos longitudinaes e transversos em pequenas cellulas, cada uma das quaes gera um antherozoido por um processo analogo ao que já descrevemos nas Characeas, Hepaticas e Muscineas. Nas *Ancimia* e *Pteris* fórma-se primeiramente, na papilla hemispherica superficial, um dissepimento convexo que a divide em uma cellula interna basilar e uma cellula externa campanuliforme; esta ultima divide-se depois por meio de um septo annular transverso em uma cellula inferior em fórma de toro e uma cellula superior em fórma de tampa; o conjuncto dos dois elementos constitue a parede do antheridio. Nos outros Fetos a origem da parede antheridica é fundamentalmente a mesma. Nas Marattiaceas o antheridio provém egualmente de uma papilla peripherica que, por meio de um septo transverso, se divide em duas cellulas, uma inferior e outra superior; a inferior, segmentando-se em diversos sentidos, produz um grande numero de cellulas-mães dos antherozoides; a superior divide-se por meio de septos perpendiculares á superficie. As cellulas do *prothallium* que cercam a cellula inferior geram segmentos tabulares que formam a parede do antheridio. Os antheridios das Ophioglosseas fórman cavidades no tecido do *prothallium*, recobertas externamente d'um pequeno numero de camadas cellulares, que nas *Ophioglossum* sobresaem um pouco á superficie; as cellulas-

mães dos antherozoides provêm das successivas divisões de uma ou duas cellulas internas.

O archegonio das Filicineas procede, como o antheridio, de uma cellula peripherica. Nos Fetos a cellula inicial do archegonio fórma primeiramente uma papilla superficial. Esta papilla divide-se depois por meio de dois dissepimentos transversos em tres cellulas sobrepostas; a cellula inferior permanece esteril e corresponde á cellula basilar do antheridio; a media constitue a cellula central do archegonio; a superior soffre uma dupla bipartição crucial, e em seguida, pela formação de septos transversos successivos, gera o collo do archegonio que consiste em quatro series de cellulas. A cellula central divide-se por um dissepimento transverso em duas cellulas desiguaes; a inferior constitue a oosphera; a superior, que é a mais pequena, cresce introduzindo-se por entre as quatro filas de elementos do collo e ao mesmo tempo divide o seu nucleo de modo a produzir dois ou quatro nucleos sobrepostos. Os archegonios das Marattiaceas e Ophioglosseas são construidos como os das outras Filicinias. Nas Marattiaceas os archegonios estão por tal fórma introduzidos no tecido do *prothallium*, que as extremidades dos seus collos quasi não sobresaem á superficie; os archegonios das Ophioglosseas são tambem completamente immersos no parenchyma prothallico.

Na epocha da maturação os antheridios das Filicineas absorvem uma certa quantidade de agua, que dilata as suas paredes e destaca as cellulas superiores deixando

em liberdade as cellulas-mães dos antherozoides. Ao mesmo tempo em cada archegonio gelifica-se a cellula de canal; a substancia mucilaginea, assim produzida, dilata-se, afasta as cellulas terminaes do collo e vem formar uma gotta junto á abertura. Os antherozoides, depois da dissolução das membranas das cellulas-mães, adquirem a sua fórma helicoidal definitiva, e movem-se rapidamente com um movimento de translação e rotação em torno do eixo. A extremidade anterior dos antherozoides é delgada e sustenta numerosas celhas vibrateis; a extremidade posterior é mais espessa e arrasta uma vesicula contendo granulos incolores. A vesicula não tarda porém a destacar-se, e o filamento espiralado continua a sua carreira, nadando activamente na agua que banha a superficie do solo. Alguns dos elementos fecundantes prendem-se nas gottas gelatinosas suspensas do collo dos archegonios, e caminhando em seguida, guiados pelos cordões mucilagineos, vão encontrar a cellula germinativa, com a qual se fundem, protoplasma a protoplasma e nucleo a nucleo. Depois da fecundação a cellula-ovo envolve-se em uma membrana cellulosica, e o collo do aparelho feminino atrophia-se rapidamente.

O ovulo das Filicineas germina em seguida á sua formação desenvolvendo-se sobre o *prothallium* ou embrião foliaceo. Nos Fetos a cellula-ovo divide-se primeiramente por meio de um septo, transverso em relação á linha media do *prothallium*, e obliquamente inclinado sobre este eixo na direcção do collo do archegonio; nas duas cellulas fórma-se depois um novo dissepimento,

perpendicular ao primeiro e igualmente transverso em relação á linha media. Cada uma das quatro cellulas provenientes da segmentação do elemento-ovulo divide-se depois parallelamente ao eixo do *prothallium*. D'esta maneira o massiço germinativo fica constituido por oito octantes; os dois octantes superiores e posteriores segmentam-se juntamente formando um tecido, o pé do embrião, que se introduz no parenchyma do *prothallium*, para ahi absorver as materias alimentares da nova plantula; um dos octantes superiores e anteriores produz a cellula terminal do caule e os seus primeiros segmentos, o outro permanece esteril; os dois octantes inferiores e anteriores geram conjunctamente a primeira folha; um dos octantes inferiores e posteriores fórma a cellula terminal da radícula, o outro permanece esteril. O corpo da plantula fica portanto disposto symetricamente em relação a um plano que coincide com o plano de symetria do *prothallium*. Á medida que as cellulas successivamente se segmentam, o embrião diferenciado rompe os tecidos archegoniaes; a radícula alonga-se e introduz-se verticalmente no solo, dando origem á raiz terminal da planta; a primeira folha alonga-se em direcção ascendente, e em seguida o caule dá origem a uma segunda folha. Ao mesmo tempo o *prothallium* atrophia-se, e a planta fica dotada de uma vegetação completamente independente. O desenvolvimento do ovulo em embrião não está ainda bem conhecido nas Marattiaceas e Ophioglosseas.

O systema sporogonico, vegetativo e adulto das Filicineas é diferenciado em caule, raiz e folhas. O caule

e a raiz crescem em consequencia das segmentações successivas de uma cellula terminal unica, que no caule póde ser cuneiforme ou pyramidal, e na raiz é sempre pyramidal. A cellula vegetativa gera segmentos sobre todo o seu contorno; os segmentos parallellos á base constituem a pileorhize. Os tres systemas, tegumentar, fascicular e fundamental, existem perfeitamente diferenciados no aparelho sporogonico das Filicineas; os membros e os appendices agrupam-se segundo uma ordem especial. O caule é vertical, obliquo, reptante ou trepador, simples ou dividido por dichotomia. Os fasciculos libero-lenhosos do caule, de ordinario muito desenvolvidos, são quasi sempre fechados e concentricos: o lenho, composto em grande parte de vasos e fibras escalariformes, é cercado pelo liber. As folhas tem parenchyma e nervura, e offerecem em certos casos um gráu extraordinario de divisão. Os sporangeos nascem em grande numero sobre as folhas ordinarias ou diferenciadas; em grande numero de casos reúnem-se em pequenos grupos ou sóros. O sporangeo procede ordinariamente de uma cellula epidermica; nas Ophioglosseas e Marattiaceas provém de um grupo de cellulas-mães. O tecido sporifero procede sempre de uma unica cellula-mãe.

Os *prothallia* das *Gymnogramme leptophylla* e os das Osmundeas offerecem-nos notaveis exemplos da independencia que existe entre a vegetação asexuada e a vegetação agamica das Filicineas. As elevações parenchymatosas sobre que repousam os archegonios, no *prothallium* das *Gymnogramme* dilatam-se em tuberculos,

cheios de materias nutritivas, que se alongam e introduzem no solo; conjunctamente a lamina prothallica gera ramificações adventicias, algumas das quaes se dilatam tambem em tuberculos. O *prothallium* é em seguida destruido e os tuberculos passam pela dessecação ao estado de vida latente desenvolvendo-se mais tarde em novos *prothallia* lamelliformes. O *prothallium* das Osmundeas não sobrevive á formação da plantula; mas, se por qualquer circumstancia nenhum dos seus archegnios for fecundado, a lamina thalloide continúa a alongar-se em facha, podendo vegetar durante muitos annos e attingir um comprimento de quatro ou cinco centimetros. Durante este crescimento o *prothallium* das Osmundeas produz expansões lateraes semelhantes a folhas e ao mesmo tempo a sua região terminal dichotomisa-se; a nervura media divide-se tambem, de modo a acompanhar a dichotomia do corpo central.

O *prothallium* de alguns Fetos não produz archegnios (*Aspidium falcatum*, *Pteris cretica*, etc). Na região onde de ordinario apparecem osapparelhos oogonicos forma-se uma papilla celular que não tarda a transformar-se em um gommo adventicio. Na região immediatamente inferior á primeira folha d'este gommo, ou mesmo sobre o peciolo, forma-se a radícula da nova plantula. Em muitos casos o *prothallium* dos Fetos póde tambem multiplicar-se vegetativamente, ou por meio de ramos que se desenvolvem e mais tarde se destacam do thallo que lhes deu origem, ou por meio de propagulos. No *prothallium* das Hynemophylleas são conhecidos estes

dois modos de multiplicação. O *prothallium* das Hymenophylleas é constituído por uma unica camada de cellulas; os archegonios nascem em grupos junto ao bordo da lamina thalloide, uns dirigidos para a parte superior e outros para a parte inferior; algumas cellulas marginaes ou se desenvolvem directamente em ramificações lameliformes que mais tarde adquirem uma vegetação independente, ou se prolongam em pellos absorventes ou em filamentos protonematicos. Os propagulos das Hymenophylleas procedem tambem dos elementos marginaes.

CONCLUSÃO

Haeckel, apreciando os laços de parentesco que relacionam as diferentes classes de Algas entre si e com o resto dos vegetaes, exprime a sua opinião pela fórma seguinte: «As tres classes de Algas, verdes, escuras e vermelhas, são provavelmente tres tribus distinctas, nascidas isoladamente do tronco commum das Algas primitivas. Cada uma d'estas tribus ter-se-hia em seguida desenvolvido por uma fórma especial, subdividindo-se em ordens e familias. As Algas escuras e vermelhas não teem parentesco intimo com nenhuma das outras classes do reino vegetal. É provavel que estas ultimas proveham das Algas primitivas, seja directamente, seja por intermediario das Algas verdes». Referindo-se mais particularmente ás Algas-musgos, escreve tambem o eminente naturalista: «Pela estructura anatomica, e especialmente pela anatomia dos orgãos reproductores, as Characeas approximam-se das Muscineas, e muito recentemente foram classificadas em seguida a estas ultimas plantas; mas por outro lado, veñdo outros caracteres,

nota-se que as Characeas são bastante inferiores ás Muscineas e mostram bem mais afinidades com as Algas verdes ou Confervineas. Poderíamos portanto considerar as Characeas como a progenie aperfeiçoada das Algas que deram origem ao grupo dos Musgos.»

Como vemos, Haeckel inclina-se a admittir que entre as Hepaticas e as Characeas existe um maior numero de caracteres communs do que entre aquellas Muscineas e qualquer dos outros grupos de Algas de organização complexa, taes como as Florideas, as Fucaceas ou as Pheosporeas; basta porém ler nos dois capitulos precedentes a descripção das plantas a que actualmente nos vamos referindo, para immediatamente concluir que a opinião, preferida sobre este ponto pelo illustre professor de Iena, carece de base solida.

Comparemos a organização das Characeas á organização das Hepaticas. Os unicos pontos de semelhança que a analyse nos revela são a côr verde, a existencia de um protonema, a fórma e o processo de geração nuclear dos antherozoides. Nos restantes caracteres as diferenças são multiplas e profundas. O caule das Characeas é verticillado como o apparelho vegetativo das Equisetineas; é paucicellular e divide-se em elementos longos e elementos curtos. O caule das Hepaticas é thalloide, lamellar, homogeneo, pluricellular e dichotomico. O tecido cortical das Characeas é um falso parenchyma, composto de cellulas nodaes e internodaes, geradas como as das ramificações verticilladas. O tecido externo das Hepaticas provém directamente do meristema gera-

dor, ou da diferenciação das camadas parenchymatosas subjacentes. Nas Algas-musgos não existe alternância de gerações. As fórmulas espiraladas dos órgãos oogonicos, e a disposição das cellulas-mães antheridicas em filamentos pendentes do manubrium, são completamente desconhecidas nos órgãos correspondentes das Hepaticas. O contraste entre as duas classes de plantas é portanto completo e perfeitamente manifesto.

Os caracteres de genese e diferenciação que notamos nos tecidos das Fucaceas, e mesmo em alguns generos da familia das Pheosporeas, estabelecem uma certa analogia entre estas Thallophytas e as Cormophytas de organização menos complicada; os processos de reprodução e a natureza dos pigmentos colorantes mostram porém que o parentesco entre as duas ordens de plantas, se existe, é bastante remoto.

A contextura histologica do thallo de algumas Florideas eguala em diferenciação a estrutura das Fucaceas, e assim somos levados a approximar tambem as Algas-vermelhas das Hepaticas inferiores. Além d'isto a existencia da geração asexuada ou sporogonica estabelece entre as Florideas e as Hepaticas um laço de semelhança intima. Certas Florideas lamellares, de contorno lobado, dotadas de ramificação dichotomica, e ao mesmo tempo possuindo a propriedade de transformar directamente a cellula germinativa depois de fecundada em tecido sporifero, parasita da planta sexuada materna, offerecem tantos caracteres communs com as Muscineas inferiores, que é impossivel desconhecer que entre as

duas classes não existe um parentesco mais ou menos proximo. As cellulas de canal do archegonio das Hepaticas estão para as cellulas conductoras do tricogynio das Florideas da mesma fórma que as synergides das Angiospermicas estão para as cellulas que nos corpusculos das Gymnospermicas abrem, pela sua gelificação, caminho aos tubos pollinicos atravez das cellulas das rosetas.

Do que deixamos dito podemos com segurança concluir que entre as Muscineas thalloides e as Florideas existe uma somma de caracteres de semelhança muito maior do que entre aquellas Metaphytas e as Thallophytas de qualquer das tres familias: Characeas, Fucaceas e Pheosporeas. A fórma dos elementos fecundantes masculinos, a natureza dos pigmentos colorantes dos thallos e as normas particulares da evolução dos tecidos corticaes e sporiferos que encontrámos nas Algas vermelhas não nos permitem ver n'estas plantas os representantes actuaes dos organismos d'onde descenderam as primitivas Hepaticas; podemos porém com muita verosimilhança admittir hypotheticamente que o mesmo grupo ou dois grupos muito semelhantes de Confervaceas ulvoides deram origem ás Florideas e aos vegetaes alguiformes, que por adaptações successivas a meios cada vez menos abundantes em agua se transformaram por uma evolução continua e muitissimo lenta nos Metaphytas inferiores.

Imaginemos uma extensa região coberta por uma toalha de agua de muito pequena espessura. As plantas

aquaticas que de preferencia ahi devem prosperar serão evidentemente as Algas lamellares, que se unam ao solo de modo a ficar completamente immersas, não obstante a pouca profundidade do liquido. Se na pagina inferior das Thallophytas rastejantes algumas cellulas dermicas se desenvolverem em pellos rhizoides que absorvam a humidade do solo, os thallos alguiformes poderão continuar a vegetar, mesmo quando o nivel da agua em que estão mergulhados baixar mais ou menos temporariamente deixando-os a descoberto. Supponhamos que alguns sporos d'estas Algas vão germinar em uma outra região menos abundante em agua do que a primeira; os caracteres já adquiridos tornar-se-hão mais accentuados na vegetação que alli se desenvolver. Comprehende-se bem como d'esta fórma um grupo de Thallophytas, por ventura dotadas de numerosos pontos de semelhança com as Florideas, pôde, por graus insensíveis, fazer a transição dos meios exclusivamente aquaticos para os meios simplesmente humidos, adquirindo lenta e successivamente os caracteres organicos das plantas ancestraes da classe das Hepaticas. Durante este importante periodo da historia da evolução vegetal inaugurou-se um duplo movimento de diferenciações morphologicas e physiologicas, cujas causas facilmente podemos apreciar. Em algumas das Prohepaticas o tecido sporogonico permaneceu rudimentar, n'outras adquiriu um desenvolvimento consideravel; as primeiras tiveram por descendentes directos as Muscineas, nas segundas filiam-se todas as plantas vasculares.

As Muscineas depois de separadas das suas congêneres ancestraes dividiram-se, em duas classes differentes: as Hepaticas e os Musgos, ligadas entre si por numerosos caracteres de transição. Os Musgos são caracterizados pela presença do órgão denominado coifa, resultante da ruptura circular do epigono. Nas Hepaticas o involucre do sporogonio não se divide em porções distinctas; a ruptura do epigono é apicular e coincide com a epocha da maturação dos sporos. Alguns bryologos propozeram a criação de uma terceira classe de Muscineas, com valor egual ao das duas primeiras, e constituida, segundo uns, pelas Anthoceroceas, e segundo outros, pelas Sphagnaceas. Estas duas opiniões são egualmente destituidas de fundamento. As Anthoceroceas distinguem-se das verdadeiras Muscineas por alguns caracteres, taes como a constituição do sacco archegonial não differenciado dos tecidos do thallo, a falta da cellula opercular, a evolução basipeta do sporogonio e a distribuição da chlorophylla em um chromatophoro unico; mas, por outro lado, é incontestavel a intima affinidade que existe entre as Anthoceroceas e as Jungermanniaceas, ás quaes devem ser reunidas. É certo tambem que as Sphagnaceas representam um typo bastante differente dos outros Musgos, approximando-se das Hepaticas pela imperfeita differenciação do seu sporangeo. Este character comtudo não é sufficiente para authorizar a formação de uma classe. Todas as Hepaticas inferiores se approximam dos Musgos pela ausencia completa de cellulas estereis entremeadas com os sporos. Além d'isto entre os Musgos e

as Sphagnaceas existe uma serie de transições graduaes. Assim nas *Andreaea* e nas Sphagnaceas existe um pseudopodo, a columella não é continua até á região superior da urna e o sacco sporangifero tem a fórma de uma campanula. O epigono das *Archidium* é muito fino e irregularmente rasgado, a vaginula é curta e massiça; o mesmo se dá nas Sphagnaceas. A estructura anormal das folhas das Sphagnaceas encontra-se nas folhas das *Leucobryum*. O *prothallium* lamellar das Sphagnaceas encontra-se nas *Tetraphis* e *Tetradontium*. Podemos portanto concluir que as Sphagnaceas devem ser classificadas no grupo dos Musgos, reconhecendo comtudo que entre aquellas plantas e as Hepaticas existe um certo numero de caracteres communs. É conveniente lembrar que as cellulas fertes nas Anthoceroceas se distribuem em um sacco campanuliforme, recobrando uma columella esteril analogamente ao que se dá nas *Sphagnaceas* e *Andreaea*.

Na classe das Hepaticas encontram-se todas as transições desde os thallos alguiformes, completamente homogeneos, até aos caules foliferos que se acham nos representantes do grupo dos Musgos. A differenciação do sporogonio das Hepaticas acompanha a differenciação do apparelho vegetativo. Assim as *Jungermanniaceas* offercem, tanto na sua fronda como no seu systema sporifero, um grau de perfeição mais elevado do que o das outras Hepaticas; mesmo entre as *Jungermanniaceas* os generos foliaceos distinguem-se dos generos thalloides pela grande differenciação de todos os seus orgãos. O tecido vegetativo e o tecido sporifero das *Riccias* são

egualmente pouco diferenciados. Em geral no grupo dos Musgos nota-se tambem a mesma correlação organica entre a fronda e o sporogonio; nas *Polytrichum*, por exemplo, o orgão fructescente rivalisa em complexidade com os tecidos da haste e das folhas. Pelo contrario, nas Cryptogamicas vasculares, a maior diferenciação do systema sporogonico tem como equivalente a successiva reducção do *prothallium*; se seguirmos a serie completa desde as Filicineas até ás Gymnospermicas, observaremos que á progressiva diferenciação da planta agamica corresponde uma continua attenuação da fronda sexuada. As causas mechanicas d'este facto podem ser previstas com bastante verosimilhança.

Um systema sporogonico, vegetando como simples parasita sobre um thallo rastejante sexuada, póde viver em condições muito variadas com tanto que a lamina ou os filamentos prothallicos estejam intimamente unidos ao solo humido. Supponhamos porém que por meio de diferenciações successivas o aparelho sporifero gera laminas chlorophylladas na sua região superior aeria, e que, ao mesmo tempo, a sua região basilar se desenvolve implantando-se no terreno. Com a superficie do solo por suporte e cercadas simplesmente pelo fluido atmosferico, as plantas sporogonicas ficam collocadas em circumstancias muito diversas d'aquellas em que se encontram as plantas aquaticas. As Metaphytas sporogonicas não fluctuam em um fluido de peso especifico quasi igual ao seu, levantam-se em um fluido raro, que lhes não dá ponto de apoio; para poderem subsistir

será pois necessario que a selecção asdote de um systema de tecidos de sustentação. Sob a influencia do novo meio formar-se-ha um systema tegumentar perfeitamente distincto que abriga o vegetal contra os excessos de variações atmosphericas. As plantas aquaticas tiram todos os materiaes dos seus tecidos, da agua em que estão mergulhadas, e servem-se sómente das suas raizes para se fixarem; pelo contrario nas plantas terrestres uma parte da nutrição é fornecida pelas raizes que enterram no solo, e a outra pelas folhas que deixam fluctuar na atmosphera. A existencia de uma raiz e folhas deve ter como consequencia directa a genese de uma canalisação interna comprehendendo o lenho, isto é um conjuncto de vasos destinados a levar ás folhas os liquidos do solo, e o liber, isto é o conjuncto de vasos destinados a reconduzir as substancias elaboradas pelas folhas. O sporogonio, á medida que os seus tecidos se differenceiam, vai gradualmente adquirindo vida propria; comtudo a natureza do thallo sexuado que lhe deu origem não lhe permite sahir dos terrenos muito humidos ou pelo menos alagadiços. Para que estas plantas possam adaptar-se ao meio terrestre propriamente dito, será portanto necessario e sufficiente que a selecção vá reduzindo a importancia da vegetação prothallica correlativamente com o desenvolvimento e differenciação do systema sporogonico. Supponhamos que o *prothallium* se transforma primeiramente, de livre e verdejante que era, em uma vegetação subterranea e incolor, e que em seguida leva a sua redução a ponto de poder percorrer todo o seu cy-

clo vital dentro do sporo gerador. As plantas, cujos *prothallia* atingirem este gráu de simplificação, ficam completamente libertas da vida aquatica podendo escolher para habitat as mais variadas regiões. As phases successivas da historia evolutiva que acabámos de traçar retratam a serie de estadios que os typos vegetaes superiores percorreram na sua adaptação á vida terrestre. Quanto á differenciação dos orgãos vegetativos sporogonicos podemos considerar as Hymenophylleas como sendo entre as plantas vasculares actuaes as que mais se approximam da simplicidade primitiva. Nas Hymenophylleas as folhas não possuem epiderme nem stomas, e em geral são constituídas por uma unica camada de cellulas; o caule d'estas Filicineas tem de ordinario dimensões muito pequenas e possui sómente um unico fasciculo liberolenhoso; as raizes em grande numero de casos são substituídas por meio de ramificações subterraneas do caule; o *prothallium* das Hymenophylleas é bastante complexo. O desenvolvimento e differenciação do *prothallium* tornam-se particularmente notaveis nas Osmundeas, o que, sob o ponto de vista em que estamos, demonstra inferioridade de organização. Os *prothallia* das Osmundeas podem, em determinadas condições, tomar a fórma dos thallos das *Blasia* ou das *Pellia*. A presença das Hymenophylleas e das Osmundeas nos mais antigos terrenos paleozoicos testemunham a antiguidade d'estas duas familias.

Recapitulemos as principaes conclusões deduzidas no decurso da nossa exposição. A exaggeração da actividade chimica diminuindo a plasticidade do protoplasma vegetal, e a genese das membranas ternarias impedindo a completa individualisação das colonias cellulares circumscreveram as diferenciações dos phytoorganismos entre limites relativamente restrictos. As plantas, obedecendo difficilmente á acção dos agentes externos, não levaram no meio aquatico o seu progresso além das Algas. Só o meio terrestre, dispondo de energias muito variadas e facilitando pelo livre contacto do ar o exercicio energico da função chlorophyllina, teve poder de transformar as Thallophytas de organização homogenea em Cormophytas de organização diferenciada. A selecção natural, definindo e accentuando em uma certa classe de Algas os caracteres da vegetação prothallica rastejante, permittiu a transição dos meios exclusivamente aquaticos para os meios onde a agua fosse pouco abundante, e em seguida para os meios simplesmente humidos. O desenvolvimento da geração sporogonica e a simplificação correlativa do *prothallium* adaptaram finalmente uma classe de Cryptogamicas ao meio terrestre propriamente dito. Nas Metaphytas mais simples o apparelho vegetativo é constituido sómente pela vegetação prothallica; o sporogonio é um simples orgão fructificante. O sporogonio das Muscineas nunca adquire vida propria; o seu crescimento continúa o do ramo archegonial; as paredes do orgão feminino desenvolvem-se

correlativamente, e ao mesmo tempo contraem uma íntima adherencia com os tecidos do systema sporifero. Nas Muscineas menos complexas o sporogonio permanece até á epocha da maturação incluso no parenchyma da planta materna. Nas Filicineas dá-se o phenomeno inverso; a differenciação do thallo primitivo favorece o desenvolvimento do sporogonio, que adquire uma vegetação independente e vigorosa; comtudo a vegetação prothallica d'estas plantas conserva ainda a sua autonomia, originando na sua pagina inferior os antheridios e os archegonios, cujas funcções sexuaes permanecem subordinadas á presença da agua que serve de vehiculo ao corpusculo fecundador. Se continuassemos o estudo da organização das Metaphytas superiores, assistiriamos á successiva redução da lamina prothallica, que por fim permanece inclusa no sporo gerador; e ao mesmo tempo á differenciação dos sporos em duas classes: os macrosporos, que geram sómente *prothallia* femininos, e os microsporos, que geram sómente *prothallia* masculinos. A evolução, progredindo, uniu intimamente os macrosporos ao sporogonio materno, transformando-os em saccos embryonarios. O tecido, denominado endosperma, que existe no sacco embryonario das Gymnospermicas, é um *prothallium* feminino, incluso no seu macrosporo; as cellulas antipodas do sacco embryonario das Angiospermicas representam tambem o rudimento de um *prothallium* feminino. A evolução dos microsporos obedeceu a tendencias physiologicas differentes. Os microsporos

permaneceram sempre caducos; os seus *prothallia* atrophiaram-se quasi completamente. Os antheridios desapareceram por fim como orgãos distinctos; os microsporos transformaram-se nos grãos de pollen das phanerogamicas, e o antherozoide, que necessitava de um liquido para a sua progressão, foi substituido por um tubo vesicular possuindo um conteudo protoplasmatico difluente. O nucleo protoplasmatico, tomando a fórma amiboide, impede a cellula pollinica de tomar a apparencia de um antherozoide.

Resumamos. A acção modificadora e electiva do meio é sufficiente para nos explicar as causas da genese e evolução dos *prothallia*. A região fructificante de alguns d'esses *prothallia* adquiriu mais tarde uma vegetação independente, adaptando-se ao mesmo tempo a novas condições de existencia e conservando o seu papel physiologico particular. D'esta fórma constituiu-se uma alternação de gerações em virtude de uma continua differenciação, baseada sobre a divisão do trabalho, que elevou um simples orgão de fructificação á classe de individuo. A alternação de gerações teve como consequencia directa a adaptação progressiva das plantas prothallicas a condições vitales muito diversas: o meio aquatico e o meio terrestre. Os caracteres da vegetação prothallica permittiram aos typos ancestraes das plantas superiores a passagem dos meios exclusivamente aquaticos para

os meios humidos. Em seguida a atrophia progressiva dos *prothallia*, e correlativamente o desenvolvimento do apparatus sporogonico, deram aos vegetaes o dominio definitivo dos solos emersos.

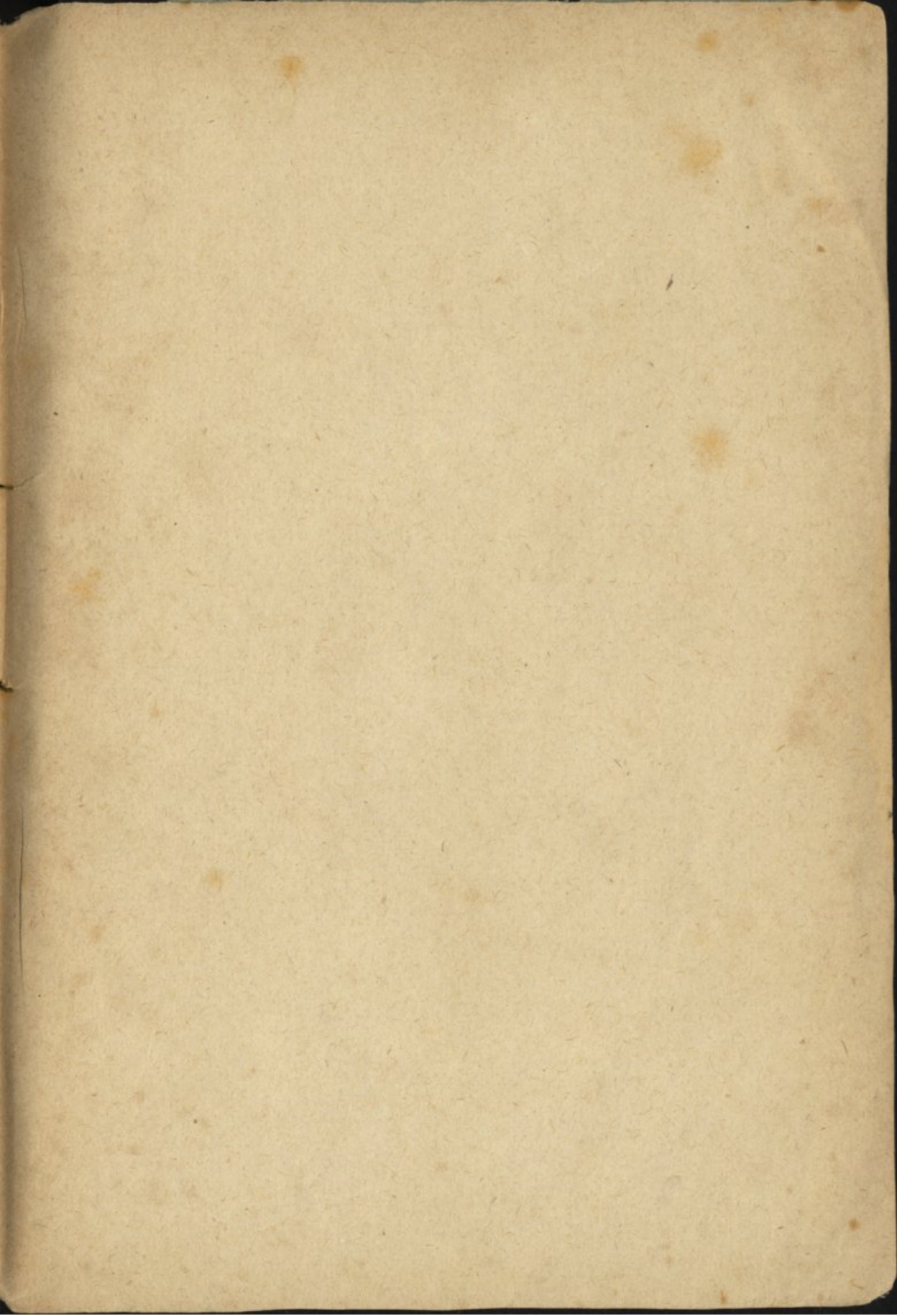
INDICE

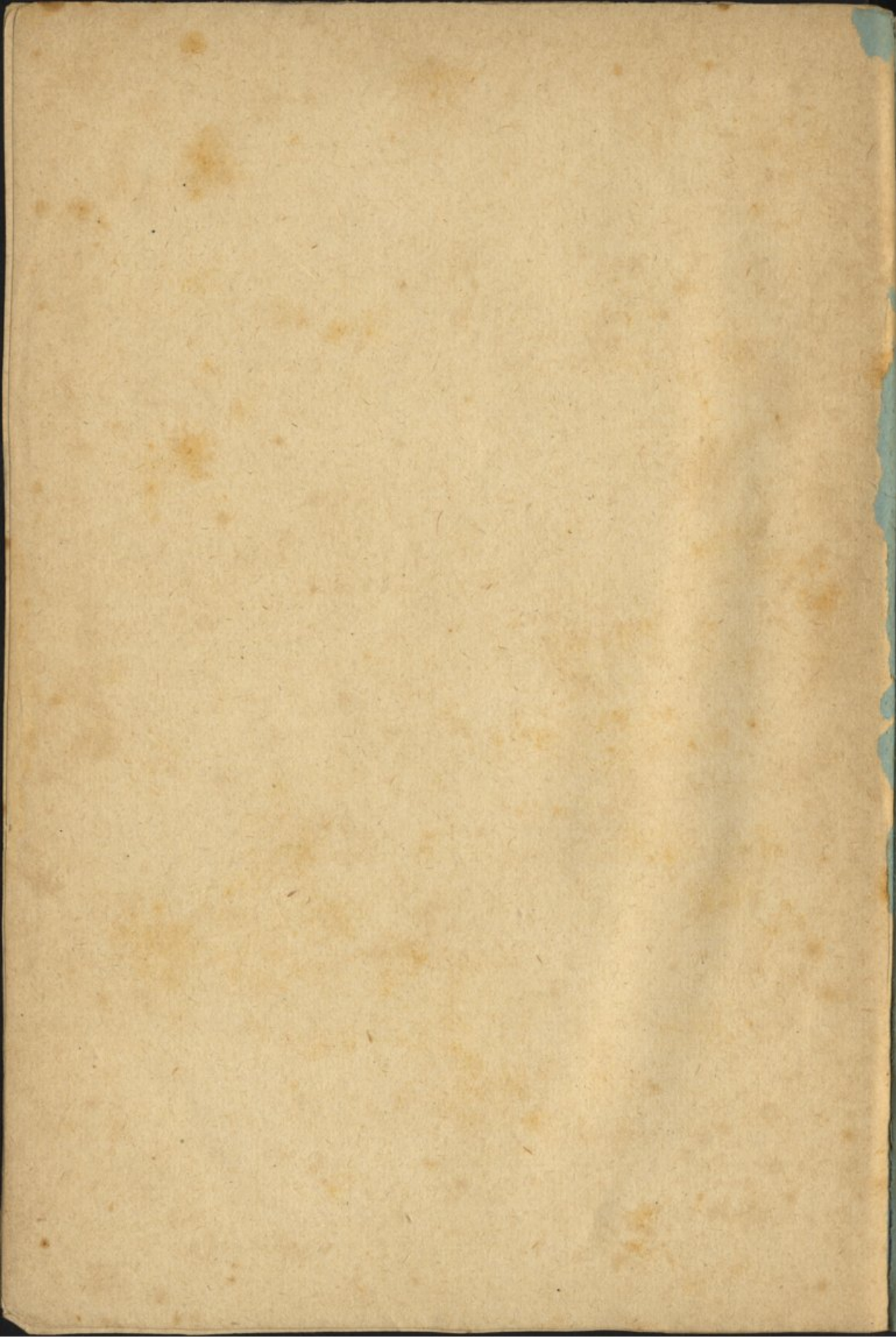
	Pag.
ADVERTENCIA	9
INTRODUÇÃO.....	11
CAPITULO I. Caracteres da evolução vegetal	19
CAPITULO II. Florideas e Algas-musgos.....	39
CAPITULO III. Hepaticas, Musgos e Filicineas	65
Conclusão	115

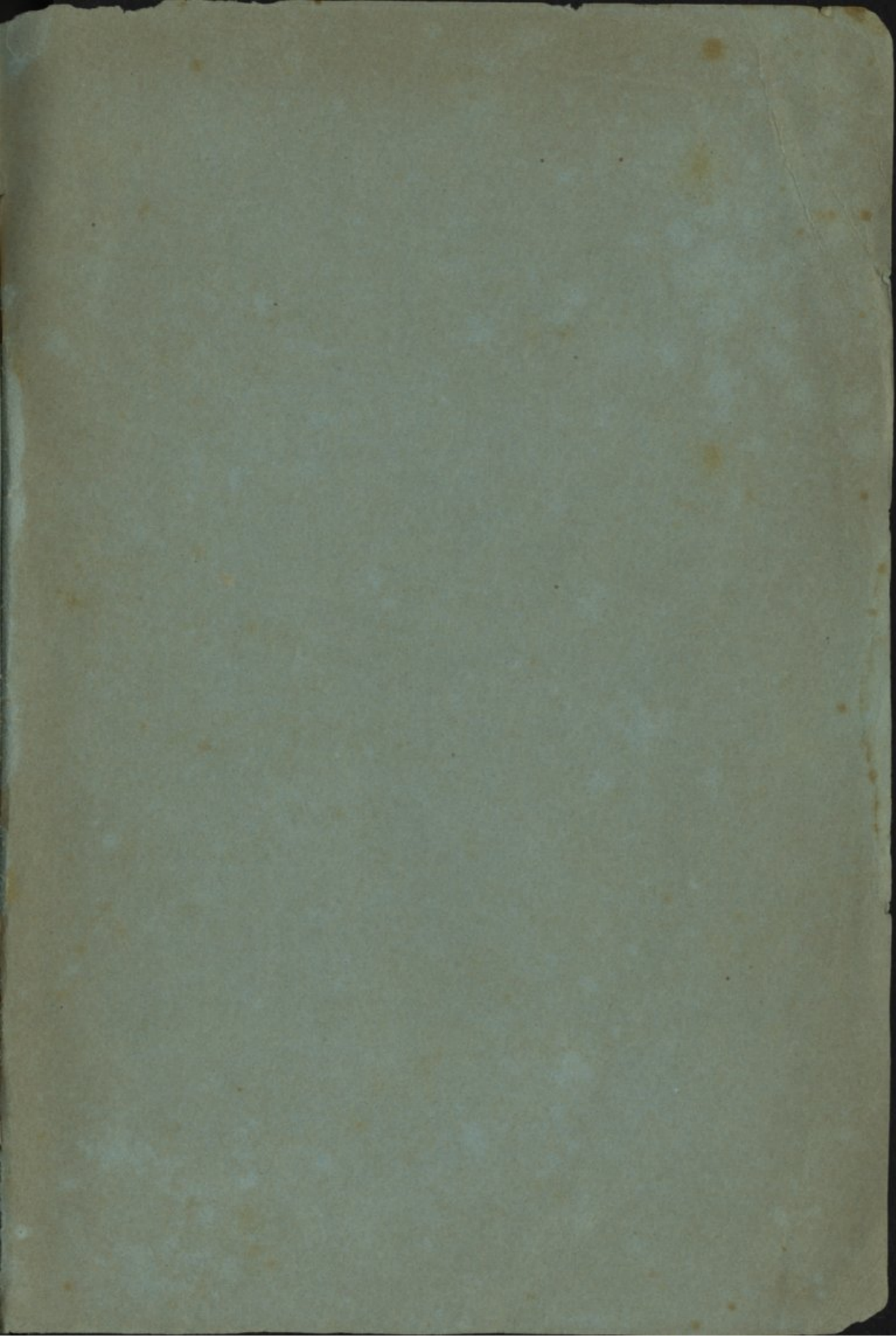


INDEX

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.









UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Departamento de Botânica



1322574112