

Inteligência Verde



Inteligência Verde



Reitor Pe. Josafá Carlos de Siqueira SJ

*Vice-Reitor*Pe. Anderson Antonio Pedroso SJ

Vice-Reitor para Assuntos Acadêmicos Prof. José Ricardo Bergmann

Vice-Reitor para Assuntos Administrativos Prof. Ricardo Tanscheit

Vice-Reitor para Assuntos Comunitários Prof. Augusto Luiz Duarte Lopes Sampaio

Vice-Reitor para Assuntos de Desenvolvimento Prof. Sergio Bruni

Decanos

Prof. Júlio Cesar Valladão Diniz (CTCH) Prof. Luiz Roberto A. Cunha (CCS) Prof. Luiz Alencar Reis da Silva Mello (CTC) Prof. Hilton Augusto Koch (CCBS)

Pe. Josafá Carlos de Siqueira SJ

Inteligência Verde



© Editora PUC-Rio

Rua Marquês de S. Vicente, 225 – casa Editora PUC-Rio 22451-900 Rio de Janeiro, RJ T 55 21 3527 1760/1838 edpucrio@puc-rio.br www.puc-rio.br/editorapucrio

Conselho gestor

Augusto Sampaio, Danilo Marcondes, Felipe Gomberg, Hilton Augusto Koch, José Ricardo Bergmann, Júlio Diniz, Luiz Alencar Reis da Silva Mello, Luiz Roberto Cunha e Sergio Bruni

Revisão de texto Cristina Parga

Projeto gráfico de capa e miolo Flávia da Matta Design

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma e/ou quaisquer meios (eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e gravação) ou arquivada em qualquer sistema ou banco de dados sem permissão escrita da editora.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Siqueira, Josafá Carlos de

Inteligência verde : um modo de ser funcional e descentralizado / Josafá Carlos de Siqueira. – Rio de Janeiro : Ed. PUC-Rio, 2019.

104 p.: il. color.; 21 cm

Inclui bibliografia ISBN 978-85-8006-287-8

1. Plantas. 2. Inteligência. 3. Neurobiologia. I. Título.

CDD: 580

Sumário

07	Prefácio
11	Introdução
16	Uma forma de inteligência distinta
21	Uma inteligência que atua de maneira diferenciada
25	Uma inteligência adaptativa
2 9	Uma inteligência na diversidade reprodutiva
32	Uma inteligência presente nos processos coevolutivos
35	Uma inteligência silenciosa nos processos de dispersão
40	Mecanismos adaptativos inteligentes
45	Uma inteligência ameaçada pela extinção
49	Uma inteligência solidária

- Uma inteligência inspiradora para outras inteligências
- Uma inteligência com padrões distintos de crescimento
- Viver inteligentemente em ambientes de estresse
- 62 Uma forma inteligente de fixação e crescimento sem divisões
- 67 Viver inteligentemente em águas
- 70 Mecanismo inteligente de defesa
- 74 Um modo de ser inteligente e singular
- 77 Uma inteligência química nos aromas, néctares e essências
- 80 Heterofilia: um polimorfismo inteligente
- 83 Uma forma inteligente de revelar pequenez e grandeza
- 86 Uma inteligência inspiradora de valores
- 91 Bibliografia

Prefácio

Os avanços nas pesquisas científicas, o surgimento de novas áreas das ciências, a sensibilidade mais aguçada para com a natureza, a crítica ao antropocentrismo ensimesmado, que não consegue ver valores e inteligência em outros seres que integram a obra do Criador, o surgimento de uma ética ambiental que envolve as questões ecológicas dentro de uma visão sistêmica da vida e do planeta etc., são realidades atuais que nos levam a vislumbrar uma concepção mais ampla da inteligência. Segundo esta concepção, a inteligência não poderia ser atribuída apenas aos seres humanos, mas, também, aos outros seres vivos que integram a casa comum planetária. Somos destacados e distintos evolutivamente dos demais seres vivos por possuirmos uma forma de inteligência reflexiva, capaz de construir conhecimentos racionais e emotivos, comandados por um sistema nervoso centralizado no cérebro, e por sermos capazes de criar formas de inteligência artificial para nos ajudar na solução e resolução de problemas com maior agilidade e rapidez através de sofisticada tecnologia. Por outro lado, não podemos negar a possibilidade de haver outras formas de inteligência, seja ela semelhante aos padrões humanos e animais, ou mesmo apoiada em sistemas descentralizados e funcionais, como a inteligência dos seres vegetais – denominada neste livro de inteligência verde.

Os progressos tecnológicos foram importantes para os avanços em novos campos de pesquisa como a neurobiologia vegetal, permitindo observar e comprovar as reações, os comportamentos e as estruturas morfológicas e fisiológicas das plantas, que, embora, possuam estruturas não apoiadas em sistemas centralizados, são altamente funcionais e colaborativas, agindo, atuando e reagindo de maneira inteligente. Embora ocorra resistência, tanto por parte daqueles que ainda acreditam que a inteligência só pode ser atribuída aos seres humanos, como por outros que não possuem um conhecimento científico mais profundo das plantas, este novo olhar sobre o reino vegetal vem sendo confirmado por inúmeras pesquisas. A inteligência das plantas vai aos poucos deixando de ser algo poético, lúdico e imaginário, para ser de fato uma realidade apoiada em evidências científicas.

O objetivo deste livro é mostrar que, por detrás dos comportamentos, processos evolutivos, ciclos repetitivos, reações fisiológicas, funcionalidades adaptativas, capacidade de resolver problemas triviais e complexos, existe uma forma inteligente das plantas, cujos órgãos, apesar de terem funções específicas e definidas, atuam de maneira integrada, funcional e eficaz. Esta é a inteligência verde. Não temos dúvida de que muitas coisas ainda precisarão de uma boa fundamentação científica, sobretudo num campo de conhecimento científico tão novo como este, marcado por preconceitos por parte daqueles que duvidam e não acreditam em outras formas de inteligência na natureza. No entanto, a compreensão da inteligência nas plantas poderá abrir um campo de aprendizado permanente junto a estes seres vivos, que, mesmo com uma história longeva e anterior à nossa, têm nos acompanhado ao longo da história geobiológica da Terra, prestando-nos um serviço ambiental fundamental para a manutenção das diversas formas de vida que habitam este planeta.

Ao acolhermos a inteligência verde como uma forma distinta de inteligência, estamos admitindo que tudo o que foi criado e evoluído não é fruto apenas do acaso e da necessidade, mas, expressão de uma inteligência maior que permitiu a inteligibilidade em diferentes formas de vida dentro de padrões evolutivos distintos. Se o Criador ama todos os seres (Sab.11,24), e fez uma aliança com todos os seres vivos (Gn.9,16-17), isto significa que ELE dotou a todos de formas diferentes de inteligência.

A ousadia do autor em abordar temas tão desafiantes como este é fruto de sua longa vivência de 45 anos de estudos e pesquisas na área da Botânica – esta *scientia amabilis* que revela uma inteligência diferente e é amada por todos que conseguem ver o mundo com um olhar de profundidade.

0 autor

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Regina Helena Potsch Andreata, bióloga e amiga, pelas sábias sugestões e disponibilidade na correção do texto final. Nossa gratidão sincera.

Introdução

A cultura pós-moderna admite que existem muitas formas de inteligências, denominadas de inteligências múltiplas, todas com características próprias e diferenciadas – diferente do que acontecia em outras épocas, nas quais este reconhecimento era unicamente atribuído ao ser humano. Dentre essas inteligências, quatro se destacam. A primeira é a inteligência humana, com características intelectuais do indivíduo e com a faculdade de conhecer, compreender, raciocinar, pensar e interpretar; ou seja, uma consciência reflexiva, que difere daquela dos demais seres vivos. A segunda é a inteligência artificial, construída pelo ser humano como forma similar à inteligência humana, porém, expressa nos hardwares e nos softwares em máquinas, computadores, robores etc., com o objetivo de resolver os problemas da racionalidade instrumental com eficiência e rapidez, sendo um campo de pesquisa muito importante das ciências exatas. A terceira é a inteligência animal, cuja capacidade cognitiva é expressa em várias formas de comportamento, umas mais e outras menos evoluídas. As inteligências humana e animal são coordenadas por um sistema centralizado, denominado de cérebro, centro do sistema nervoso, articulado com os outros órgãos. Alguns animais mais primitivos, como os celenterados (água-viva, pólipo) e os equinodermos (estrela-do-mar), possuem um sistema nervoso descentralizado sem cérebro, enquanto outros, como as esponjas-do-mar, nem sequer têm sistema nervoso. A quarta, objeto particular deste livro, é a inteligência verde, própria dos vegetais, das plantas, pois, como seres vivos, não podem prescindir de alguma forma de inteligência que permita evoluir e sobreviver ao longo da história geológica.

Diferente das inteligências humana e animal, a inteligência das plantas tem características morfológicas e fisiológicas muito distintas, pois, mesmo não sendo reflexiva, ela é articulada, dinâmica, interativa e descentralizada. Ou seja, essa inteligência não tem um sistema central de controle, pois as plantas são organizações celulares e teciduais independentes e com funções específicas, porém, articuladas e funcionais. Segundo MANCUSO (2017), além de não ter cérebro que desempenha a função de comando central, as plantas não têm órgãos duplos, e mantêm um ritmo de velocidade muito distinto daquele do reino

animal. RAVEN e outros biólogos (1976) afirmam que cada célula vegetal é uma unidade independente e autossuficiente, limitada por uma membrana interna que controla a passagem de qualquer material para dentro e para fora dela, tornando possível que a mesma se diferencie do ponto de vista bioquímico e estrutural. Como sabemos, mesmo articulados uns com os outros, os tecidos vegetais de crescimento (meristema), de revestimento (epiderme, súber), de sustentação (colênquima e esclerênquima) e de condução (xilema e floema) são independentes, capazes de fazer a sua autogestão com eficiência. Ao contrário dos sistemas centralizados, como os do mundo animal, a descentralização no reino vegetal é, certamente, mais eficiente e resistente aos impactos internos e externos, com uma capacidade de encontrar soluções rápidas e eficientes, como por exemplo no caso de ataque dos predadores, ou na ação do fogo. Segundo MANCUSO & VIOLA (2013), estes seres vivos vegetais são dotados de inteligência, pois se comunicam, possuem vida social, resolvem problemas, possuem estratégias de defesa, proteção e reprodução, são dotados de adaptabilidade ambiental, entre outras.

Esta silenciosa e desconhecida inteligência tem sido comprovada nos últimos anos por meio de es-

tudos em neurobiologia vegetal, apesar dos enormes preconceitos ainda existentes pela visão antropocêntrica, e a falta de uma concepção mais abrangente e sistêmica do conceito de inteligência. Não podemos esquecer que a visão antropocêntrica, ao longo da história, sempre negou outras formas de inteligência nos seres vivos, ora considerados irracionais, ora vegetativos e mecânicos, como no caso das plantas. Esta visão de um ser vivo parado e agindo apenas mecanicamente não corresponde à realidade das plantas, pois elas estão em permanente movimento interno e externo, e seus comportamentos não são meramente mecânicos, estáticos e repetitivos, mas, ao contrário, são dotados de uma forma diferente de inteligência que lhes permite reagir e se modificar, de acordo com as circunstâncias e as pressões oriundas dos agentes físicos e biológicos do seu ciclo interativo e relacional.

Os estudos científicos sobre o comportamento das plantas e suas múltiplas formas de adaptação e resiliência comprovam o fato de que estas são seres vivos inteligentes, capazes de sobreviver em diferentes ambientes. Na história geológica da vida, marcada por eras e períodos distintos, com avanços e recuos, as plantas não apenas estavam presentes repetindo mecanicamente suas funções vitais, mas adaptando-

-se e modificando-se de maneira inteligente, permitindo a coevolução e os múltiplos processos de surgimento de novas espécies e variedades. Somente mergulhando cientificamente no mundo das plantas é que percebemos a realidade e a profundidade do modo de ser e de agir desses seres vivos inteligentes.

Uma forma de inteligência distinta

Historicamente, a possibilidade de uma inteligência nas plantas foi levantada por Charles Darwin em sua obra The power of movement in plants (1880) quando, ao observar o comportamento das raízes, percebeu que havia algo semelhante ao cérebro de um animal inferior. Em vários de seus livros e escritos, o autor sempre demonstrou um apreço especial pelas plantas, que não poderiam estar separadas das teorias sobre a evolução, sobretudo por serem criaturas complexas e extremamente sofisticadas. Certamente estas ideias foram aperfeiçoadas pelo seu filho Francis Darwin que, apesar das críticas sofridas naquela época, após diversas observações e experiências realizadas no mundo vegetal estava convencido de que as plantas podem ser consideradas seres inteligentes. MANCUSO (2017) afirma que Frederico Delfino, diretor do Jardim Botânico de Nápoles, que mantinha correspondência com Darwin, estava convencido, pelas experiências realizadas, da inteligência dos vegetais.

Estudos posteriores em biologia reprodutiva, etologia, fisiologia, anatomia e morfologia têm com-

provado que estes seres vivos evolutivamente possuem um modo de ser descentralizado e funcional que pode ser considerado uma forma de inteligência distinta do mundo animal e humano. Se não tivessem uma inteligência, as plantas não se comunicariam entre si através de seus tecidos xilemáticos, floemáticos, epidérmicos, colenquimáticos, esclerenquimáticos e meristemáticos, nem tampouco com o meio externo através das raízes, caules, folhas e das interrelações com inúmeros animais.

Nos últimos anos, com o surgimento da chamada neurobiologia vegetal, terminologia adotada por alguns biólogos e criticada por outros, muitos pesquisadores têm se posicionado a favor de uma inteligência distinta nas plantas. TREWAVAS (2003) afirma que as plantas revelam que são organismos inteligentes, capazes de aprender e de tomar decisões em relação às situações enfrentadas no ambiente. Segundo o autor, este comportamento inteligente é adaptativo e complexo, demonstrando capacidade para a resolução de problemas. Para BALUSKA & MANCUSO (2007), esta inteligência é manifestada no crescimento e desenvolvimento adaptado variavelmente ao longo da vida de um indivíduo.

BRENNER et al. (2006) definiram a inteligência das plantas como habilidade intrínseca de processar informações a partir de estímulos bióticos e abióticos, que permitem a tomada de decisões em relação às atividades futuras em um determinado ambiente. Para FARMER (2014), as plantas emitem sinais elétricos semelhantes a sinapses dos neurônios para enviar informações entre uma célula e outra. Tais sinais elétricos que navegam através dos tecidos resultam em diversas respostas, afetando a expressão dos genes ou ativando os processos bioquímicos. Para o biólogo Marcos Buckeridge, professor de fisiologia vegetal da USP, um vegetal age por meio de uma reunião de sistemas inteligentes que dirigem suas atitudes, e se inteligência é a capacidade de se reconhecer como indivíduo e de tomar as melhores decisões de acordo com as condições ambientais, não podemos negar que as plantas são realmente inteligentes.

SOARES (2018), ao abordar a neurobiologia das plantas numa perspectiva interespecífica sobre o debate, observa que existem tensões entre os estudiosos que pesquisam esta temática, sobretudo no que se refere à manifestação de um comportamento inteligente das plantas que suportam mecanismos in-

ternos de percepção e processamento de sinais, além de outras questões que têm gerado polêmicas entre os estudiosos. O curioso é que até filósofos mais contemporâneos, como Paco Calvo, um espanhol que está à frente do laboratório de inteligência mínima (Mint Lab), dedicado à filosofia da neurobiologia vegetal, têm sido defensores da inteligência das plantas, criticando os nossos preconceitos sobre esta temática, e afirmando que as plantas são perfeitas para entender os aspectos relacionados com a cognição, pois, nelas, os sistemas são descentralizados, sem neurônios, manifestando comportamentos flexíveis e adaptativos.

Enfim, muitos outros estudiosos que são sensíveis à temática sobre a inteligência das plantas procuram reconhecer que comportamentos inteligentes podem ser desenvolvidos sem um sistema nervoso, por meio de um sistema de redes cooperativas, funcionais e descentralizadas. O importante é reconhecer que comportamentos inteligentes fazem parte da cadeia da vida, sejam eles oriundos de sistemas centralizados como o cérebro, sejam oriundos de sistemas descentralizados como os das plantas, nas quais os diferentes tecidos celulares, mesmo com suas funções específicas e individualizadas, procuram

funcionar de maneira articulada e solidária, respondendo aos estímulos externos e procurando soluções compatíveis com os desafios. Foi assim que as plantas inteligentemente sobreviveram ao longo da história geológica da vida, alcançando graus de sofisticação no período final do Devoniano e permitindo a formação de florestas de árvores altas, sobrevivendo aos eventos de extinção no Permo-Triássico e evoluindo no Cretáceo, com o surgimento das Angiospermas, constituindo hoje a grande riqueza da biodiversidade tropical.

Uma inteligência que atua de maneira diferenciada

Apesar de não terem pulmão e nariz como os animais, as plantas possuem estruturas como os ostíolos nas folhas e as lenticelas no caule, que realizam a transpiração e as trocas gasosas. As emissões de substâncias odoríferas, que ocorrem nas plantas insetívoras e em algumas espécies dos gêneros Aristolochia e Sterculia, funcionam como o olfato, permitindo proteger, avisar, atrair os polinizadores, ou mesmo suprir algumas deficiências minerais. O tato também está presente nas plantas, tanto na sensibilidade em contato com outros corpos, como é o caso da Mimosa pudica, ou mesmo quando as raízes encontram obstáculos no solo, exigindo mudanças de direcionamento, ou por vezes, em caules ou folhas de espécies de trepadeiras (Convolvulaceae, Asteraceae, Verbenaceae, Curcubitaceae Bignoniaceae, Smilacaceae etc.), cujas extremidades dos ramos ou gavinhas agarram nas estruturas de sustentação para fixação e apoio. Mesmo desprovidas de órgãos de visão, as plantas, pelo fototropismo, procuram e se orientam pela luz, pois, quando esta se torna ausente, poderá ocorrer o estiolamento dos ramos pelo definhamento dos tecidos. A capacidade de sintetizar algumas substâncias químicas com o objetivo de demarcar território acontece em espécies de plantas como alguns gêneros de Anacardiaceae (Anacardium, Schinus, Miracrodruon), cuja emissão da terebintina, substância química produzida pela planta presente nas raízes e folhas, dificulta o nascimento de outras espécies debaixo de suas copas. O mesmo ocorre com as espécies do gênero Podocarpus, que produzem uma substância química inibidora do crescimento de outras plantas ao seu redor.

A produção de óleos essenciais e outras substâncias químicas nos caules, frutos e sementes são também mecanismos de proteção de suas estruturas contra a predação de agentes externos. Algumas plantas produzem fitoalexinas (compostos químicos de baixo peso molecular com propriedades antimicrobianas), utilizadas no combate aos fungos, substâncias estas ativadas quando fazemos pequenos buracos nas folhas. Os mecanismos de trocas simbióticas são maneiras inteligentes pelas quais algumas plantas mirmecófilas (**Triplaris**, **Cecropia**, **Tococa** etc.) oferecem casa e comida para as formigas em troca de segurança contra agentes predadores das

folhas, flores e frutos. A comunicação inteligente de uma planta com a outra se dá, muitas vezes, quando elas são atacadas por predadores, emitindo substâncias voláteis. Uma vez emitida a substância, a planta vizinha começa a produzir fitoalexinas para defesa própria. Muitas substâncias produzidas pelas plantas para se defenderem provocam nos insetos reações como inibição de crescimento, morte, crescimento exagerado, indigestão, esterilidade etc.

Por meio do processo evolutivo, os tecidos epidérmicos desenvolveram inteligentemente estruturas como acúleos e espinhos com finalidade de trocas e proteção, ou mesmo a produção de ceras, que impedem a penetração dos excessos de água de chuva. Os pelos nos ramos e folhas, além de oferecerem proteção, evitam a perda de água e podem fabricar enzimas proteolíticas que fazem a digestão de proteínas. Igualmente, temos os tecidos de sustentação, como o colênquima e esclerênquima, que garantem o suporte mecânico das plantas. De maneira admirável, a inteligência dos tecidos de condução, xilema e floema, que com seus complexos celulares, permitem a condução das seivas brutas e elaboradas, fazendo com que este fluxo que corre de baixo para cima, das raízes às folhas, funcione articuladamente com o fluxo de alimento que corre de cima para baixo, resultado da fotossíntese, movimentando-se das folhas para os ramos e raízes. Mesmo sem um sistema controlador e centralizador como o dos animais, os módulos teciduais individualizados trabalham articuladamente, permitindo uma funcionalidade inteligente e eficaz. Nisto consiste a inteligência verde, com seu modo de ser e viver diferenciado, que não pode ser captada e mensurada com os mesmos critérios e valores das inteligências humana, animal e artificial.

Se não fosse dotada desta silenciosa e diferenciada inteligência, as plantas, responsáveis majoritariamente pela grande biomassa do planeta Terra, não teriam adquirido esta enorme plasticidade evolutiva, que permitiu não apenas uma exitosa especiação, mas, também, um extraordinário processo adaptativo em diferentes climas, ambientes e altitudes, rompendo diversas barreiras edáficas, climáticas, hídricas e antrópicas.

Uma inteligência adaptativa

Uma forma inteligente das plantas consiste na adaptação de suas estruturas às condições climáticas e edáficas. As plantas que vivem em ambientes de escassez hídrica possuem estruturas morfológicas adaptadas às condições ambientais, como ocorrem em espécies que nascem e se desenvolvem nos semiáridos, desertos, caatingas, campos pedregosos de altitude, entre outros. Os cladódios dos cactos, as folhas suculentas de gêneros e espécies da família Portulacaceae, Aizoaceae, Crassulaceae, Apocynaceae e Amarantaceae (Blutaparon) acumulam água nos caules e folhas, garantindo a sobrevivência e a manutenção dos sistemas vegetativos e reprodutivos. O mecanismo de afilia (ausência de folhas), como em **Pfaffia aphylla**, Gomphrena aphyllla etc.; a microfilia (folhas reduzidas em tamanhos pequenos), ou mesmo, as folhas transformadas em espinhos, como em alguns gêneros e espécies de Cactaceae, são exemplos de mecanismos inteligentes para evitar a excessiva perda de água pela evapotranspiração. Para suprir a carência de alguns nutrientes no solo, algumas espécies como

Sarracenia, Nepenthes, Darlingtonia produzem folhas modificadas, ou pelos, como as Droseras e Dioneias, adaptadas à captura de insetos. Em muitas espécies dos ecossistemas chamados no Brasil de campos rupestres, vegetação que normalmente ocorre acima de 1.800m, encontraremos estratégias ecológicas inteligentes, como adaptações morfológicas e fisiológicas em ambientes com baixa disponibilidade nutricional, forte insolação e estresse hídrico em determinados períodos do ano. Espécies do gênero **Vellozia** são exemplos adaptativos localizados no interior das bainhas escamosas das folhas, protegendo a planta contra o excesso de luz, calor e ausência de água na região radicular. Encontramos, também, estratégias bioquímicas para reduzir a perda da umidade, como é o caso de algumas plantas que fecham os seus estômatos (estruturas epidérmicas que realizam as trocas gasosas) em determinados horários do dia.

A presença de cutina na parede das células epidérmicas das plantas tem, também, a função de proteção contra a perda de água, assim como os pelos (tricomas epidérmicos), que evitam a transpiração excessiva. O parênquima aerífero (aerênquima), que tem a função de armazenar ar entre as células, é

outro mecanismo inteligente encontrado nas plantas aquáticas (Eichhornia crassipes), garantindo a sua flutuação. Nas raízes, vamos encontrar adaptações inteligentes como as raízes grampiformes de Hedera helix, que fixam a planta nos suportes, as raízes estranguladoras de algumas espécies de Ficus, que envolvem o caule de outra planta suporte, as raízes aéreas cinturas de algumas Araceae, que abraçam o caule da planta suporte, as gavinhas caulinares e foliares de Curcubitaceae, Bignoniaceae etc., que servem de órgão de fixação, enrolando-se no suporte, e as raízes das plantas parasitas (haustórios), de espécies da família Loranthaceae (Struthanthus, Psittacanthus), que penetram no interior de outra planta, sugando a seiva bruta e elaborada.

Uma forma adaptativa inteligente que não pode ser esquecida é aquela das plantas rupícolas, ou seja, plantas que vivem sobre as rochas, enfrentando a falta de solo, o estresse hídrico, as variações de temperatura, os ventos e a alta radiação solar. Algumas bromélias (Tillandsia, Alcantarea, Aechmea, Cryptanthus etc.) absorvem água e nutrientes do ar, ou mesmo conservam no fundo das rosetas das folhas as águas oriundas das chuvas ou orvalho. Outras acumulam, pela crassifolia, água nas folhas para

evitar a desidratação, sobretudo quando as raízes não dispõem de água no substrato fixador. Um exemplo também conhecido são as orquídeas rupícolas (Laelia, Bulbophyllum, Sophronitis, Hoffmannseggella etc.), cujas populações são abundantes nos campos rupestres ou de altitude. Apesar das variações de temperatura externa, sobretudo pela insolação diurna, as rochas ficam aquecidas no período noturno e, associadas à umidade do orvalho e das fendas, estas plantas garantem a própria sobrevivência. É uma forma inteligente de adaptação saber viver com o pouco disponível, e procurando-se associar com outros seres vivos, como os liquens e os fungos, que estão sobre a rocha.

Uma inteligência na diversidade reprodutiva

Diferentemente do que ocorre no sistema reprodutivo dos seres humanos e de grande parte dos animais, as plantas possuem uma inteligente e diversificada forma reprodutiva, favorecendo-as no enfrentamento de vários processos evolutivos ao longo da história geobiológica. Certamente, o peso maior está na reprodução sexual, realizada através da alogamia, ou seja, em indivíduos diferentes, ou a autogamia, entre indivíduos iguais. Na evolução desses sistemas, as flores primitivas são hermafroditas, alogâmicas e com sistema multigênico de autoincompatibilidade, como nas Winteraceae (Drymis), Magnoliaceae (Magnolia, Liriodendron) entre outras, tese defendida por alguns autores e criticada por outros nos estudos da filogenia. Segundo alguns estudiosos, a autogamia é posterior, sendo, provavelmente, derivada da alogamia. Na reprodução sexual das plantas, a evolução inteligente propiciou que algumas espécies tivessem os sexos masculino e feminino separados em indivíduos distintos (plantas dioicas), outras, sexos em posições separadas, mas no mesmo indivíduo (plantas monoicas), e outras, sexos juntos na mesma flor (plantas hermafroditas). Segundo BAWA (1974), o percentual de plantas hermafroditas e dioicas é maior nas florestas tropicais em relação às florestas temperadas. Já em relação às plantas monoicas, o percentual é maior nas florestas temperadas.

Além disso, as plantas possuem também a reprodução vegetativa (apomixia), feita a partir de caules e folhas. Muitas plantas cultivadas, alimentícias e ornamentais, apresentam este tipo de reprodução vegetativa, que possui vantagens e desvantagens. Vantagens ao garantir a reprodução na ausência dos polinizadores, permitir reproduzir indivíduos estéreis e não gastar energia pela não formação de grãos de pólen. Desvantagens devido ao acúmulo de mutações desvantajosas, à incapacidade de recombinação, e à menor capacidade de se ajustar a determinados ambientes. Finalmente, temos também a reprodução partenocárpica, aquela em que a planta produz frutos sem a fecundação, como ocorre nas bananeiras (**Musa spp.**).

Além das variadas formas reprodutivas, a inteligência verde nas plantas desenvolveu mecanismos fantásticos para impedir a autogamia, tanto na separação mecânica dos sexos, como por exemplo nas Orchidaceae e Asclepiadaceae, como na separação do tempo sexual (dicogamia). Neste último, vamos encontrar a protoginia, ou seja, o órgão reprodutor feminino amadurece antes que o sexo masculino, e a protoandria, quando o órgão sexual masculino amadurece antes que o feminino. Esses mecanismos evitam a autopolinização. Alguns exemplos podem ser encontrados em gêneros e espécies da família das palmeiras (Arecaceae) e entre as Angiospermas.

Uma inteligência presente nos processos coevolutivos

A coevolução entre plantas e animais possibilita detectar uma forma inteligente entre ambos, ora permitindo flexibilidade adaptativa, ora criando dependências morfológicas vitais. O gênero **Ophrys** da família Orchidaceae é um exemplo de uma coevolução na qual a característica do labelo se assemelha ao corpo de determinados grupos de insetos. A polinização deste gênero ocorre através de uma pseudocópula, pois o polinizador macho confunde a flor com uma fêmea, pousando e roçando seu dorso nas polínias, e o pólen se adere ao corpo do inseto, que acaba levando e fecundando o estigma de outras flores. A semelhança entre a flor e o corpo do inseto constitui uma dependência vital, pois a ausência de um ou de outro poderá acarretar em risco para ambos.

No entanto, a maioria das plantas são dotadas de uma flexibilidade adaptativa, permitindo uma coevolução inteligente com diferentes grupos de polinizadores. Neste processo, é importante analisar os aspectos comportamentais dos polinizadores, como também as características dos aparelhos reproduti-

vos masculino e feminino das plantas. Na síndrome da miofilia, polinização feita por moscas, além de oferecer néctar e pólen, as plantas emitem odores fortes, semelhantes à carne em putrefação, para atrair os polinizadores, como Sarcophagidae, Muscidae, Sirphidae, entre outros. Na síndrome da cantarofilia, polinização realizada pelos besouros, a planta, para atrair os Scarabaeidae, Curculionidae, Cerambycidae etc., oferece flores grandes com cores claras, odores de frutos maduros, perianto resistente, pólen e néctar.

Na ornitofilia, polinização feita por pássaros, principalmente por beija-flores, as flores produzem grande quantidade de néctar e possuem cores vivas. Grupos de pássaros como os Nectarinidae, Coerebidae, Depanididae, Meliphagidae e Zosteropidae exercem um papel fundamental nos processos de polinização. As inúmeras espécies de beija-flores (Trochilidae), pássaros típicos do novo mundo, com seus bicos longos ou pequenos, estão associados ao tamanho das corolas tubulosas de muitos gêneros e espécies de plantas, como as Scrophulariaceae, Onagraceae, Heliconiaceae, Asteraceae, Acanthaceae, Orobanchaceae, Bignoniacae, Rubiaceae etc. Inteligentemente, na polinização feita por borboletas e mariposas (psicofilia e falenofilia), as plantas são

dotadas de características próprias para atrair os polinizadores, como corolas vivas ou claras, tubulosas, com ou sem odores, néctar e pólen. No caso das borboletas (Pieridae, Brassolidae, Danaidae, Ithomiidae, Heliconidae, Morphidae etc.) as flores estão abertas no período diurno, e no caso das mariposas (Saturnidae, Sphingidae, Noctuidae), isto se dá com maior frequência no período noturno.

Finalmente, não se pode negar a inteligência estratégica das plantas polinizadas por morcegos (quiropterofilia). As flores, neste caso, possuem abundantes estames e os mesmos são florescentes, abrindo-se no período noturno e emitindo odores. As corolas têm uma grande produção de néctar no período noturno e os pólens são abundantes, características importantes para atrair os morcegos, sobretudo os pertencentes à família Phyllostomidae. Algumas famílias de plantas possuem gêneros e espécies polinizadas por estes mamíferos, como Malvaceae, Fabaceae, Caryocaraceae, Lythraceae, entre outras.

Uma inteligência silenciosa nos processos de dispersão

Na silenciosa e eficiente inteligência, as plantas são evolutivamente dotadas de mecanismos de mobilidade, quebrando a falácia de que os vegetais são fixos e parados, pensamento corrente entre os que não conhecem a dinâmica desses seres vivos. A biologia da dispersão nos mostra que esta mobilidade das plantas está associada com os ventos, os animais, as águas, os seres humanos, ou a própria planta. Pesquisadores como VAN der PIJL (1982), entre outros, têm nos mostrado detalhadamente as características das várias síndromes de dispersão, revelando a grande flexibilidade das plantas para espalhar os diásporos (sementes, frutos, esporos, estolões etc.). Vejamos alguns exemplos.

Na zoocoria, dispersão realizada por animais, as plantas possuem características próprias para cada grupo. Na saurocoria, dispersão feita pelos répteis, os frutos são cheirosos, possuem coloração viva, nascendo próximo ou em direção ao solo quando estão maduros. Na ornitocoria, dispersão por pássaros, os frutos são adaptados à epizoocoria ou endozoocoria.

Na primeira, os frutos possuem espinhos ou ganchos, que desprendem com facilidade da planta mãe, aderindo ao corpo do animal, que conduz estes diásporos a outros lugares. Esta mobilidade inteligente é encontrada em Asteraceae (Xanthium, Siegsbeckia, Bidens), Amaranthaceae (Cyathula, Achyranthes), Fabaceae (Desmodium, Adesmia), Malvaceae (Thyphalea, Sida), entre outras famílias botânicas.

Na segunda, a endozoocoria, feita principalmente por aves, os frutos ou sementes possuem cores vistosas quando maduros, são adocicados e apresentam sementes com testas duras. Muitas famílias de plantas manifestam este tipo de dispersão, na qual ora os pássaros comem apenas os frutos e jogam fora as sementes, ora engolem todo o fruto, cujas sementes passam pelo trato intestinal e são colocadas para fora através das fezes. Dentre os inúmeros exemplos de famílias botânicas com frutos ou sementes dispersas por pássaros podemos destacar: Marckgraviaceae (Norantea, Markgravia), Sterculiaceae (Sterculia), Bixaceae (Bixa), Myrsinaceae (Myrsine, Ardisia), Fabaceae (Adenanthera, Senna, Cassia), Myrtaceae (Eugenia, Campomanesia, Psidium), (Paullinia), Erythroxylaceae (Exy-Sapindaceae throxylum), Anacardiaceae (Schinus), Arecaceae

(Euterpe, Syagrus, Geonoma, Archonthophoenix), Loranthaceae (Struthanthus, Psittacanthus), Cecropiaceae (Cecropia), Moraceae (Ficus), Rubiaceae (Psychotria) etc.

Existem também plantas cujos frutos são dispersos por mamíferos como os morcegos, os roedores e os primatas. Esses são geralmente frutos adocicados, vistosos ou não, com sabores fortes, ricos em nutrientes, normalmente abundantes. A dispersão por morcegos (quiropterocoria) é conhecida em algumas espécies dos gêneros Cecropia, Psidium, Artocarpus, Terminalia, Annona, Ficus, Spondias, Dipteryx, **Achras. Humiria. Licania** etc. Os animais roedores como cutias e esquilos colaboram na dispersão de frutos e sementes de muitas espécies de palmeiras, roendo o mesocarpo do fruto e enterrando o endocarpo com as sementes. Os primatas, sobretudo nas matas, se alimentam e dispersam frutos e sementes de plantas de muitas espécies de Myrtaceae, Moraceae, Sterculiaceae, Anacardiaceae, Carycaceae, entre outras. As plantas contam também com as formigas para dispersar suas sementes (mirmecocoria), sobretudo quando estas são leves, com arilo e carúncula, fáceis de serem transportadas, como em muitas espécies da família Euphorbiaceae (Croton, Ricinus, Jatropha, Hevea etc.). Os peixes são também dispersores (ictiocoria), quando os frutos das plantas dispõem de mesocarpos carnosos e adocicados, como em espécies dos gêneros Inga, Butia, Genipa, Nectandra, entre outros.

A dispersão inteligente das plantas está relacionada também com o vento, pois um grupo grande de gêneros e espécies possuem frutos e sementes aladas, adaptadas à anemocoria. Famílias botânicas como Fabaceae (Schizolobium, Pterocarpus, Pterogyne, Peltophorum, Phyllocarpus, Acosmium, Machaerium, Dalbergia), Malphigiaceae (Banisteriopsis, Peixotoa, Tetrapteris, Mascagnia), Sapindaceae (Serjania, Thinouia, Diatenopteryx) etc. são exemplos de frutos alados dispersos pelo vento. Certamente, não podemos esquecer da leveza das sementes das gramíneas (Poaceae) e compósitas (Asteraceae) que, com suas estruturas balísticas e plumas, são levadas pelos ventos para curtas e longas distâncias, com o objetivo de ocupar novos nichos e espaços geográficos. Tudo isto revela que a evolução inteligente das plantas fez com que elas pudessem se deslocar para muitos lugares, enfrentando barreiras de solos e climas, e garantindo a perpetuidade das espécies. As plantas não foram feitas para ficar paradas e imóveis, falácia que advém da falta de um maior conhecimento científico.

Mecanismos adaptativos inteligentes

Muitas espécies, sobretudo nas regiões tropicais, desenvolveram mecanismos inteligentes para garantir a sobrevivência em ambientes adversos. Vejamos alguns exemplos. A viviparidade nas plantas consiste na germinação das sementes de forma precoce antes da dispersão, isto é, quando as sementes que ainda estão presas na planta mãe começam a germinar. A espécie **Rhizophora mangle**, planta muito comum no ecossistema manguezal, é exemplo deste fenômeno, pois a mistura de água doce com água salgada, o movimento das marés e a instabilidade do solo são alguns dos fatores que dificultam o processo normal de germinação das sementes no solo. Daí, ao germinar na própria planta mãe, as sementes encontrarão mais facilidades de fixação e crescimento da planta jovem. Segundo BARROSO et al. (1999), o eixo hipocótilo-radícula desenvolve-se muito antes que a semente caia da árvore e venha a se fixar no solo pantanoso onde vive a planta mãe. Uma inteligente forma adaptativa para garantir a sobrevivência e a continuidade da perpetuação da espécie, cuja ausência colocaria em risco a sobrevivência, a propagação e o padrão amplo de distribuição geográfica desta espécie, pois a mesma não ocorreria em várias faixas de manguezais nas Américas, Ásia e África. No Brasil, há a espécie **Sellaginella convoluta**, uma pequena samambaia que, pela falta de água no solo, enrola suas folhas para evitar a desidratação dos tecidos e das células, assumindo uma aparência de morta. No entanto, quando o solo volta a ter a disponibilidade de água pelas chuvas, suas folhas se desenrolam, tornando-se novamente verdes e preparadas para a realização da fotossíntese e reprodução. Que inteligente forma de revivescência, necessária para sobreviver, reproduzir, dispersar e garantir a continuidade da espécie.

Outro exemplo inteligente de adaptação nos ambientes com estresse hídrico é a **Cavanillesia arborea**, uma espécie nativa das caatingas do Nordeste brasileiro, chamada popularmente de barriguda. Pela carência temporária de água neste ecossistema, a planta desenvolveu evolutivamente dois mecanismos de sobrevivência. O primeiro é manter uma reserva de água no caule para garantir o funcionamento de suas funções vitais durante os períodos de falta de água no solo. O segundo, é fazer germinar a semente no interior do fruto antes da dispersão. O fruto é uma

sâmara com cinco asas e monosperma, abortando as demais sementes. Segundo BARROSO et al. (1999), na fase inicial da germinação, o núcleo seminífero do fruto fica bastante intumescido devido à presença do mesocarpo, que, quando umedecido, toma uma consistência gelatinosa, com capacidade de armazenar água. Após a germinação e expansão dos cotilédones, o fruto mantém-se íntegro sem entrar em putrefação, apenas com uma abertura pela qual emerge a plântula em desenvolvimento, quando a mesma tiver que germinar no solo após a dispersão.

Outro fator adaptativo altamente inteligente característico das plantas consiste no desenvolvimento dos sistemas subterrâneos, fato bastante frequente em muitas espécies dos cerrados brasileiros. Os sistemas subterrâneos das plantas, sejam eles caulinares, radiculares ou xilopodiais (uma estrutura constituída pela junção da raiz primária e o hipocótilo, de consistência lenhosa), tem como objetivo acumular reservas de água e outros nutrientes, permitindo o desenvolvimento das plantas e a superação dos obstáculos do solo, das carências hídricas e o enfrentamento de pressões externas, como as queimadas. Estes sistemas subterrâneos são por vezes gemíferos, garantindo assim a rebrota das espécies após a eliminação da

parte aérea das plantas, sobretudo após às queimadas. Dadas as pressões externas relacionadas com o clima e com o solo, algumas espécies deste ecossistema desenvolveram inteligentemente um investimento nestes sistemas subterrâneos profundos, com baixo custo energético. Para alguns estudiosos, estes sistemas subterrâneos podem ser compreendidos em dois grupos: o primeiro, formado pelas plantas subarbustivas e arbustivas, que são predominantemente superficiais, ou seja, atingem profundidades menores, como algumas espécies dos gêneros Gomphrena e Pfaffia (Amaranthaceae); o segundo, arbustivo-arbóreo, com sistemas subterrâneos profundos, ou seja, com profundidade maiores, que podem chegar perto do lençol freático, como ocorre em espécies dos gêneros Anacardium, Caryocar, Coclhospermum, Qualea, Aspidosperma, Byrsonima, Kielmeyera, Palicourea, entre outros.

RIZZINI & HERINGER (1961) afirmam que os xilopódios possuem consistência seca e dura, com predominância de tecidos lenhosos, adaptados às condições ambientais severas como em **Mimosa multipinna**, ou em outras como estruturas geneticamente determinadas como **Clitoria guianensis e Calliandra dysantha.** Para APPEZZATO DA GLÓRIA

(2003), existem dois grupos de sistemas subterrâneos difusos, discriminados por critérios anatômicos. Aqueles de natureza caulinar, que são os sóboles, como Clitoria laurifolia, e outros de natureza radicular, que são as raízes gemíferas, como Eremanthus erythropappus e muitas outras espécies que ocorrem nos cerrados e na mata atlântica. De qualquer forma, o mais importante é considerar como, evolutivamente, muitas dessas espécies investiram forte e inteligentemente muito mais nas partes subterrâneas do que nas aéreas, formando estruturas vigorosas e consistentes que permitem romper barreiras internas e externas e subsistir ao longo de centenas e milhares de anos da história geológica da vida. Ao contrário do que ocorre nas florestas, que apresentam investimento maior nas partes aéreas das árvores, nos cerrados, a força e o vigor estão nas partes subterrâneas. São inteligências ecossistêmicas distintas, porém eficientes, articuladas e adaptadas.

Uma inteligência ameaçada pela extinção

Com a destruição progressiva de nossos biomas e ecossistemas, cresce o número de espécies que se tornam cada vez mais raras ou ameaçadas de extinção, muitas delas por serem espécies endêmicas, ou seja, com padrões de distribuição geográfica restritos a determinados habitats, ou por possuírem populações pequenas, com pouca capacidade de expansão, além de limites reprodutivos e genéticos. Muitas dessas espécies evoluíram inteligentemente ao longo da história geobiológica, adaptando-se ao clima, ao solo e a outros desafios externos. Além da importância biológica e genética do potencial pouco conhecido das espécies raras e ameaçadas, é preciso olhar eticamente o papel revelador que cada uma dessas espécies tem intrinsecamente como epifania de amor, beleza, singularidade e inteligência (SIQUEIRA, 2015). Não se pode admitir que todo este potencial epifânico desapareça da face da Terra, desmemorizando a riqueza da criação, e apagando as expressões visíveis da inteligência presente no mundo das plantas. Na Encíclica ecológica do Papa Francisco, Laudato Si', o pontífice

nos recorda que milhares dessas espécies já desapareceram do planeta, e não poderão mais comunicarnos a sua própria mensagem. Em outras palavras, são gotas inteligentes que evaporaram em razão da pouca sabedoria da inteligência humana, que não soube preservá-las. Infelizmente, por falta desta visão mais sistêmica e profunda da natureza, este fenômeno continua acontecendo em muitos continentes e países.

No caso particular do Brasil, mesmo sendo um país com uma rica megabiodiversidade, cresce a cada ano o número de plantas nativas ameaçadas de extinção. No livro vermelho da flora brasileira (MARTI-NELLI & MORAIS, 2013), aparece um número muito grande de espécies que são incluídas nas várias categorias de ameaçadas de extinção, englobando 4.617 espécies. GIULIETTI et al. (2009), no catálogo de plantas raras no Brasil, enumera 2.291 espécies em diferentes ecossistemas, o que, segundo SANO et al. (2014), significa que 7% de nossa flora encontra-se em condição de raridade. Só no município do Rio de Janeiro, segundo DI MAIO & SILVA (2000), temos 27 espécies de plantas extintas, 36 criticamente em perigo (p. ex. Begonia angularis, Vriesia pastuchoffiana, Laelia lobata etc.), e 274 espécies vulneráveis (p. ex. Vriesia botafogensis, Cariniana ianeirensis, Eugenia copacabanensis etc.). Infelizmente, esquecemos a declaração universal dos direitos das plantas, como também, alguns princípios éticos aplicados para estas espécies raras e ameaçadas, como nos lembra SIQUEIRA (2015). Dentre estes princípios, destacamos: a anterioridade geológica de plantas que surgiram e evoluíram antes da presença humana no planeta; a solidariedade planetária de plantas produtoras de elementos essenciais à vida, como oxigênio, e responsáveis pela absorção de gás carbônico, pelo sequestro de carbono, pelo acúmulo de substâncias químicas potenciáveis, pela relação com a fauna etc.; a revelação contemplativa nas diversas formas e cores, revelando a riqueza e a diversidade; a dimensão teológica como obra e epifania do Criador; o direito e usufruto das gerações vindouras, garantindo-lhes a preservação do patrimônio biológico, entre outros.

O reconhecimento do valor e da inteligência presentes nas plantas é algo fundamental não só para construir uma visão mais sistêmica do mundo onde vivemos, mas também constitui um elemento importante para superar o antropocentrismo ensimesmado e a visão fragmentada da criação. Assim, é possível resgatar os direitos e deveres dos seres vivos, em

especial das plantas, nas quais, inteligentemente, as coisas funcionam de maneira descentralizada, articulada, colaborativa, com uma eficiência inquestionável.

Uma inteligência solidária

As plantas, por serem seres vivos inteligentes dotados de extraordinária adaptabilidade, plasticidade genética e capacidade de viver em curtas e longas idades, desde os primórdios da vida terrestre, têm sido um exemplo de solidariedade com o planeta Terra e seus habitantes. Para tanto, basta lembrar que elas são responsáveis pelo oxigênio que respiramos; que promovem a absorção e a transformação do gás carbônico na atmosfera, o sequestro e o depósito do carbono e a melhoria climática; que fornecem alimentos e curas para diversas doenças; que tornam possíveis a composição e beleza estética da arborização de ruas, jardins, parques, etc. Possuem uma silenciosa inteligência que acontece sem que o ser humano perceba, em detalhes; é como uma semente colocada na terra, onde, na escuridão do solo, a radícula assume o geotropismo positivo, no sentido orientado pela gravidade, e o caulículo o geotropismo negativo, contrário ao da gravidade. É uma inteligência solidária voltada mais para fora do que para dentro, onde o vigor e a generosidade se revelam na

abundância de suas estruturas vegetativas e reprodutivas.

Independente da ação humana, as plantas têm um mecanismo de expansão que atinge desde as escalas amplas e cosmopolitas, até outras mais restritas e endêmicas. Basta olhar para as eras geológicas anteriores à presença do ser humano para percebermos este dinamismo inteligente, interativo e eficiente, que possibilitou inúmeros processos de especiação e contínuos fluxos gênicos, e que sabiamente soube evoluir e se adaptar às contínuas e extremas mudanças climáticas e edáficas, possibilitando o surgimento de diferentes biomas e ecossistemas. É uma solidariedade plasmada na gratuidade, voltada mais para o dar do que para o receber, exigindo apenas o necessário para funcionar e dinamizar suas estruturas descentralizadas e articuladas. A não intervenção na sua dinâmica vital, e o respeito pela sua temporalidade são fatores importantes para que os processos interativos e inteligentes ocorram na sua normalidade. A fidelidade na repetição de seus ciclos vegetativos e reprodutivos é uma maneira inteligente de romper as barreiras do tempo, garantindo uma longevidade que nenhum ser vivo pode alcançar. Basta ver as espécies de árvores centenárias como as oliveiras

(**Olea**), as sequoias (**Sequoiadendron**), os jequitibás (**Cariniana**), entre outras, que rompem os anos e os séculos sem perder o vigor adaptativo e reprodutivo, permanecendo como memórias vivas de quem soube superar barreiras, vencer obstáculos e enfrentar as dificuldades sem, contudo, perder a força vital do dinamismo e da arte de saber viver e envelhecer.

Na cidade do Rio de Janeiro temos alguns exemplos de árvores centenárias que vivem no espaço altamente urbanizado, sobrevivendo heroicamente mesmo diante dos impactos dos ruídos citadinos e da poluição do ar, como o jequitibá (Cariniana legalis) na rua Marquês de Vicente, Gávea; a figueira (Ficus tomentella) na rua Faro, no Jardim Botânico; o assaçu (Hura crepitans) na rua Pompeu Loureiro, em Copacabana, entre outras.

Uma inteligência inspiradora para outras inteligências

MANCUSO (2013, 2017) tem sido hoje um protagonista na defesa de uma inteligência nas plantas, procurando mostrar que os paradigmas no mundo vegetal são distintos do mundo animal e humano, pois estes últimos são apoiados na centralidade do cérebro e nos padrões sociais e corporais hierarquizados. Nos vegetais, os paradigmas se apoiam em módulos repetitivos e funcionais que interagem entre si de maneira descentralizada. Assim, a inteligência das plantas acontece em forma de uma funcionalidade descentralizada, articulada e ramificada, onde cada módulo formado por tecidos celulares é capaz de fazer sua autogestão. Para o referido autor, as plantas são organismos mais modernos do que os animais, pois são dotadas de estruturas divisíveis que podem dar origem a outros indivíduos através da reprodução vegetativa, apomixia, autogamia e alogamia. Isso acontece porque o reino vegetal não é centralizado, e é flexível, funcional, eficiente, resistente e dotado de inúmeras formas morfológicas e adaptativas, podendo se constituir numa forma de inteligência inspiradora, tanto

para a inteligência humana como para a inteligência artificial.

A partir dos inúmeros processos adaptativos no reino das plantas, a inteligência humana, por ser criativa, inovadora e reflexiva, poderá refazer e reconstruir ações que ajudem no processo de funcionalidade descentralizadora, e que sejam mais eficazes em situações de resiliência e mudanças socioambientais. O sistema cooperativo e funcional das plantas poderá inspirar a construção de modelos menos individualistas, nos quais as diferenças sejam reconhecidas como partes integrantes e fundamentais nas dinâmicas sociais. A inteligência multidiversa das plantas pode nos inspirar a uma sadia convivência com a diversidade social e ambiental, na qual os diferentes modos de ser e agir enriquecem o pluriverso cultural, e possibilitam um compartilhamento fraterno de valores, como fazem as diferentes espécies de plantas que convivem com outras tão distintas nos vários biomas e ecossistemas.

Finalmente, não podemos esquecer que esta inteligência articulada, funcional e adaptativa das plantas poderá também servir de inspiração para a inteligência artificial, através das inúmeras produções técnicas. Software e Hardware podem ser criados não apenas apoiados em critérios da inteligência humana, mas, também, na dinâmica eficiente e funcional das plantas, tanto para resolver os problemas como para buscar estratégias de defesa, proteção, comunicação e resiliência. Temos um mundo a ser conhecido e explorado, onde a tecnologia no futuro certamente se apoiará em paradigmas de outras inteligências.

Uma inteligência com padrões distintos de crescimento

As plantas são dotadas de ciclos de crescimento e padrões reprodutivos inteligentemente distintos, dentro de escalas que vão destes às mais rápidas até às mais longevas. Há grupos que são geneticamente dotados de um desenvolvimento extremamente rápido, tanto no processo de germinação, quanto no crescimento, floração e frutificação. Estes processos acontecem de maneira mais exitosa quando as condições de solo, clima e luz são mais favoráveis, ocupando rapidamente o espaço, ora dividindo-o com outras espécies, ora concorrendo ou inibindo o desenvolvimento de outras. Nestes grupos estão as chamadas ervas invasoras, pejorativamente denominadas de plantas daninhas. São dotadas de estruturas que permitem chegar e ocupar o espaço por meio dos ventos ou de animais. Para tanto, dispõem de abundantes frutos e sementes para compensar as perdas que ocorrem nos processos de dispersão e predação. Famílias como Asteraceae (Bidens, Galinsoga, Emilia, Brainvillea, Ageratum, Porophyllum, **Siegesbeckia**, **Solidago** etc.), Cyperaceae (**Cyperus**, Fimbristyles, Eleocharis, Rhynchospora etc.), Euphorbiaceae (Ricinus, Euphorbia, Phyllanthus, Croton), Rubiaceae (Diodia, Richardia, Borreria, Mitracarpus) e Poaceae (Panicum, Paspalum, Melinis, Imperata, Lolium etc.), são as mais numerosas em espécies, podendo ser encontradas em terrenos cultivados e baldios.

Entre as árvores, principalmente em ambientes florestais, existem grupos de espécies que inteligentemente crescem mais rápido, como as chamadas espécies pioneiras ou secundárias, como Schinus terebinthifolius, Gochnatia polymorpha, Jacaranda micranta, Cordia superba, Cecropia pachystachya, Alchornea glandulosa, Schizolobium parahyba, Lafoensia glyptocarpa, Miconia candolleana, Trema micranta etc. Estas nascem primeiro, crescem rápido e não vivem muito tempo; porém, são importantes para criar as condições necessárias para outras espécies que virão depois, sobretudo aquelas que possuem vidas mais longas. Outros grupos são constituídos pelas chamadas espécies clímax ou secundárias, ou seja, aquelas que crescem mais lentamente, levam mais tempo para se desenvolverem, possuem geralmente portes maiores, com madeiras mais duras e pesadas, e certamente vivem mais tempo. São

exemplos: os ipês (Handroanthus spp.), as canelas (Ocotea spp.), os jequitibás (Cariniana legalis, Cariniana estrellensis), o pau d'óleo (Copaifera lanfsdorffii), o jatobá (Hymenaea courbaril), os ingás (Inga sessilis, Inga laurina), a cabriúva (Myroxylon peruiferum), as pitangas (Eugenia spp.), e inúmeras outras espécies que ocorrem nas matas ciliares, nas matas atlântica e amazônica e demais formações florestais.

Viver inteligentemente em ambientes de estresse

Uma das coisas mais admiráveis é observar como as plantas inteligentemente conseguiram, ao longo da história evolutiva, adaptar-se em ambientes de extrema dificuldade, tanto pelas pressões externas, como pelo desenvolvimento de estruturas morfológicas e fisiológicas. Em vários biomas vamos encontrar alguns ecossistemas nos quais o estresse climático ou edáfico condiciona profundamente a vida das plantas que ali vivem, fazendo com que as mesmas desenvolvam mecanismos adaptativos para sobreviver às condições ambientais. Dentre os diversos ecossistemas, tomemos como exemplo os ambientes das dunas litorâneas, localizadas no cordão arenoso entre o mar e a terra. Este ecossistema costeiro é um ambiente profundamente estressante, pois está submetido à pressão dos ventos, à instabilidade da areia, à salinidade, à carência de nutrientes e de água nas camadas superficiais e à insolação pelas altas temperaturas, sobretudo em determinados horários do dia.

Segundo CORDAZZO et al. (2006), as areias se movimentam tanto pela direção e velocidade dos

ventos como, também, por fatores ligados às condições climáticas. A acumulação de areia influencia o microambiente físico e biológico das plantas que ali vivem, assim como o teor de salinidade, o estresse hídrico, a pobreza de nutrientes, sobretudo de nitrogênio, fósforo e potássio, além das frequentes perturbações que o ser humano provoca nestes ambientes. Mesmo assim, muitas destas corajosas, heroicas e inteligentes espécies de plantas vivem, crescem e se reproduzem nestas difíceis condições, como veremos a seguir alguns exemplos pesquisados e publicados por CORDAZZO et al. (2006).

Em primeiro lugar, vejamos o caso da capotiraguá (Blutaparon portulacoides), espécie muito frequente nas restingas e dunas do Brasil, usada como planta medicinal pelos indígenas que viveram no litoral. Seus ramos e folhas são suculentos, adaptados para acumular água e sal, suportar as ondas de ressacas, os ventos permanentes ou fortes, a movimentação das areias e as variações de temperatura. Suas estruturas externas avermelhadas se devem pela presença de uma substância chamada de antocianina, atuando como bloqueador da radiação ultravioleta. Sua alta capacidade de crescimento vegetativo ajuda a suportar a instabilidade do terreno arenoso, as

erosões e os soterramentos. Ela está adaptada tanto à reprodução sexual como vegetativa, e a dispersão dos frutos e sementes também acontece pela ação dos ventos (anemocoria) e pela água (hidrocoria).

O segundo exemplo consiste na chamada erva--capitão ou chapéu de cobra (Hydrocotyle bonariensis), que possui caules rastejantes aéreos e subterrâneos, com folhas peltadas, orbiculares ou reniformes, ocorrendo na América do Sul, África e Austrália. Para viver nestes ambientes difíceis, inteligentemente a planta desenvolveu abundantes raízes secundárias fasciculadas em todos os nós, possibilitando uma reprodução vegetativa eficiente pelos fragmentos de rizomas isolados, pois, em cada nó, pode formar um novo botão germinativo que dá origem a um novo rizoma, com novos nós, raízes e folhas. Como na espécie anterior, ela também tem dupla reprodução, vegetativa e sexual, e a dispersão se dá tanto pelo vento como pela água. Outra espécie com características semelhantes é a conhecida salsa-da-praia (**Ipomoea** pes-caprae), cujos ramos vigorosos crescem rapidamente em direção ao mar, além de exercer um papel importante na fixação da areia, função esta encontrada também no capim-de-areia (Paspalum vaginatum), uma gramínea que ocorre nas dunas e restingas, que possui rizomas e estolões com denso sistema radicular para resistir às fortes marés.

Um outro exemplo conhecido é o capim-salgado ou capim-da-praia (Spartina ciliata), uma gramínea que, para viver nestes ambientes difíceis, inteligentemente adquiriu algumas adaptações extraordinárias. Segundo CORDAZZO et al. (2006), a forma cespitosa com hastes densamente agrupadas e flexíveis é uma adaptação aos ventos fortes. O enrolamento longitudinal de suas folhas é um mecanismo para evitar uma transpiração excessiva. A existência de glândulas que eliminam sal é algo importante em ambientes de alta salinidade. Por fim, a planta possui, também, um sistema fotossintético do tipo C4, permitindo que a mesma cresça em situação de altas temperaturas e baixa disponibilidade de água. Comparada com outras gramíneas que também vivem em ambientes de dunas como Sporobulos virginicus, Panicum racemosus, Paspalum vaginatum e Andropogon arenarius, este capim-da-praia supera as demais na adaptação a estes ambientes estressantes.

Uma forma inteligente de fixação e crescimento sem divisões

No reino das plantas encontramos um grupo que difere dos demais por manter um forte sistema de fixação no solo, crescendo sem divisões e concentrando o vigor vegetativo e reprodutivo nas extremidades apicais. Estamos falando das palmeiras e dos coqueiros, um grupo antigo e novo pertencente à família das Arecaceae, com cerca de 3.500 espécies, muito frequente sobretudo nas regiões tropicais e subtropicais do globo.

Segundo LORENZI et al. (1996), as palmeiras estão entre as plantas mais antigas do planeta Terra, e seus vestígios remontam a mais de 120 milhões de anos. Impondo-se pela elegância, solidez e beleza, as palmeiras surgiram e evoluíram concentrando inteligentemente seu vigor nas extremidades basal e apical, ou seja, nas raízes e na parte mais alta da estipe, onde estão as folhas e todo o sistema reprodutivo. As raízes fixam a palmeira no solo, com a função de absorver água e substâncias químicas necessárias, formando uma espécie de cabeleira, sem ter uma raiz principal, pois são todas cilíndricas e iguais. Esta

concentração densa e robusta da cabeleira radicular é fundamental para sustentar o tronco vertical, que cresce em direção à luz solar. O tronco ou caule são alongados, colunares e sem ramificação ou divisão em ramos laterais, com raríssima exceção, como é o caso do gênero **Hyphaene**, que possui ramificação semelhante às demais árvores. A medula central é esponjosa e cercada por anéis de fibras que formam inúmeros feixes verticais de tecidos condutores de seivas bruta (xilema) e elaborada (floema). No entanto, a região principal de crescimento está situada no ápice do tronco, onde estão as gemas terminais e o tecido responsável pelo crescimento (meristema). Nesta parte apical se encontram as folhas, que, para se fixarem no tronco, desenvolveram as bainhas que as mantêm aderente ao caule, além do pecíolo, que é uma continuação da bainha, e da lâmina ou limbo foliar, que pode ser inteiro ou ramificado. Nas folhas, temos o laboratório vivo da fotossíntese - é lá que a seiva bruta, oriunda das raízes e transportada pelo tronco, é transformada em seiva elaborada, que, além de manter as estruturas reprodutivas localizadas no ápice, desce pelo tronco até às raízes.

Este contínuo fluxo de seivas bruta e elaborada é algo extraordinário em um corpo vegetal verticali-

zado, que pode atingir alturas acima de 30m, como é o caso da palmeira-imperial (Roystonea oleracea). Algumas espécies de palmeiras, ao contrário da maioria, mantêm seus troncos subterrâneos, expondo somente as folhas aéreas e as inflorescências, como acontece com o coquinho-do-cerrado (Syragrus graminifolia), o coco-de-raposa (Syagrus harleyi), o guriri-da-restinga (Allagoptera arenaria), entre outras. Para se proteger de predadores, alguns troncos e folhas são inteligentemente dotados de espinhos, como ocorre na palmeira-macaúba (Acrocomia acu**leata**), na brejaúva (**Astrocaryum aculeatissimum**) etc. Outras vezes, as estruturas externas são revestidas por uma massa de pelos, como em Coccothrinax **crinata**, ou em tecido fibroso na região apical, como em **Coccothrinax barbadensis**. As folhas no topo do tronco estão dispostas geralmente de maneira espiralada ou dística; algumas caem quando envelhecem, deixando marcas de sua inserção no caule, sendo substituídas por outras jovens. Em alguns casos, as folhas mortas permanecem algum tempo presas no tronco, como em Washingtonia e Livistonia, servindo de abrigo para pássaros e insetos.

Outra forma de perceber uma inteligência intrínseca nas palmeiras constitui na estrutura e forma de seu sistema reprodutivo. Suas inflorescências, ou seja, o agrupamento de flores em espigas, racemos ou panículas, localizadas no ápice do tronco, inicialmente estão protegidas por uma espata que se rompe e cai quando as flores estão prontas para a polinização. As inflorescências podem ser unissexuadas, formadas por flores exclusivamente masculinas ou femininas, ou monoicas, quando dos dois sexos estão separados na mesma planta, ou dioicas, quando os sexos masculino e feminino estão em palmeiras distintas (LORENZI et al., 1996). Em algumas espécies, a abertura das flores masculinas e femininas ocorre em épocas diferentes, favorecendo a polinização cruzada. Durante o ciclo de vida ocorre várias florações, mas o curioso é que existem, também, palmeiras que florescem uma única vez e morrem, como a **Corypha**, **Raphia** e a **Carvota**. Na primeira, são necessários 40 a 70 anos para a floração, na segunda, 20 a 30 anos. No caso da **Caryota**, a floração se dá de cima para baixo, sendo que a palmeira morre quando o último cacho está próximo ao solo, em um processo que pode demorar vários anos.

Em resumo, temos que reconhecer que, nas palmeiras, podemos encontrar mecanismos inteligentes nos quais, mesmo sem um sistema de controle central, os tecidos celulares funcionam isoladamente de maneira articulada, funcional e eficaz. Um deles é a coesão das raízes cabeleiras, que, além de retirar do solo água e sais minerais, sustentam os alongados troncos verticais, que balançam e envergam durante os ventos fortes, sem, contudo, caírem. Outro é o misterioso mecanismo de condução de seivas no tronco fibroso, cujo trabalho integrado e as pressões celulares dos vasos xilemáticos e floemáticos permitem que estas seivas brutas e elaboradas circulem de baixo para cima e de cima para baixo, num movimento silencioso aos nossos olhos, porém eficiente e permanente. Podemos citar também o seu sistema sexual reprodutivo diversificado entre monoicismo e dioicismo, cuja eficiência resulta numa abundante produção de frutos e sementes. Seu ciclo de vida mediano e longevo determinado por fatores ambientais, reprodutivos e genéticos. Seu serviço ambiental, que se estende desde a produção de alimentos para os animais e os seres humanos, até a dimensão estética e paisagística. As palmeiras são realmente seres inteligentes que fazem a diferença.

Viver inteligentemente em águas

Ao contrário da maioria das plantas que são adaptadas para viver em ambientes terrestres, existe um grupo de plantas herbáceas que evolutivamente desenvolveram suas estruturas para viverem, crescerem e reproduzirem em ambientes aquáticos. São as chamadas plantas hidrófitas ou macrófitas aquáticas, encontradas em lagoas, pantanais, várzeas e igarapés. Algumas são flutuantes, pois suas raízes curtas, suas células aerenquimáticas e esponjosas tornam seu peso mais leve, e sua generosa e rápida multiplicação vegetativa permitem que as mesmas flutuem na superfície das águas, deslocando-se de um lugar para outro por influência dos ventos ou mesmo pelo movimento das águas. Muitas são conhecidas de todos nós, como a alface-d'água (Pistia stratiotes), o aguapé (Eichhornia crassipes), as samambaias dos gêneros Salvinia e Azolla, e muitas outras espécies botanicamente descritas. Dentre estas, merece destaque o aguapé ou gigoga (Eichhornia crassipes), que, de forma inteligente, além de crescer de maneira rápida pela reprodução vegetativa por meio de estolões, com enorme capacidade de se autoclonar, interage de maneira positiva e negativa com o meio ambiente. Positiva porque suas raízes servem de alimento e desova para os peixes, suas lindas flores embelezam os tanques e lagos, e suas raízes, ao filtrarem a matéria orgânica, despoluem as águas. Hoje, o vegetal constitui uma fonte de geração de biogás e energia elétrica. De maneira negativa, pela capacidade de crescer rapidamente em águas contaminadas com metais pesados (cobre e chumbo), cobrindo a superfície da água, poluindo lagos e praias e dificultando embarcações.

Existe outro grupo de plantas aquáticas que é chamado de semissubmerso ou emergente, ou seja, suas folhas estão na superfície da água, e seus caules ou rizomas se encontram presos ao substrato (solo pantanoso ou lamoso). Muitas espécies são conhecidas como a taboa (**Typha domingensis**), as ninfeias (**Nymphaea spp.**), o lótus (**Nelumbo nucifera**) a vitória-régia (**Victoria amazonica**) etc. No entanto, chama a atenção como inteligentemente a vitória-amazônica, uma espécie que ocorre no pantanal e nos igarapés da Amazônia, consegue viver e se adaptar fora e dentro da água. Na parte externa, mantém suas lindas folhas arredondadas, que podem chegar a 2m de diâmetro, com bordas voltadas para cima e

poros minúsculos, que evitam o acúmulo de água da chuva, desenvolvendo espinhos de proteção na parte basal do limbo foliar. Quando estão debaixo da água, as folhas permanecem fechadas. Na parte interna, encontramos longas raízes com espinhos aeríferos, e o caule preso no substrato. Os botões de flores, antes de abrirem, ficam submersos, pois, somente depois de maduros é que emergem na superfície, abrindo suas flores. Após a polinização, feita por besouros (cantarofilia), as pétalas se fecham e submergem novamente para o processo de amadurecimento dos frutos dentro da água. Todo este ciclo nos mostra como uma planta evolutivamente desenvolveu um mecanismo inteligente de proteção e reprodução, ora expondo externamente suas estruturas vegetativas e reprodutivas, ora escondendo-as internamente no meio aquático.

Mecanismo inteligente de defesa

Ao longo da história geológica e evolutiva das plantas, muitos obstáculos e barreiras externas foram aparecendo, correndo o risco de comprometer a sobrevivência de várias espécies. As dificuldades relacionadas com os microrganismos, com os predadores e outros agentes externos fizeram com que as plantas pudessem se defender internamente, produzindo e elaborando fisiologicamente substâncias não prejudiciais ao seu metabolismo celular e tecidual, porém com diferentes graus de toxicidade aos agentes externos, utilizando partes das plantas (raízes, caules, folhas, flores e frutos) para a alimentação e nutrição, como os animais e os seres humanos. Estudos químicos e fitoquímicos revelam que existem inúmeras substâncias tóxicas em algumas espécies vegetais como os alcaloides, os glicosídios cardioativos, os compostos calcinogênicos e cianogênicos, entre outros. Esta toxicidade defensiva e inteligente pode aparecer nas raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes, às vezes apenas em uma das estruturas ou mesmo em toda a planta. Algumas dessas substâncias tóxicas provocam danos superficiais, outras lesões mais profundas, e outras que são letais, podendo levar a óbito.

No Brasil, estudos realizados por ABREU MA-TOS et al. (2011) identificaram 90 espécies de plantas responsáveis por intoxicações, sendo algumas nativas e outras exóticas. Em algumas espécies, a toxicidade aparece mais nas folhas e caules, como na samambaia-tapera (Pteridium aquilinum), na alamanda-amarela (Allamanda cathartica), na espirradeira (Nerium oleander), no comigo-ninguém--pode (Dieffenbachia seguine), no avelós (Euphorbia tirucalli) etc. Já em outras, o perigo é maior nos frutos, como na timbaúba (Enterolobium contortisiliquum), na mamona (Ricinus communis), no barbatimão (Stryphnodendron adstringens), no carrapicho-de-carneiro (Xanthium strumarium) etc. Finalmente, a toxicidade pode estar em toda a planta, como no oficial-de-sala (Asclepias curassavica), na flor-de-cera (Caltropis procera), na erva--de-rato (Palicourea marcgravii), na flor-das-almas (Senecio brasiliensis) etc.

No entanto, mesmo dotadas interiormente por estas substâncias tóxicas, muitas dessas espécies produzem flores coloridas e belas que enfeitam nossos jardins, avenidas e praças, como a espirradeira (Nerium oleander), o camará (Lantana camara), a saia-branca (Brugmansia arborea), o manacá (Brunfelsia uniflora), a unha-de-cão (Cryptostegia grandiflora), o chapéu-de-napoleão (Thevetia peruviana) etc. Há outras que, com os cuidados necessários, são comestíveis, como a mandioca (Manihot esculenta) e a carambola (Averrhoa carambola). Existem também aquelas que são usadas na medicina popular, como a cabacinha (Luffa operculata) e o guiné (Petiveria alliacea). Finalmente, não podemos esquecer que a toxicidade de algumas plantas tem servido para alimentar os vícios humanos, como no caso do fumo (Nicotiana tabacum), do ópio (Papaver somniferum) da maconha (Cannabis sativa) e até mesmo no uso em cerimônias religiosas de seitas como o daime (Banisteriopsis caapi).

Os exemplos nos mostram que aquilo que a inteligência defensiva das plantas elaborou fisiologicamente para atender às suas necessidades metabólicas serve, também, de proteção contra os predadores. Estas substâncias funcionam como efeito inibidor à inteligência dos animais, que sabiamente são capazes de distinguir aquilo que não convém nos seus hábitos alimentares. Por outro lado, os seres humanos,

conhecendo pela inteligência humana, através da mediação da ciência, podem usar para o bem ou para o mal aquilo que a inteligência verde conserva com outros objetivos e finalidades.

Um modo de ser inteligente e singular

Nas plantas temos um grupo pertencente às gramíneas, que possui um modo de ser inteligentemente singular, não encontrado em nenhum outro grupo vegetal. Trata-se dos bambus, que pertencem a uma subfamília botanicamente denominada de Bambusoideae. Alguns são herbáceos (Eremitis, Piresia, Raddiela etc.), e outros são arbóreos como Bambusa, Guadua, Dendrocalamus, entre outros. Suas touceiras de raízes crescem rapidamente, ocupando os espaços mais rasos e profundos do solo, sugando água e nutrientes, impedindo que outras espécies se desenvolvam ao seu redor. Ao contrário do que ocorre com as espécies de árvores, a cada ano novos brotos de bambus (colmos) crescem dos caules subterrâneos (rizomas) para formar as partes aéreas da planta. Esta reprodução vegetativa permite que os rizomas se reproduzam a partir de outros rizomas, sempre conectados entre si. Desta forma, a interconexão faz com que os indivíduos de um mesmo grupo sejam descendentes (clones) do rizoma primordial, mantendo a interdependência e a solidariedade. Nos bambus que crescem em touceira como **Bambusa**, **Dendro- calamus** etc., os colmos nascem todos próximos uns aos outros de forma concêntrica, sem invadir o espaço do outro. De maneira inteligente, os bambus são as plantas com o crescimento mais rápido no planeta Terra, podendo crescer 10cm em um único dia em algumas espécies, e, em outras, com uma velocidade de 22cm por dia, como em **Dendrocalamus giganteus**. Finalmente, outras podem chegar até 120cm dia, como no caso de espécie do gênero **Phyllostachys** (AZZINI et al., 1989). Quando atingem alturas de 10 a 15m, o sombreamento impede o desenvolvimento da vegetação mais baixa que está ao seu redor. Como as raízes, este sombreamento aéreo é um mecanismo competitivo que delimita o seu território.

Paradoxalmente, temos um contraste nestes mecanismos inteligentes dos bambus, pois ao mesmo tempo que os seus novos brotos (colmos) apresentam crescimento vegetativo tão rápido, a sua floração é bastante lenta, fato este que continua misterioso para os estudiosos, pois se trata de algo único e raro no reino vegetal. Segundo FILGUEIRAS (1988), enquanto nos bambus herbáceos a floração é sazonal, como em qualquer outra planta, nos bambus lenhosos a floração é cíclica, ou seja, as plantas crescem vegetativamente por um nú-

mero de anos, depois florescem, produzem sementes e morrem. Para o autor, que estudou durante muitos anos os bambus, o ciclo de floração oscila entre 3 a 120 anos, sendo que a maioria dura entre 15 a 60 anos. Inteligentemente, parece que a floração acontece toda ao mesmo tempo em várias partes do mundo, independentemente da localização geográfica e das condições climáticas, como se houvesse um calendário interno ou um relógio que soa o alarme simultaneamente. O grande problema está na morte após a floração e frutificação, pois os impactos ambientais são grandes no solo e entre os animais. Na floração de algumas espécies asiáticas, a planta deixa de ser comestível, ameaçando a sobrevivência de animais como os pandas.

Nas Américas, algumas espécies morrem após a floração, agravando assim as condições do solo e provocando problemas entre os roedores. Para alguns estudiosos, a mortalidade depois da floração está ligada a um problema fisiológico, pois uma quantidade grande de energia direcionada para as flores e frutos acaba por estressar as demais partes da planta. De qualquer forma, mesmo sabendo que a floração está inteligentemente sobre um restrito controle genético, seu mecanismo bioquímico está longe de ser entendido pela inteligência humana.

Uma inteligência química nos aromas, néctares e essências

Ao longo da história evolutiva, as plantas foram desenvolvendo, além das suas estruturas morfológicas, mecanismos químicos inteligentes que resultaram em odores, com o objetivo de atrair polinizadores ou repelir predadores. Estas substâncias químicas, elaboradas no interior das células e tecidos vegetais, são ora manifestadas nas resinas, nos grupos mais primitivos dos pinheiros e ciprestes (gimnospermas), ora através das estruturas vegetativas e reprodutivas, como nas plantas com flores (angiospermas). Os aromas, os óleos aromáticos e os néctares são elaborações inteligentes das plantas, e, no passado, foram importantes para os processos coevolutivos entre plantas e animais. Mais tarde, com o surgimento da espécie humana, passaram a serem utilizados como perfumes e cosméticos nos rituais religiosos, na produção industrial e comercial, movimentando a economia de povos e nações.

Algumas espécies vegetais selecionam os polinizadores – principalmente os insetos – facilitando ou dificultando o acesso à produção química de

néctar, ou, por sua vez, atraindo os mesmos pelos odores, porém sem oferecer substâncias nectaríferas açucaradas. Segundo SÁ BARRETO & VEIGA JÚNIOR (2005), este processo, conhecido como mimetismo floral, foi observado em espécies do gênero Plumeria, conhecidas popularmente pelo nome de jasmim--manga, pois suas flores perfumadas atraem o inseto pelo odor, porém não produzem néctar. Os mesmos autores comentam, também, sobre o "choro químico", ou seja, as plantas quando agredidas em uma de suas partes liberam substâncias que são captadas por outras plantas ao seu redor, ou por insetos e pássaros, funcionando como um alerta de que há perigo à vista. Experiências mostram que as folhas da macieira (Malus domestica), quando são atacadas por predadores, liberam substâncias voláteis como as fitoalexinas para repelir os diferentes agressores como uma forma de defesa. É verdade que estes mecanismos especializados de defesa foram sendo elaborados durante milhões de anos no processo evolutivo das plantas. Hoje, com o desenvolvimento da química e bioquímica, muitas substâncias contidas nos aromas, óleos e essências das plantas como o linalol, citronelal, geraniol, terpineol, eugenol, mentol, entre centenas de outros, são conhecidas por meio das pesquisas em laboratório e são usadas no controle de doenças, agindo como antimicrobianos, anticonvulsivantes, anticancerígenos, antiparasitários, no controle biológico etc. Aqui, certamente está um mundo a ser mais explorado e melhor conhecido, pois a riqueza da biodiversidade ainda tem muita coisa a ser pesquisada sobre esta forma química e inteligente que as plantas possuem de elaborar e disseminar substâncias simples e complexas voltadas para a defesa, a prevenção, a atração e a aplicação nos múltiplos usos que os animais e os seres humanos lhe dão.

O resgate atual do uso de plantas na homeopatia revela que a química existente nos vegetais pode contribuir para amenizar o sofrimento que as doenças têm causado no ser humano, por meio de mecanismos menos agressivos de muitas substâncias sintetizadas. O comportamento químico inteligente das plantas, que, ao longo de milhares de anos, tem evitado o desaparecimento de inúmeras espécies animais e vegetais, não deixa de ser um paradigma para a inteligência humana, suscitando novas pesquisas e descobertas em prol de uma melhor qualidade de vida.

Heterofilia: um polimorfismo inteligente

O fenômeno denominado em botânica de heterofilia, ou seja, quando no mesmo indivíduo de uma planta encontramos formas diferentes de folhas, é uma manifestação inteligente relacionada com fatores internos e externos. Este polimorfismo foliar pode estar ligado ao genótipo da planta, independente do meio de ocorrência, ou pode ser consequência das condições ambientais de luz, solo, água, predadores etc. Exemplos de polimorfismo genotípico são frequentes no processo de germinação, quando as folhas primárias nascem de forma distintas das folhas que mais tarde serão as secundárias. No feijão comum (Phase**olus vulgaris**), a folha inicial é simples, enquanto as que se desenvolvem posteriormente são compostas, trifoliadas. No entanto, existem inúmeros exemplos de heterofilia que são transformações genéticas de milhares de anos relacionadas com suprimento de nutrientes, proteção, defesa, fixação e camuflagem contra possíveis predadores. Os espinhos, que são folhas metamorfoseadas nos cactos e algumas espécies do gênero **Euphorbia**, são mecanismos relacionados com a defesa, proteção e uma forma de evitar excessiva evapotranspiração. As gavinhas das **Curcubitaceae**, **Convolvulaceae**, entre outras, funcionam como fixação. As bainhas amplexicaules (pseudocaules) das bananeiras (**Musa spp.**) oferecem proteção contra predadores e são mantenedoras de umidade, fluxo de água e nutrientes. Os ascídios, que são filamentos que se prolongam da nervura central das folhas, como nas plantas insetívoras (**Nepenthes, Serracenia**), funcionam como captadores de insetos para suprir deficiência nutricional.

Em **Platycerium alcicorne**, uma samambaia ornamental epífita, existem as folhas assimiladoras que se expandem na superfície saídas de um rizoma preso ao tronco da hospedeira, sendo que, justaposto ao rizoma, ficam outras folhas circulares que o recobrem em forma de ninho, com finalidade de armazenar umidade e recolher nutrientes (FERRI, 1973).

Em se tratando das plantas aquáticas, encontramos exemplos de heterofilias interessantes como em **Ranunculus aquatica**, cujas folhas submersas são divididas em várias partes e cujas folhas flutuantes são pouco divididas, o que também acontece em **Cabomba aquatica**, cujas folhas submersas são multipartidas e as folhas flutuantes são peltadas, orbiculares ou oblongas. Nas folhas da jaqueira (**Artocarpus heterophyllus**), a heterofilia acontece na planta jovem, onde algumas folhas são inteiras e oblongas, e outras são partidas em lóbulos. Ainda que seja uma hipótese a ser comprovada, desconfia-se que tal fenômeno seja um disfarce da planta jovem para evitar a predação por parte de alguns insetos. Certamente estudos futuros verificarão esta hipótese.

No que diz respeito a esta forma inteligente de uma planta imitar a outra, existem alguns exemplos na natureza. MANCUSO (2017) comenta o que acontece com uma espécie de planta ocorrente no Chile (Boquilla trifoliolata), uma trepadeira que modifica suas folhas imitando as folhas da árvore em que trepa. Para o autor, este mimetismo foliar ou está relacionado com a proteção contra o ataque de insetos predadores, ou a mistura com as outras inúmeras folhas seja uma maneira de reduzir a probabilidade de esta ser atacada pelos insetos herbívoros. De qualquer forma, é um mecanismo inteligente para vencer as pressões oriundas de agentes externos. A conclusão a que chegamos é que estudos futuros em genética, fisiologia e controle biológico, certamente, nos trarão enormes subsídios para elucidar os fenômenos inteligentes relacionados com a heterofilia e o mimetismo no mundo das plantas.

Uma forma inteligente de revelar pequenez e grandeza

No mundo das plantas, vamos encontrar grupos que conseguem revelar ao mesmo tempo aquilo que há de pequeno e oculto, com outros traços de grandeza e robustez. Dentre estes, as figueiras ou gameleiras se destacam, pois a pequenez e o ocultamento das flores e frutos convivem com a exuberância avantajada das raízes e troncos. Pertencente ao gênero **Ficus**, da família das Moraceae, as figueiras ou gameleiras são encontradas amplamente nas regiões tropicais, acompanhando a história das civilizações e das religiões, prestando um serviço ambiental ao planeta, interagindo com a fauna, servindo ao ser humano no uso medicinal, alimentício e paisagístico, tanto nos ecossistemas naturais como nos espaços urbanos.

Aos olhos visíveis, impressiona a capacidade inteligente das figueiras de revelar, na sua idade adulta, o vigor e a solidez de suas raízes e troncos na maioria das espécies. Muitas vezes não se percebe que a pequenez de uma semente, deixada por pássaros na copa de outra árvore, germina e cresce com rapidez como um hemiepifitismo, lançando suas raízes

ao solo e progressivamente estrangulando o tronco da hospedeira. Isto ocorre em algumas espécies do gênero Ficus, chamadas de mata-pau. De forma inteligente, talvez, para evitar os mecanismos de predação, as folhas das figueiras são capazes de grandes variações de formas e tamanhos (dimorfismo) entre indivíduos jovens e adultos. Sua fisiologia química produz um látex aquoso ou leitoso servindo de proteção contra agentes predadores. Por outro lado, chama-nos a atenção o mecanismo inteligente de seu sistema reprodutivo sexual, no qual as pequenas flores e frutos se encontram escondidos dentro de inflorescências denominadas de sicônios, popularmente chamados de figos. Segundo CARAUTA & DIAZ (2002), os sicônios são monoicos ou ginodioicos, fechados dentro de um receptáculo, abrigando internamente pequenas flores femininas e masculinas, e possuindo apenas uma minúscula cavidade por onde entram as vespas polinizadoras. Esta pequenez oculta no interior dos sicônios só pode ser conhecida por meio de lupas ou estereoscópios. Somente estes pequenos insetos hymenópteros (vespas) conseguem penetrar nesta estreita cavidade dos sicônios, gerando assim um mutualismo entre a planta e o animal.

No entanto, pesquisas revelam que outros insetos parasitas podem penetrar no interior dos sicônios por este pequeno orifício. Para atrair estes animais, os figos emanam um perfume agradável. Quando não existem as vespas polinizadoras, como acontece no caso de algumas espécies exóticas (Ficus elastica, Ficus lyrata, Ficus benjamina etc.), os figos não formam sementes férteis. A única exceção conhecida é de Ficus microcarpa, cuja vespa chegou ao Brasil depois de décadas, polinizando as flores e produzindo uma grande quantidade de frutos com sementes férteis, transformando-a hoje em uma espécie considerada invasora, ocupando fendas de muros e terraços de edifícios em algumas cidades brasileiras.

O que nos preocupa é que muitas espécies destas inteligentes figueiras como Ficus gomeleira, Ficus hirsuta, Ficus pulchella, Ficus ciclophylla, Ficus pertusa, Ficus mexiae, entre outras, estão sendo ameaçadas de extinção pela destruição progressiva de nossos biomas e ecossistemas, conforme atestam pesquisadores.

Uma inteligência inspiradora de valores

Além das diferentes manifestações de inteligência, o reino vegetal constitui uma fonte de inspiração de valores éticos, ajudando o ser humano a repensar a sua relação com o mundo pois, afinal, ele historicamente tem acompanhado a trajetória civilizatória, servindo não apenas de sustentáculo utilitário e de sobrevivência para as diversas formas de vida, mas, também, como instrumento de investigação científica e inspiração axiológica e contemplativa para as diversas espiritualidades ecológicas. Quando se fala em valores, é importante lembrar aquilo que MANCUSO (2017) afirma sobre a importância que os vegetais exercem sobre a biomassa da Terra, ou seja, as plantas ocupam cerca de 80% do peso de tudo o que vive em nosso planeta. Este dado revela que esta forma de inteligência verde constitui uma fonte de valores inspiradores para outras formas de inteligência existentes.

SIQUEIRA (2008) postulou alguns princípios éticos para o reino vegetal com o objetivo de ajudar a repensar a grandeza da biodiversidade que, teologicamente, é um presente inteligente que o Criador

colocou em nossas vidas para que possamos amar, administrar e cuidar com respeito e dignidade. Destacamos aqui seis desses princípios. O primeiro é da anterioridade, pois, bem antes do surgimento de muitos grupos animais e humanos, as plantas já ocupavam espaços nos diferentes biomas e ecossistemas do planeta Terra, permitindo e favorecendo a expansão e a evolução das diversas formas de vida. No passado remoto, mesmo com as suas estruturas morfológicas e fisiológicas primitivas, as plantas coevoluiram com os animais, proporcionando o surgimento de novos processos adaptativos e cladísticos.

O segundo princípio é o da solidariedade planetária, pois sendo produtor e consumidor, o reino das plantas continua prestando um serviço solidário à evolução da vida em vários sentidos, a saber: produção do oxigênio que respiramos, a absorção do gás carbônico na atmosfera, o sequestro do carbono, a melhoria climática, as pluriversas fontes de alimentação e usos medicinais, a sobrevivência da fauna, a dimensão estética da beleza e ornamentação, entre outras.

O terceiro princípio pode ser denominado de sobrevivência criativa, pois as plantas possuem uma dinâmica inovadora e multifacetada, manifestada inteligentemente nos mecanismos adaptativos, reprodutivos e morfológicos que não podem ser comparados com nenhum outro reino de seres vivos.

O quarto princípio está relacionado com a amplitude e o limite, onde o reino vegetal consegue atingir escalas que se estendem desde a mais ampla territorialidade até o limite dos espaços endêmicos e restritos. Os padrões de distribuição fitogeográfica cosmopolita revelam a enorme plasticidade das espécies, adaptadas para romper as barreiras físicas, climáticas, edáficas e biológicas. Por outro lado, um bom número de espécies vive e ocupa espaços geográficos limitados, por diversos motivos, englobando os endemismos regionais, locais e pontuais. Esta é uma forma inteligente de avançar e recuar diante das mudanças ambientais distintas ao longo da história geológica da vida.

O quinto princípio diz respeito à sustentabilidade responsável, a qual o reino vegetal constitui uma fonte inspiradora de modelos sustentáveis e responsáveis para garantir a sobrevivência do planeta Terra. As múltiplas formas criativas de adaptação e propagação da vida são paradigmas importantes para outras formas de inteligência, tanto a humana como a artificial. A inteligência verde, na medida em que for mais estudada e divulgada, poderá ajudar o ser humano a buscar e construir modelos menos centralizados e mais colaborativos e funcionais, sejam eles tecnológicos ou nanotecnológicos, facilitando os processos e garantindo novos mecanismos de sustentabilidade.

O sexto princípio ético é o da revelação contemplativa, pois a riqueza de formas, cores e detalhes do reino vegetal ajuda a revelar a beleza do mundo. A discreta e silenciosa inteligência das plantas se coloca à disposição da inteligência humana, revelando o seu modo distinto de viver, e mostrando que é possível conviver com a diversidade de maneira solidária, na qual a riqueza das diversas formas de inteligência embeleza e engrandece a natureza e o mundo onde vivemos e convivemos.

Bibliografia

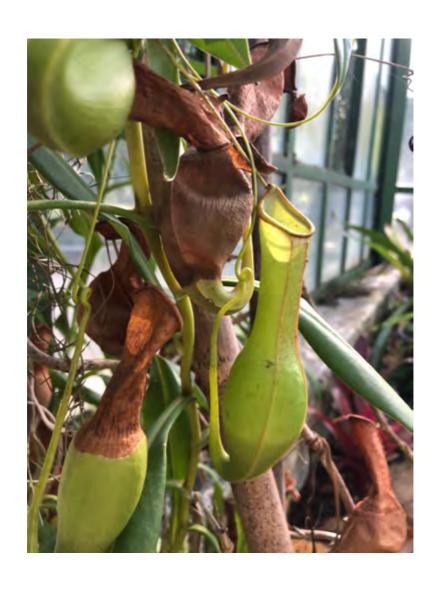
- ABREU MATOS et al. *Plantas Tóxicas: Estudo de fito-toxicologia química de plantas brasileiras*. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2011.
- APPEZZATO DA GLORIA, B. *Morfologia de sistemas subterrâneos. ESALQ/USP*, Ribeirão Preto: A.S.Pinto, 2003.
- AZZINI, A. et al. Velocidade de crescimento dos colmos de algumas espécies de bambu. *O Agronômico*, v. 41, nº 3, Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1989.
- BALUSKA, F. & MANCUSO, S. Plant neurobiology asa paradign shift not only in the plant sciences. *Plant Signaling & Behavior* v. 2, nº 4, 2007.
- BAWA, K.S. Breeding system of tree species of a lowland tropical community. *Evolucion*, v. 28, nº 1, p. 85-92, mar. 1974.

- BARROSO, G.M. et al. *Frutos e Sementes: Morfologia* aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999.
- BRENNER, E. et al. Plant neurobiology an integrated view of plant signaling. *Trends in Plant Science*, v. 2, nº 8, 2006.
- CARAUTA, J.P.P & DIAZ, B.E. *Figueiras no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2002.
- CORDAZZO, C.V. et al. *Guia ilustrado: Plantas das dunas da costa sudoeste atlântica*. Pelotas: USEB, 2006.
- DELEVORYAS, T. *Diversidade nas Plantas.* São Paulo: Pioneira Editora, 1971.
- DI MAIO, R.F. & SILVA, M.B.R. *Espécies ameaçadas de extinção no Município do Rio de Janeiro Flora e Fauna*. Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio, Secretaria do Meio Ambiente, 2000.
- FARMER, E. Ciência revela inteligência das plantas. *Veja*, 10 março, 2014.
- FERRI, M.G. *Botânica: morfologia externa das plantas.* São Paulo: Ed. Melhoramentos, 1973.

- FILGUEIRAS, T.S. A floração dos bambus e seu impacto ecológico. *Eugeniana*. v. 1, nº 5, Nova Friburgo, 1988.
- GODINHO, A. *Botânica Divertida*. São Paulo: Melhoramentos, 1950.
- GIULIETTI, A.M. et al. *Catálogo de Plantas Raras no Brasil.* Belo Horizonte: UEFS, 2009.
- LORENZI et al. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Ed. Plantarum Ltda, 1996.
- MANCUSO, S. *Plant Revolution: Le piante hanno già inventato il nostro futuro*. Firenze-Milano: Giunti, 2017.
- MANCUSO, S. & VIOLA, A. *Verde Brillante: Sensibilitá e intelligenza del mondo vegetale*. Firenze-Milano: Giunti, 2013.
- MARTINELLI, G. & MORAES, M.A. (Orgs.). *Livro Vermelho da Flora do Brasil.* Rio de Janeiro: CNCFlora, JBRJ/ MMA, 2013.
- POTT V.J. & POTT A. *Plantas aquáticas do pantanal*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

- RIZZINI, C.T. & HERINGER, E.P. Underground organs of plants from some southern Brazilian savannas, with special reference to the xylopodium. *Phyton 17*, p. 105-124, 1961.
- RAVEN, H.P. et al. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1976. p. 17-50.
- RONY, S. *Guia de plantas aquáticas*. São Paulo: Aquamazon, 2016.
- SÁ BARRETO, A. & VEIGA JÚNIOR, V.F. *Inteligência vegetal na arte da sedução*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2005.
- SANO, P.T. et al. A importância da conservação de espécies raras no Brasil. *Livro Vermelho da Flora do Brasil: plantas raras do cerrado*. Rio de Janeiro: CNCFlora, p. 16-20, 2014.
- SIQUEIRA, J.C. Direito das Plantas: Princípios éticos para a preservação de espécies raras. *Pesquisas* (*Botânica*), nº 68, p. 407-411. São Leopoldo, RS, 2015.
- SIQUEIRA, J.C. O reino vegetal como paradigma inspirador. *Pesquisas (Botânica)* nº 71, p. 131-134. São Leopoldo, RS, 2018.

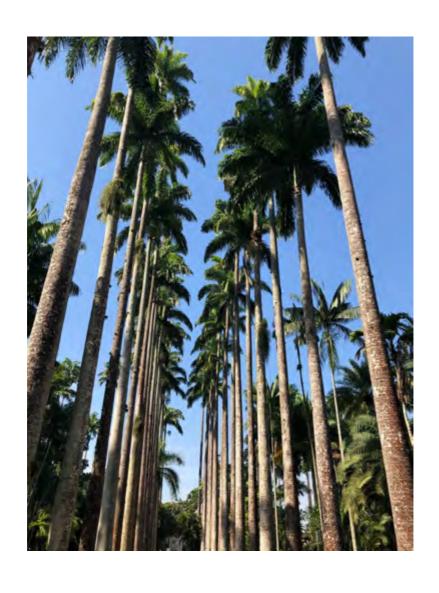
- SIQUEIRA, J.C. *Espiritualidade e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2008.
- SOARES, H.G. Neurobiologia das plantas: uma perspectiva interespecífica sobre o debate. *Rev. Instituto de Estudos Brasileiros*, v. 69, 2018.
- TREWAVAS, A. Aspect of plant intelligence. *Annals of Botany*, v. 92, nº 1, 2003.
- VAN der PIJL, L. *Principles of dispersal in higher plants.* New York: Springer-Verlag, 1982.
- WOHLLEBEN, P. *A vida secreta das árvores*. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.



Planta insetívora – Nepenthes sp. Inteligência adaptativa



Plantas de restinga - Blutaparon portucaloides (A.St.Hil.) Mears. (acima)
Ipomoea pes-caprae (L.) R.Br. (abaixo)
Viver inteligentemente em ambiente de estresse



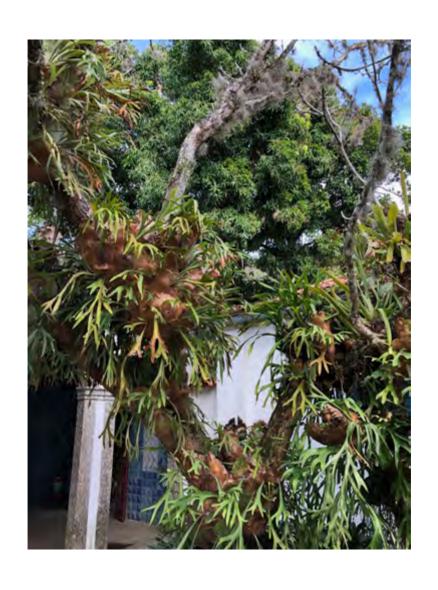
Palmeira-imperial – Roystonea oleracea (N.J.Jacq.) O.F.Cook Crescer inteligentemente sem divisão



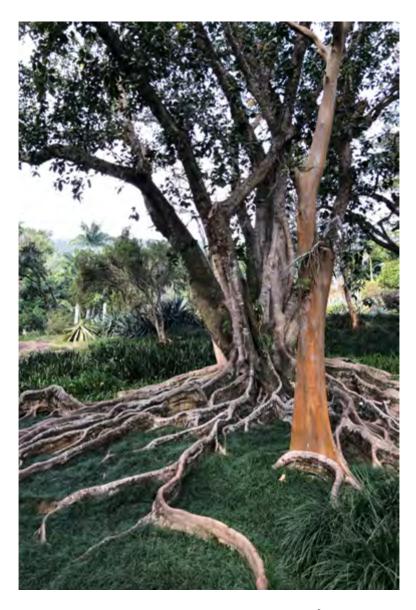
Vitória-régia – Victoria amazonica (Poepp.) J.C.Sowerby Viver de maneira inteligente em águas



Bambu-gigante – Dendrocalamus giganteus Wallich ex Munro Um modo de ser inteligente e singular



Samambaia-chifre-de-veado – Platycerium sp. Polimorfismo inteligente



Figueira – Ficus mysorensis Heyne ex Roth. Uma grandeza inteligente e vigorosa



Papo-de-peru – Aristolochia gigantea Mart et Zuc. Uma inteligência que atua de maneira diferenciada



