

MECANISMOS DESCENTRALIZADOS E INTELIGENTES DAS PLANTAS

Josafá Carlos de Siqueira¹

Recebido 23.12.2020; Aceito 29.01.2021

ABSTRACT

This article aims to discuss the decentralized and intelligent mechanisms of plants, a topic that has been developed in recent years with the emergence of plant neurobiology. Unlike the animal kingdom, plants have decentralized, cooperative, efficient and resilient systems, manifesting a different form of intelligence, observed in evolutionary, physiological, genetic and adaptive processes. The author seeks to exemplify these intelligent mechanisms of plants based on genera and species that occur in biodiversity of plants in the tropics.

Key-words: mechanisms, intelligent, decentralized, plants, neurobiology.

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo discutir os mecanismos descentralizados e inteligentes das plantas, temática que vem sendo desenvolvida nos últimos anos com o surgimento da neurobiologia vegetal. Diferente do reino animal, as plantas possuem sistemas descentralizados, cooperativos, eficientes e resilientes, manifestando uma forma de inteligência distinta, observada nos processos evolutivos, fisiológicos, genéticos e adaptativos. O autor procura exemplificar estes mecanismos inteligentes das plantas a partir de gêneros e espécies que ocorrem na biodiversidade vegetal nos trópicos.

Palavras-chaves: mecanismos, inteligentes, descentralizados, plantas, neurobiologia.

Com o surgimento da neurobiologia vegetal, hoje com alguns laboratórios de pesquisas em vários países do mundo, os resultados têm nos revelado que este modo descentralizado de funcionamento das plantas constitui um mecanismo inteligente distinto de outros seres vivos. No reino animal, com exceção dos celenterados e equinodermos que possuem um sistema nervoso descentralizado, todos os demais são centralizados no cérebro, centro do sistema nervoso que mantém uma articulação com outros órgãos. As plantas, diferentes dos animais, têm características genéticas, morfológicas e fisiológicas distintas, onde os sistemas vitais são articulados, dinâmicos, interativos e descentralizados. Os sistemas celulares e teciduais são independentes e com funções específicas, porém, articulados e funcionais. Mancuso (2020) afirma que as plantas, além de não terem cérebro que desempenha a função de comando central, elas também “são desprovidas de órgãos singulares ou duplos, formado por módulos reiterados com funções não concentradas em órgãos específicos, como ocorrem nos animais, mas difusas pelo corpo inteiro”. Biólogos como Raven *et al.* (1976) dizem que cada célula vegetal é uma unidade independente e autossuficiente, com funções específicas nos referidos agrupamentos teciduais. Mesmo articulados uns com os outros, os tecidos vegetais de crescimento, revestimento, sustentação e condução são independentes, fazendo sua autogestão com grande eficiência. Estes mecanismos descentralizados das plantas são bastante eficientes e resistentes aos impactos internos e externos, capazes

1 Dr. Taxonomia Vegetal e Professor do Departamento de Biologia da PUC-Rio

de encontrar soluções rápidas nos ataques de predadores ou mesmo na ação do fogo. Por estes motivos e outros que autores como Mancuso & Viola (2013) têm atribuído às plantas uma forma distinta de inteligência, onde as pesquisas têm mostrado que elas se comunicam, possuem vida social, resolvem os problemas, possuem estratégias de defesa, proteção e reprodução, e são dotadas de adaptabilidade ambiental. Os estudos de etologia vegetal têm nos últimos anos comprovado a capacidade extraordinária das plantas, ao longo da história geológica da vida, marcada por eras e períodos distintos, onde as plantas evoluíram e se adaptaram através de mecanismos descentralizados e inteligentes, permitindo processos coevolutivos e o surgimento de inúmeras outras espécies (Siqueira, 2019).

Mesmo não possuindo toda a estrutura laboratorial para comprovar estes mecanismos descentralizados existentes nas plantas, como temos hoje, Charles Darwin naquela época já levantava a hipótese de um mecanismo inteligente das plantas, sobretudo no comportamento das raízes. Ousadamente, mesmo enfrentando as críticas de alguns cientistas de seu tempo, o seu filho, Francis Darwin, defendia a ideia da existência de uma forma inteligente das plantas, a partir de observações e experiências laboratoriais. Hoje, diferentemente, os pesquisadores que trabalham com a etologia ou neurobiologia vegetal, possuem dados razoáveis para confirmar a tese que as plantas possuem sistemas descentralizados e inteligentes. Trewavas (2003) afirma que as plantas revelam que são organismos inteligentes, capazes de aprender e tomar decisões diante dos desafios ambientais, demonstrando capacidade para a resolução dos problemas. Baluska & Mancuso (2007) defendem que esta inteligência descentralizada se manifesta no crescimento e desenvolvimento adaptado ao longo da vida dos indivíduos. Brenner *et al.* (2006) definiram a inteligência das plantas como uma habilidade intrínseca de processar informações a partir de estímulos bióticos e abióticos, permitindo a tomada de decisões em relação às atividades futuras em um determinado ambiente. Farmer (2014) apoia na evidência que as plantas emitem sinais elétricos semelhantes a sinapses dos neurônios, enviando informações entre uma célula e outra. Estes sinais elétricos navegam através dos tecidos, resultando em diversas respostas, afetando a expressão dos genes ou ativando os processos bioquímicos.

Para exemplificar esta maneira descentralizada, inteligente e diferenciada das plantas, nada melhor que trazer à memória alguns exemplos já conhecidos e divulgados nos estudos botânicos. Ficamos impressionados como alguns gêneros de plantas desenvolveram mecanismos descentralizados e inteligentes para manter trocas simbióticas com alguns insetos, oferecendo casa e comida em troca de segurança contra agentes predadores de folhas, flores e frutos, como nos gêneros *Cecropia* Loefl., *Triplaris* L. e *Tococa* Aubl.. Outras vezes pela capacidade de suas células em sintetizar substâncias químicas com objetivo, entre outros, de demarcar seu território, como nos gêneros *Anacardium* L., *Schinus* L., *Myracrodruon* M. Allemão, *Podocarpus* Labill. etc, inibindo o crescimento de outras espécies ao seu redor. Quando se contemplam os processos adaptativos, sobretudo em ambientes de escassez e abundância, são inúmeros os exemplos que englobam espécies, gêneros e famílias. Em alguns ecossistemas como as restingas, espécies como *Blutaparon portulacoides* (A. Saint-Hil.) Mears possuem mecanismos inteligentes de adaptação nestes ambientes de estresse, onde seus caules, ramos e folhas suculentas acumulam água e sal, além de suportar as ondas de ressacas, os ventos permanentes, a movimentação das areias, a forte intensidade luminosa e as variações de temperatura. Em espécies do gênero *Hydrocotyle* spp. as abundantes raízes secundárias fasciculadas em todos os nós, possibilita a 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. Na conhecida salsa-da-praia, *Ipomaea pes-caprae* (L.) Sweet, os longos ramos crescem em direção ao mar, além de exercer um papel importante na fixação da areia, mecanismo este também encontrado no capim-de-areia, *Paspalum vaginatum* Sw., uma gramínea ocorrente nas dunas e restingas. Possui rizomas e estolões com denso sistema radicular, resistindo às fortes marés. Ainda nestes ambientes de estresse, uma outra gramínea se destaca, o capim-salgado, *Spartina ciliata* Brongn., que segundo Cordazzo *et al.* (2006), a forma cespitosa com hastes densamente agrupadas e flexíveis é uma adaptação aos ventos fortes, além de outros detalhes adaptativos como: o enrolamento longitudinal das folhas para evitar a transpiração excessiva; a existência de glândulas que eliminam o excesso de sal; e o sistema fotossintético tipo C4, permitindo que ela cresça em situação de altas temperaturas e baixa disponibilidade de água. Se olharmos no sentido oposto, ou seja, de plantas que vivem em ambientes de abundância de água, como as plantas aquáticas, também vamos encontrar inúmeros exemplos de mecanismos adaptativos, descentralizados e inteligentes, como em espécies dos gêneros *Pistia* L., *Salvinia* Ség., *Azolla* Lam., *Eichhornia* Kunth, *Typha* L., *Nymphaea* L., *Nelumbo* Adans, *Victoria* Lindl. etc. Tomemos apenas duas espécies: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms e *Victoria amazonica* (Poepp.) J.C.Sowerby. A primeira consiste no mecanismo inteligente de crescer rapidamente pela reprodução vegetativa por meio de estolões, com grande capacidade de se autoclonar, interagindo de maneira positiva e negativa com o meio ambiente, pois se de um lado suas raízes servem de alimento e desova para os peixes, filtrando a matéria orgânica, despoluindo as águas e gerando biogás e energia elétrica, por outro, a planta cresce rapidamente em águas contaminadas com metais pesados, cobrindo a superfície e poluindo lagoas, praias e rios, dificultando muitas vezes as embarcações. A segunda, conhecida popularmente por vitória-régia, possui lindas folhas arredondadas com bordas voltadas para cima, com poros minúsculos que evitam o acúmulo de água de chuva, além do desenvolvimento de espinhos de proteção na parte basal do limbo foliar. Seus botões de flores, antes de se abrirem, ficam submersos, pois somente quando maduros é que emergem na superfície, abrindo suas belas flores. Inteligentemente, após a polinização cantarófila, as pétalas se fecham e submergem na água para amadurecer os seus frutos.

A vivência evolutiva em ambientes complexos como os manguezais, onde se misturam águas doce e salgada, movimento das marés e instabilidade do solo, fez com que inteligentemente algumas espécies desenvolvessem mecanismos de sobrevivência, como é o caso de *Rhizophora mangle* L.. A germinação das sementes de forma precoce, quando ainda estão presas na planta mãe, onde o eixo hipocótilo-radícula se desenvolve antes que a semente caia da árvore-mãe e venha a se fixar no solo pantanoso, antes da dispersão, é um mecanismo adaptativo extraordinário. O enrolamento das folhas da samambaia *Selaginella convoluta* (Arn.) Spring., condicionado pela falta de água no solo, evitando assim a desidratação dos tecidos e das células, voltando a se desenrolar quando houver disponibilidade hídrica, é um mecanismo relacionado com sistema descentralizado, inteligente e resiliente. Por que não lembrar também de uma espécie das caatingas, *Cavanillesia arborea* (Willd.) K.Schum., que, condicionada pelas condições climáticas e hídricas do bioma, desenvolveu evolutivamente dois mecanismos inteligentes de sobrevivência. O primeiro consiste em manter uma reserva de água no caule para garantir o funcionamento de suas funções vitais durante os períodos de escassez de água no solo. O segundo é germinar a semente no interior do fruto antes da dispersão. Após a germinação e expansão dos cotilédones, o fruto mantém-se integro sem entrar em putrefação, apenas com uma abertura pela qual emerge a plântula em

desenvolvimento, quando a mesma tiver que alcançar o solo após a dispersão (Barroso *et al.*, 1999). Estruturas descentralizadas e funcionais permitem também que algumas plantas possam suprir suas carências de nutrientes no solo, modificando suas folhas ou emitindo pelos longos e pegajosos para a captura de insetos, como nos gêneros *Sarracenia* L., *Nepenthes* L., *Drosera* L., *Darlingtonia* Torr., *Dionaea* Sol ex. J. Ellis, etc. Outras vezes, adaptando-se ao estresse hídrico, às variações de temperatura, aos ventos e alta radiação solar, como algumas bromélias (*Tillandsia* L., *Alcantarea* (É. Morren ex Mez) Harms, *Aechmea* Ruiz & Pav., *Cryptanthus* Otto & A. Dietr. etc), que absorvem água e nutrientes do ar, ou conservam no fundo das rosetas das folhas as águas oriundas das chuvas ou orvalho. Sistemas descentralizados, cooperativos, funcionais e eficientes estão presentes no mundo das plantas, pois mesmo sem um sistema de controle central, os tecidos celulares estão articulados uns com os outros, permitindo a funcionalidade vegetativa e reprodutiva. Um caso também a ser lembrado são as palmeiras, pois a coesão das raízes cabeleiras, que, além de retirar do solo água e sais minerais, sustentam os alongados estipes verticais. 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, altamente eficiente. Outro exemplo de funcionalidade articulada e eficiente são os bambus, pertencentes à subfamília Bambusoideae. Suas touceiras de raízes crescem rapidamente, ocupando os espaços mais rasos e profundos do solo, sugando água e nutrientes e delimitando espaço, pois muitas vezes outras espécies não se desenvolvem ao seu redor. A sua reprodução vegetativa permite que os rizomas se reproduzam a partir de outros rizomas, formando touceiras como nos gêneros *Bambusa* Schreb., *Dentrocalamus* Nees etc, cujos colmos nascem todos próximos uns aos outros de forma concêntricas. Seu rápido crescimento vegetativo se contrasta com sua floração que demora vários anos, podendo oscilar entre 3 a 120 anos, sendo que a maioria dura entre 15 a 60 anos (Filgueiras, 1988). Ao que parece, o mais curioso é 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 ou relógio que soa o alarme simultaneamente. Todos estes exemplos revelam que os mecanismos descentralizados das plantas funcionam perfeitamente, caracterizando como uma maneira inteligente de viver de forma criativa, diversificada e adaptativa. Funcionar e resolver os problemas e desafios de maneira cooperativa, interativa e eficiente está no modo de ser e viver das plantas.

Para Mancuso (2017), 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. Isto acontece porque o reino vegetal não é centralizado, sendo, portanto, mais flexível, funcional, eficiente e adaptativo. Assim, este sistema descentralizado, cooperativo e funcional das plantas poderá inspirar a construção de modelos menos descentralizados nas inúmeras atividades humanas, sobretudo em situação de resiliência e mudanças socioambientais. Esta forma inteligente das plantas permite uma sadia convivência com a diversidade biológica, onde formas e hábitos distintos compartilham espaços e maneiras diferentes de viver, como acontece em alguns biomas, a exemplo da mata atlântica, onde em pequenos espaços geográficos, encontramos várias espécies vivendo, competindo, compartilhando suas diferenças entre as espécies, e formando alianças cooperativas. Isto não deixa de ser um paradigma para o nosso mundo humano, social e ambiental, onde a convivência com as diferenças enriquece o pluriverso cultural e permite que cada ser

possa afirmar o seu modo distinto de ser e conviver solidariamente. Finalmente, não podemos esquecer que estes mecanismos descentralizados, articulados, inteligentes, funcionais e adaptativos das plantas poderão servir de inspiração para a inteligência artificial, criada pelos seres humanos para atender algumas de suas necessidades e apoiada, na maioria das vezes, em sistemas centralizados em software e hardware. Mancuso (2020) afirma que a própria internet é semelhante ao modo de funcionamento das plantas, ou seja, descentralizada, difusa, com inúmeras ligações idênticas e repetitivas, e sem órgãos especializados. A pergunta que se levanta para o futuro é a seguinte: poderão os sistemas descentralizados, como das plantas, servir como paradigma para atender as demandas e estratégias humanas de defesa, proteção, comunicação e resiliência, à luz das novas tecnologias? Temos um mundo a ser melhor conhecido e explorado, onde as tecnologias no futuro certamente poderão também se apoiarem em outros paradigmas distintos daqueles que já conhecemos e praticamos. Com o desenvolvimento das pesquisas na área da neurobiologia vegetal, um novo olhar sobre o reino vegetal passa a ser contemplado, superando os preconceitos, a visão puramente funcionalista e as leituras poéticas e lúdicas do mundo das plantas, que muitas vezes ignoram a existência de uma outra forma de inteligência presente na natureza, apoiada em evidências científicas. Não podemos esquecer que esta forma descentralizada e inteligente das plantas evoluiu e sobreviveu ao longo da história geológica da vida, rompendo algumas barreiras de extinção no período Permo-Triássico, e evoluindo no Cretáceo com o surgimento das angiospermas, que hoje constitui a grande riqueza da biodiversidade tropical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALUSKA, F. & MANCUSO, S. 2007. Plant neurobiology as a paradigm shift not only in the plant sciences. *Plant Signaling & Behavior*, v. 2, n.4.
- BARROSO, G.M. *et al.* 1999. *Frutos e Sementes: Morfologia aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas*. Viçosa, MG., UFV.
- BRENNER, E. *et al.* 2006. Plant neurobiology an integrated view of plant signaling. *Trends in Plant Science*, v.2, n.8.
- CORDAZZO, C.V. *et al.* 2006. *Guia ilustrado: Plantas das dunas da costa sudoeste atlântica*. Pelotas, RS, USEB.
- FILGUEIRAS, T.S. 1988. A floração dos bambus e seu impacto ecológico. *Eugeniana* v.1, n.5.
- MANCUSO, S. & VIOLA, A. 2013. *Verde Brillante: Sensibilità e intelligenza del mondo vegetale*. Giunti, Firenze-Milano.
- MANCUSO, S. 2017. *Plant Revolution: Le piante hanno già inventato il nostro futuro*. Giunti, Firenze-Milano.
- MANCUSO, S. 2020. *A nação das Plantas*. Ed. Pergaminho, trad. Portuguesa.
- RAVEN H.P. *et al.* 1976. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabana.
- SIQUEIRA, J.C. 2019. *Inteligência Verde*. Ed. PUC-Rio, Rio de Janeiro.
- TREWAVAS, A. 2003. Aspect of plant intelligence. *Annals of Botany*, v. 92, n.1.