

# “Mas de que te serve saber botânica?”

ANTONIO SALATINO<sup>I</sup> e MARCOS BUCKERIDGE<sup>II</sup>

## *De scientia amabilis a scientia neglecta*

A FRASE no título do presente texto é extraída de *Uma lição de botânica*, a última peça teatral de Machado de Assis, publicada em 1906. Na sociedade da época, mostrar conhecimentos sobre botânica era elegante e demonstração de bom gosto. Tanto Pedro I quanto seu filho, Pedro II (imperadores do Brasil), interessavam-se por plantas. Tornaram-se mecenas do monumental trabalho de naturalistas europeus, como Carl Friedrich Philipp von Martius, cujas expedições e pesquisas renderam, entre outras notáveis contribuições científicas e artísticas, uma das obras botânicas mais importantes do mundo, a *Flora Brasiliensis*. Os dois monarcas demonstravam predileção pela guapeba (*Chrysophyllum imperiale*, Sapotaceae), espécie frutífera atualmente sob ameaça de extinção. O epíteto *imperiale* é alusivo aos cuidados dedicados à guapeba pelos dois imperadores, que enviaram espécimes para cultivo a vários jardins botânicos do mundo (Foyos, 2016). Até o início do século XX, a botânica era reconhecida como *Scientia amabilis*, desde os tempos de Carolus Linnaeus (século XVIII), que foi o criador do termo.

Na atualidade, grande parte das pessoas que passam pelos ensinamentos fundamental e médio vê a botânica de modo diferente. Ela é encarada como matéria escolar árida, entediante e fora do contexto moderno. Se perguntássemos a alguém se o aprendizado de botânica é necessário, a resposta possivelmente seria algo parecido com o título deste texto.

De *Scientia amabilis*, a botânica lamentavelmente passou à condição de ciência descartável. A carga de preconceito é tão grande em relação à botânica que alguns autores de textos didáticos escolhem o título “Biologia Vegetal” (Raven et al., 2014), em vez de “Botânica.”

### **Cegueira botânica**

Imaginemos uma foto típica da savana africana, mostrando árvores, arbustos, gramíneas e girafas. Se apresentássemos essa foto a uma pessoa escolhida aleatoriamente e perguntássemos o que se vê na foto, provavelmente ela diria: “girafas”. A probabilidade de que ela mencionasse as plantas na foto seria mínima. No entanto, não apenas elefantes, girafas, gnus, hipopótamos, rinocerontes e zebras são seres interessantes na savana africana. Por exemplo, as folhas de acácias (como as de *Acacia cornigera*, Leguminosae) são alimento não só de girafas, mas também de elefantes. Os enormes espinhos que elas possuem surpreen-

dentemente não são um problema para as girafas nem para os elefantes. Porém, no interior dos espinhos, reproduzem-se formigas mutualistas muito agressivas (por exemplo, *Pseudomyrmex ferruginea*, Formicidae), que podem causar forte irritação na mucosa da tromba dos elefantes (Goheen; Palmer, 2010). Portanto, a conotação formada ao olhar a foto mencionada acima e acreditar que a única coisa perceptível são girafas falha no sentido de não compreender que a girafa só aparece na foto porque as plantas existem.

Parece ser uma característica da espécie humana perceber e reconhecer animais na natureza, mas ignorar a presença de plantas. Não só nas escolas, como também nos meios de comunicação e no nosso dia a dia, pouca atenção damos às plantas. Tal comportamento tem-se denominado negligência botânica. Nós interpretamos as plantas como elementos estáticos, compondo um plano de fundo, um cenário, diante do qual se movem os animais. Em suma, nos tornamos portadores do que se denominou cegueira botânica. Wandersee e Schussler (2002) criaram o termo e o definiram como: a) a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no nosso cotidiano; b) a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas; c) achar que as plantas são seres inferiores aos animais, portanto, imerecedores de atenção equivalente.

Retornando à hipotética situação comentada acima sobre uma foto da savana africana, e chamando a atenção para o item *b* do parágrafo anterior, a maioria das pessoas não se dá conta da interessante arquitetura das acácias africanas, que têm sido reproduzidas em imagens de rara beleza (Depositphotos, 2016).

Segundo Wandersee e Schussler (2002), a cegueira botânica tem origem na neurofisiologia. Na percepção visual, o olho humano gera dez milhões de bits de dados por segundo; desse total, o cérebro extrai cerca de 40 bits na mesma unidade de tempo; a quantidade de dados que é finalmente processada é de 16 bits por segundo. Portanto, somente 0,00016% dos dados produzidos nos olhos é processado, com prioridade para aspectos como movimento, padrões salientes de cores, elementos conhecidos e seres ameaçadores. As plantas são estáticas, não se alimentam de humanos e confundem-se com o cenário de fundo, tendendo a ser ignoradas no processamento cerebral, a não ser que estejam em floração ou frutificação. Segundo essa visão, a cegueira botânica seria uma condição *default* de humanos.

Há, no entanto, outras hipóteses que podem explicar a cegueira botânica. Ainda que o processamento das informações no cérebro humano seja um fator importante, os fatores culturais são de grande importância também. Macacos como o bugio, por exemplo, se alimentam de folhas. Como eles sabem quais folhas podem comer? Eles provavelmente aprendem com os pais, e para encontrar comida e alimentar a família quando se tornam adultos têm que aprender a ficar atentos para as formas e cores das folhas. Como nós já estivemos sobre as árvores e temos um cérebro com “software” similar, certamente temos a capacidade de desenvolver a observação das plantas se necessitarmos. O problema é que

no mundo urbanizado em que vivemos a maioria das folhas, frutos, sementes e raízes com as quais temos contato chegam até nós no supermercado. Muitos de nós não se dão conta de que reconhecemos essas partes da planta. Mas ao ver, por exemplo, uma bela mandioca na gôndola do supermercado, o processo de semiose não nos leva no sentido de imaginar a planta que produz aquela raiz, mas sim um prato de mandioca frita. Ao tomar uma cerveja, não idealizamos a planta de cevada e do lúpulo; tampouco pensamos numa planta de guaraná ao tomar o refrigerante. Isso sugere que em um ambiente altamente urbanizado a oferta dos produtos industrializados, ainda que seus rótulos muitas vezes representem desenhos ou esquemas da planta que origina o tal produto, deve ter um papel fundamental no processo de estabelecimento da cegueira botânica.

Além disso, há também uma predileção por mostrar exemplos com animais tanto no ensino como na mídia, o que exacerba ainda mais o processo de cegueira botânica. A esse viés têm-se dado os nomes zoocentrismo e zoochauvinismo. Para alguns autores, em vez da cegueira botânica, a verdadeira causa da antipatia pela botânica e do reduzido interesse das pessoas por biologia vegetal seria a combinação de negligência botânica e zoocentrismo (Hershey, 2002).

É notório o acentuado viés no modo de enxergar e estudar a natureza por parte da maioria dos estudantes, professores e até mesmo de autoridades no ensino de Biologia (Figura 1). Por exemplo, Flannery (1991) admitiu que se interessa mais por animais do que por plantas: “Eu simplesmente não dou a elas suficiente consideração... Creio que este é um problema que eu divido com muitos dos professores de biologia... Nós estamos muito mais interessados em animais. Eles reagem, se movem, e mesmo pensam... eles são mais parecidos conosco” (Tradução dos autores). Nesse caso, é notória a ignorância da autora sobre botânica, pois as plantas reagem e se movimentam. Poucos sabem, mas as plantas são, sim, parecidas conosco em vários aspectos.

Muitas pessoas sabem que o kiwi (*Apteryx haastii*, Apterigidae) é o animal símbolo da Nova Zelândia. Porém, poucas pessoas sabem que uma samambaia-de-árvore, a *Cyathea dealbata* (“silver-fern”; Cyatheaceae) é outro símbolo do país. Uma imagem de “silver-fern” aparece obrigatoriamente nos uniformes das seleções nacionais de qualquer esporte da Nova Zelândia. Qual a proporção de pessoas que sabem a qual planta corresponde a folha que está na bandeira do Canadá,<sup>1</sup> e que árvore se vê na bandeira do Peru?<sup>2</sup> Quantos brasileiros sabem qual a árvore símbolo do Brasil?<sup>3</sup> São numerosos os produtos que contêm alginatos, polissacarídeos derivados de algas, como diversas espécies de *Laminaria* (Phaeophyceae). Entre os produtos de nosso dia a dia, incluem-se sorvetes, cerveja, iogurtes, massas para bolos e tintas para tecidos. Os alginatos são utilizados também na indústria farmacêutica (Food Ingredients Brasil, 2013).

A consequência da cegueira botânica (ou como, admitem alguns, o zoocentrismo e a negligência botânica) é que o ensino de Biologia, no Brasil e em outros países, encontra-se num círculo vicioso. Muitos professores tiveram



Esses são apenas alguns dos aspectos mais gritantes, mas há inúmeros outros setores que são importantes para a sociedade moderna que ficarão seriamente prejudicados se o grau de cegueira botânica se mantiver em crescimento.

A pergunta é: até que ponto a ignorância gerada pela cegueira botânica irá influenciar negativamente a tomada de decisões e políticas públicas no Brasil?

Diante do quadro atual, caracterizado por professores que não se sentem confortáveis ao apresentar conteúdos de botânica, alunos que se entediam e se desinteressam pelo assunto, aliado ao baixo (ou nulo) aproveitamento no aprendizado da matéria, a posição da botânica nos ensinos fundamental e médio certamente é muito precária. Uma vez que professores e alunos não se interessam por botânica, e muito pouco (ou nada) se aprende sobre a matéria, autoridades em ensino médio e fundamental possivelmente raciocinam que melhor seria eliminá-la de vez dos currículos.

É importante salientar que a presente reflexão não constitui uma atitude corporativa de botânicos empenhados apenas em valorizar o seu objeto de estudo. Na verdade, o que está em jogo é o impacto sobre a sociedade, que depende da qualidade do ensino de Biologia, que não pode prescindir de temas fundamentais sobre os organismos que predominam em número e massa nos ecossistemas e que estão na base das cadeias alimentares. No ensino, a consequência da negligência botânica (geralmente não intencional) é a apresentação desequilibrada e enviesada da biologia (National Research Council, 1992). Em última análise, todos perdemos: a) perdem os alunos, pois acabam tendo um ensino de biologia mutilado; b) perde a sociedade, pois a plena formação em ciências é importante para os profissionais e cidadãos em geral, principalmente na época atual, na qual questões como mudanças climáticas e ambientais exigem forte conscientização e colaboração de toda a humanidade; c) perde a ciência, pois a bagagem de conhecimentos oriunda dos ensinos fundamental e médio influi sobremaneira na atitude e tomada de decisões dos pesquisadores.

Tentar resolver o problema do deficiente ensino de Botânica simplesmente eliminando a matéria dos currículos certamente não seria a melhor solução. Mal comparando, equivaleria a propor a erradicação da tuberculose matando-se os portadores da doença.

Diante do exposto, é urgente pensar em metas de curto, médio e longo prazos, que consigam mudar a imagem que prevalece na mente de grande parte das comunidades discente e docente ligadas à biologia.

### **Metas de curto e médio prazos**

#### ***Atividades de campo e laboratório***

Não é comum professores de ensino fundamental e médio ministrarem aulas práticas de Botânica, embora muitas escolas disponham de instalações que possibilitem tais atividades. Não há recurso mais poderoso para conquistar a atenção de alunos de ciências do que a programação de atividades práticas no

campo e em laboratório (Neris, 2013). Além do aspecto lúdico que essas atividades propiciam, os experimentos de laboratório e observações na natureza (ou hortos e jardins botânicos) propiciam a participação ativa dos alunos, que executam os experimentos frequentemente de modo prazeroso. A utilização de plantas em aulas de laboratório tem várias vantagens, como disponibilidade ampla e fácil, além de não impor limitações de natureza ética.

Docentes do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo têm oferecido cursos para professores de Biologia, apresentando propostas e propiciado treinamento em experimentos viáveis e simples, praticamente sem riscos de acidentes, utilizando recursos baratos e de fácil aquisição pela população em geral. Da experiência de vários anos ministrando esses cursos, resultou um livro (Santos et al., 2012) com propostas e protocolos de experimentos aplicáveis aos ensinamentos fundamental e médio. Há outras publicações similares, voltadas a atividades de campo e laboratório para o ensino de botânica (Barreto, 2011; Bittencourt, 2013).

Reprodução sexuada é um assunto que suscita curiosidade e interesse entre os jovens. Não se deveria perder a oportunidade de explorar o tema com o manuseio de plantas em laboratório. Estrutura floral e reprodução de angiospermas pode ser um eficiente recurso para elevar o nível de interesse de alunos por botânica. Apesar de estrutura floral, polinização e reprodução fazerem parte do conteúdo de Botânica previsto no ensino médio (são itens da lista de pontos de exames vestibulares no Brasil), a experiência tem revelado que grande parte dos alunos que ingressam em várias carreiras na Universidade de São Paulo desconhecem aspectos básicos de reprodução sexuada de angiospermas. Por exemplo, alguns admiram-se ao aprender que as flores possuem óvulos. Não é difícil mostrar aos alunos óvulos e grãos de pólen de algumas flores, como as de lírio-amarelo (*Hemerocallis fulva*, Liliaceae). Em microscópio, é fácil observar grãos de pólen, verificar a sua germinação e a formação de tubos polínicos (Santos et al., 2012). Uma bela imagem de uma secção longitudinal de ovário de maracujá (*Passiflora* sp., Passifloraceae) está disponível *online* (Study.com, 2016). A comparação entre essa imagem e a de uma secção de fruto de maracujá pode facilmente esclarecer a relação entre óvulos e sementes. Uma vez feitas as necessárias ressalvas que óvulos de plantas e de animais são entidades diferentes, acreditamos que a origem de sementes a partir de óvulos fertilizados deveria ser parte da cultura geral dos cidadãos.

## **Valor cultural e econômico das plantas**

### ***Valor cultural***

Na atual proposta de reformulação do ensino fundamental e médio (<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conheca>), realça-se a importância da interdisciplinaridade. Os autores do documento atual parecem ter se esquecido de que o ensino de Botânica pode ser associado à geografia, à história, à sociologia, à climatologia, à agricultura, aos alimentos, aos remédios etc.



O valor que os indígenas davam às plantas é refletido nas lendas sobre a origem de diversas espécies nativas. Lendas e mitos são temas que fascinam as pessoas. Como recursos paradidáticos, os mitos indígenas sobre a origem de plantas nativas podem despertar a simpatia e o interesse de crianças e jovens por plantas em geral e demonstrar aspectos da cultura e modo de interpretar a natureza das populações pré-colombianas. Diversos sítios da internet disponibilizam lendas sobre a origem de espécies nativas, como a mandioca, o guaraná e a vitória-régia, além de exóticas, como o café, o chá e o milho. Sobre esta última planta, há várias lendas de indígenas do Brasil e da América do Norte. Em diversas dessas lendas, aspectos da morfologia e outras características das plantas são realçados (Box 1). Por exemplo, na lenda sobre a vitória-régia, está implícita a semelhança entre a flor e uma estrela. A lenda sobre o guaraná fundamenta-se na semelhança entre o olho humano e a semente negra com o típico arilo branco. Na lenda da mandioca, é realçada a cor branca das raízes. As lendas sobre o café e o chá enfatizam o efeito estimulante de ambas as plantas. Desse modo, as lendas contribuem para o conhecimento não só de plantas úteis, mas também de algumas de suas características.

### **Lendas indígenas sobre a origem de plantas**

**Box 1**

#### *Vitória-régia*

O deus Lua raptava jovens índias e transformava-as em estrelas. Naiá se apaixonou pelo deus. Não via a hora de ser chamada. Não comia nem bebia, só ficava contemplando o astro. Numa noite de luar, Naiá viu o reflexo de Lua e pensou que o deus tinha vindo banhar-se. Mergulhou em sua busca e morreu afogada. Lua comoveu-se e transformou Naiá em uma estrela diferente das outras: uma estrela da água, ou seja, a vitória-régia e sua flor (Figura 2).

#### *Guaraná*

De um casal de Maués, no Amazonas, nasceu um menino, que cresceu bonito e admirado. Jurupari ficou com inveja. Um dia, o menino saiu para coletar frutos. Jurupari, na forma de uma serpente, o matou. Tupã enviou mensagem à mãe do garoto, dizendo que ela deveria enterrar os olhos do filho morto. Do local onde os olhos foram enterrados, nasceu uma planta com frutos que pareciam olhos humanos. De suas sementes, os índios obtinham uma bebida que os tornava fortes e valentes (Figura 3).

#### *Mandioca*

Uma jovem tupi deu à luz uma menina muito branca. Chamava-se Mani e era muito querida por todos. Mas Mani adoeceu e morreu ainda pequena. Seguindo a tradição da tribo, a menina foi sepultada no interior da própria oca. Depois de alguns dias, do local onde Mani foi sepultada, nasceu uma planta. Internamente, suas raízes eram brancas como Mani e forneciam abundante alimento para a tribo. A planta recebeu o nome manioca (casa de Mani) (Figura 4).



Figura 2 – O deus Lua converteu a jovem índia, morta no rio, em uma estrela das águas – a flor da vitória-régia.



Figura 3 – Selo sobre a lenda do guaraná. São mostradas a mãe e o menino maué, o deus mau Jurupari, sob a forma de uma serpente, e frutos do guaraná, semelhantes aos olhos do menino.



Figura 4 – Selo sobre a lenda da mandioca. São mostradas a menina Mani morta, no colo da mãe, ao lado de uma planta de mandioca; junto às raízes, a imagem de Mani sepultada.



### *Valor econômico e histórico*

É evidente o valor econômico de plantas como o trigo, o arroz, o milho, o feijão e a soja. As três primeiras são as culturas agrícolas mais importantes do planeta e sustentam a civilização hoje. No entanto, a maioria dos jovens no Brasil conhece essas plantas apenas como produtos encontrados nas prateleiras de supermercados.

Ao longo da maior parte da história, a população humana manteve estilo de vida rural, dependendo da agricultura e caça para a sobrevivência. Em 1800, 97% da população humana viviam no campo. Em 1900, essa proporção ainda era de 86%. Em 1950, a população rural caiu para 70%. Pela primeira vez na história, o equilíbrio entre populações urbanas e rurais estabeleceu-se em 2008 (People & the Planet, 2012). Em alguns países, a proporção de habitantes em cidades é muito acentuada. Em 2010, a população urbana no Brasil já havia atingido 84% (IBGE, 2016). Cada vez menos pessoas envolvem-se diretamente na produção de alimentos, embora a produção agrícola e agropecuária cresça continuamente. O contínuo êxodo rural vem reduzindo a interação das pessoas com as plantas e acentuando os efeitos da cegueira botânica. Ao contrário, populações do campo, afastadas das regiões urbanas, tendem a conhecer e valorizar mais as plantas. Um exemplo a esse respeito são as pequenas populações que vivem no parque estadual do Jalapão (leste do estado de Tocantins), com pouco contato com regiões urbanas. Coerentemente aos nossos argumentos, seus habitantes mostram poucos sinais de cegueira botânica, pois possuem elevado grau de saber tradicional sobre as plantas, não raro coerente com o conhecimento científico (Viana, 2013).

Para minimizar os efeitos do distanciamento das pessoas em relação às plantas, um recurso é a referência a espécies que tiveram notável influência na história das nações e ainda têm grande importância ornamental, medicinal e econômica. A obra de Laws (2010) trata sucintamente sobre o histórico de 50 espécies de plantas importantes na história da civilização. Um exemplo é a tulipa, que se originou na China (não na Holanda, como em geral se presume). Os turcos otomanos conseguiram o monopólio do comércio da planta. Bulbos de tulipa foram enviados da Turquia à Holanda em 1593, tornando-se mais tarde a flor nacional deste último país. Os eucaliptos (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae) merecem destaque por sua importância no desenvolvimento e na economia brasileira (Box 2). São espécies exóticas, nativas da Austrália, mas atualmente o Brasil é o maior produtor de madeira de eucalipto do mundo. É utilizada no estado de São Paulo para produção de papel e celulose, e em Minas Gerais para alimentar os altos-fornos das siderúrgicas. Além disso, o eucalipto tem muitas outras utilidades, inclusive medicinal. Na Austrália, folhas de cerca de 30 espécies de eucalipto constituem a dieta de uma das espécies consideradas “carismáticas”, o coala (*Phascolarctos cinereus* (Goldfuss, 1817), Phascolartidae).

## O eucalipto no Brasil

Box 2

Não há uma data precisa da introdução do eucalipto no Brasil. Sabe-se que em 1868 o tenente Pereira da Cunha plantou exemplares na Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro. Porém, Osório Duque Estrada (poeta e autor da letra do hino nacional brasileiro) declarou que na propriedade de seu pai, na Gávea (Rio de Janeiro), havia exemplares de *E. globulus* de enorme porte, com pelo menos 20 anos de idade, o que conduziu à introdução do eucalipto no Brasil a 1855 (Bertola, 2016). Por outro lado, a introdução da silvicultura do eucalipto no Brasil ocorreu décadas depois, motivada pelo crescimento do transporte ferroviário no país.

O transporte de café e outras mercadorias sobre lombo de burros e mulas era caro e não permitia a integração entre mercados, o que impossibilitava a industrialização no Brasil. Com início de implantação na década de 1850, as ferrovias promoveram notável impulso na economia do Brasil. Em consequência, o custo do transporte tornou-se um terço menor, o mercado interno expandiu-se, aumentou a produção agrícola e o país finalmente pôde industrializar-se. Segundo André Villela, professor da FGV, “é difícil exagerar o impacto das ferrovias sobre a economia brasileira na virada do século XIX para o XX” (citado por Cariello, 2016). O crescimento da malha ferroviária no Brasil, que passou de 1.000 km no início da década de 1870 para 26.000 km em 1914, exigia madeira de vegetação nativa em escala crescente. Deve-se à Companhia Paulista de Estradas de Ferro e ao agrônomo e cientista Edmundo Navarro de Andrade os primeiros experimentos, em 1904, para o cultivo em larga escala de espécies de eucalipto no Brasil. Navarro de Andrade foi ministro interino da Agricultura em 1933 e 1934 e interventor no estado de São Paulo (cargo equivalente ao de governador nos dias atuais). A madeira de eucalipto passou a ser usada para produção de dormentes de ferrovias e alimentação das locomotivas que transportavam café e outros produtos do interior para a capital do estado de São Paulo, e daí ao porto de Santos.

Graças aos eucaliptos, grandes áreas de vegetação nativa foram poupadas. Navarro de Andrade estabeleceu no estado de São Paulo hortos para preservação de espécies de eucalipto, inclusive o horto de Rio Claro, que tem o seu nome e é considerado umas das mais importantes coleções de eucaliptos no mundo. A contribuição de Navarro de Andrade para a preservação de áreas nativas no estado de São Paulo é hoje reconhecida (Martini, 2004), embora permaneça ainda muito preconceito sobre reflorestamentos com eucalipto (Bertola, 2016).

Alimentos funcionais, plantas tóxicas e plantas medicinais são temas que despertam muito interesse na população, constituindo temas convenientes para serem explorados em botânica.

Duas espécies de plantas medicinais são notáveis por sua relevância na luta contra a malária, doença que atualmente mata cerca de dois milhões de pessoas. A casca da quineira (*Cinchona officinalis* L., *C. calisaya* Wedd., *C. ledgeriana* Moens; Rubiaceae) foi o primeiro recurso eficaz para a cura da malária. As espécies são nativas da cordilheira dos Andes, e uma quineira é mostrada na bandeira do Peru. Missionários jesuítas da América do Sul aprenderam com os indígenas a utilidade medicinal da casca de quineiras. Havia no século XVII muita preocupação na Europa devido aos sérios surtos de malária. Os jesuítas enviaram para a Europa o pó da casca de quineiras, motivo pelo qual esse material ficou conhecido como o “pó dos jesuítas.” Com esse recurso, foram curadas pessoas da alta nobreza europeia da época, entre elas o rei inglês Charles II e o filho do rei da França, Luís XIV (Laws, 2010). O agente ativo da casca é a quinina. Essa substância pertence ao grupo dos alcaloides e foi usada em escala mundial até aproximadamente 1930. Tornou-se importante também para a produção de bebidas que começaram a ser usadas para as pessoas se prevenirem contra a doença, como a água tônica e o gim-tônica. Com o tempo, o protozoário causador da malária (*Plasmodium* spp., Plasmodiidae) tornou-se resistente à quinina, que foi então substituída pela cloroquina, produto sintético com estrutura similar à da quinina. A partir da década de 1950, as espécies de *Plasmodium* ficaram resistentes também à cloroquina. O tratamento da malária é feito atualmente com artemisinina, em combinação com outras substâncias, como a mefloquina. A artemisinina é o principal constituinte das folhas de *Artemisia annua* (Asteraceae), uma espécie próxima à losna (absinto). *A. annua* é um arbusto nativo da China. A importância da artemisinina para o tratamento da malária pode ser avaliada pelo fato de a sua descoberta ter justificado a concessão do prêmio Nobel de 2015 de medicina e fisiologia à cientista Youyou Tu (Box 3).

A artemisinina é a substância mais importante na atualidade para o tratamento da malária. Sua descoberta foi, literalmente, o resultado de um esforço de guerra. Durante os conflitos no Vietnã (1955-1975), tanto os norte-vietnamitas quanto os norte-americanos tinham dois tipos de inimigos a enfrentar: os soldados inimigos e a malária, uma doença para a qual não havia medicamento eficaz, porque a cloroquina não tinha efeito contra as linhagens de *Plasmodium*. Contavam-se aos milhares as perdas de vidas humanas vitimadas pela doença. Os norte-americanos puseram-se à busca de uma substância eficaz, e conseguiram a síntese da mefloquina. Os norte-vietnamitas não tinham recursos econômicos, científicos e tecnológicos para avançar rumo ao desenvolvimento de um medicamento antimalárico. Apelos foram feitos a Mao-Tse-Tung, então líder do governo chinês. Foi convocada uma reunião em Pequim em 23 de maio de 1967 para discutir a questão. Foi então estabelecido um programa secreto e de abrangência nacional, denominado 523 (5: maio; 23: dia da reunião), envolvendo aproximadamente 500 cientistas de 60 laboratórios e institutos (Miller; Su, 2010). Sendo um programa secreto militar, não era permitida nenhuma comunicação para fora do país. Além disso, durante a Revolução Cultural da China, era proibida a publicação em revistas científicas, embora a comunicação fosse livre entre os participantes do projeto 523. Desse modo, ficou difícil decidir a qual cientista envolvido no projeto se deveria dar o crédito pela descoberta da artemisinina. Xinzhuam Su e Louis H. Miller iniciaram em 2007 uma investigação sobre a história da descoberta, levando à conclusão de que o maior mérito é devido a Youyou Tu (Miller; Su, 2010), uma das ganhadoras do prêmio Nobel de Medicina do ano passado. Youyou Tu e sua equipe pesquisaram mais de duas mil receitas de ervas tradicionais chinesas, compilando 640 receitas que poderiam ter alguma atividade antimalárica. Testaram 200 dessas receitas e 380 extratos de ervas em um modelo de malária de roedores. Foram importantes para as suas pesquisas textos consultados no *Manual de Prescrições para Tratamentos de Emergência*, de Ge Hong (283-343 CE). Entre os resultados animadores, os extratos de *Artemisia annua* destacaram-se, com uma inibição de 68% no crescimento do parasita. Em 1972, duas outras equipes do projeto 523 obtiveram cristais puros de artemisinina de extratos de *A. annua*.

Em época mais recente, a equipe de Jay Kiesling, da Universidade de Berkeley, introduziu genes de *A. annua* em células de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) para obtenção biotecnológica de artemisinina. Conseguiram elevado rendimento de ácido artemisinínico, que pode ser convertido por síntese em artemisinina (Ro et al., 2006). Isso barateou consideravelmente o custo de artemisinina, o que representa um grande benefício para países economicamente carentes e com elevada incidência de malária. Milhões de pessoas têm sido salvas da malária em anos recentes, graças à artemisinina obtida biotecnologicamente.

É interessante acrescentar que o desenvolvimento do processo biotecnológico para produção de artemisinina vem tendo desdobramentos em outras áreas de pesquisa, com consequências econômicas de elevada magnitude. Adaptações do processo de produção biotecnológica de artemisinina vêm sendo feitas para a produção de biocombustíveis (George et al., 2015). A liderança do Brasil na produção de etanol levou ao desenvolvimento dessa tecnologia para a fermentação de caldo de cana, utilizando linhagens de leveduras que produzem farneseno, em vez de álcool (Oliveira, 2008). A artemisinina e o farneseno, ambos sesquiterpenos, compartilham numerosas etapas da biossíntese de isoprenoides. O valor do farneseno como biocombustível é que ele tem propriedades físicas e calóricas semelhantes ao diesel mineral. Em São Paulo, os ônibus da SPTrans (Sistema Municipal de Transportes) circulam atualmente com combustível contendo 10% de diesel de cana, produzido em usinas localizadas em Campinas e Sertãozinho.

O papel das plantas na luta contra a malária e as derivações biotecnológicas recentes da pesquisa sobre artemisinina constituem temas que permitem o entrelaçamento entre grande diversidade de disciplinas e tópicos, entre eles botânica, plantas medicinais, história da América, história geral, programas de saúde, malária, *Plasmodium* e *Anopheles*, doenças negligenciadas, malária no mundo atual, importantes conflitos bélicos no século XX, biocombustíveis, produção brasileira de açúcar e álcool, biotecnologia e mudanças climáticas. Poucos assuntos permitem uma abrangência interdisciplinar de magnitude similar.

## **Metas de longo prazo**

### ***Importância de mentores***

Wandersee e Schussler (2002) enfatizam a importância de mentores para superar as limitações impostas pela cegueira botânica. Estudos envolvendo três gerações de habitantes de 27 estados americanos levaram à conclusão de que a prática de cultivo de plantas em tenra idade, sob a supervisão de um adulto, é um fator com alta previsibilidade no que refere à atenção, interesse e curiosidade científica sobre plantas que as pessoas terão na fase adulta. Um mentor não precisa necessariamente ser a mãe da criança. Os autores mencionam o relato de outros estudiosos a respeito de sua própria experiência cultivando e cuidando de plantas sob orientação de outros membros da família.

Felizmente, está se expandindo em São Paulo (e provavelmente em outras grandes cidades brasileiras) o número de instituições de ensino pré-escolar e fundamental que estimulam crianças a cuidar de plantas em hortas e jardins das próprias escolas. Nesses casos, as professoras e outras pessoas nas escolas atuam como mentores, desenvolvendo nas crianças o carinho e a atenção por plantas. É uma prática que deve ser estimulada e aproveitada também para o ensino de biologia vegetal, respeitando-se obviamente a capacidade cognitiva inerente a cada fase de desenvolvimento das crianças.

Um exemplo da influência de mentores no desenvolvimento de atitudes voltadas à natureza é o de José Bonifácio de Andrada e Silva, em sua atuação como tutor de Pedro II. José Bonifácio foi cientista e reconhecido pesquisador em mineralogia. Interessava-se também por botânica, tendo sido autor de vários artigos científicos de cunho ecológico. Em 1812, publicou um trabalho recomendando o plantio de bosques em Portugal. Redigiu também textos que refletiam sobre a triste condição de índios e escravos no Brasil e sobre os riscos da pesca predatória de baleias no litoral brasileiro (Trebitz, 2010). Sem dúvida, a influência de José Bonifácio foi decisiva para o desenvolvimento do interesse de Pedro II por ciências e sua decisão de empreender a recuperação da floresta da Tijuca, cuja principal motivação foi a recuperação da provisão de água para a população do Rio de Janeiro, numa época de grave crise de abastecimento (Thomas, 2015).

### **Contribuição dos meios de comunicação**

A mídia tem enorme influência na moldagem de tendências e comportamentos da sociedade. É inegável o potencial dos meios de comunicação como agentes complementares à atuação de pais e professores na formação científica das pessoas. Programas educativos podem contribuir de maneira substancial para atenuar os efeitos da cegueira botânica. Infelizmente, grande parte das matérias de revistas e vídeos de natureza científica têm se caracterizado por atitudes zoocêntricas. Até mesmo produções de meios de comunicação de elevado prestígio e respeitabilidade, como a BBC, incluem-se nesse grupo. No blog *Communicate Science*, Lettice (2012) faz críticas a um dos episódios de série *Science Club*, produzida pela BBC. De acordo com Lettice, “eles parecem ter matado as plantas mesmo antes de começar o programa... o episódio desta semana é completamente zoocêntrico, sem qualquer menção às espécies de plantas ameaçadas e sua importância para o ecossistema em geral” (Tradução dos autores). Outra atitude zoocêntrica foi perpetrada por ilustres cientistas, na veiculação de uma carta aberta a ambientalistas. A carta foi postada por Barry W. Brook (ambientalista) e Corey J. A. Bradshaw (climatologista) no blog *Brave New Climate* (Brook; Bradshaw, 2014). Em sua mensagem, há uma criativa imagem alusiva à estrutura atômica, associando-a à vida na Terra. Na imagem (Figura 5), o núcleo do átomo é representado pelo próprio planeta, em torno do qual giram quatro elétrons, cada um representado por um animal: um besouro, uma borboleta, um psitacídeo (papagaio ou arara) e um rinoceronte. Segundo essa imagem, não haveria vida vegetal no planeta.

Pelas duas matérias citadas, fica evidente que a cegueira botânica e o zoocentrismo abrangem até mesmo pessoas de elevado nível científico e bem-intencionadas quanto a divulgação e progresso da ciência.

Há que levar em conta também o fato de a mídia tender a produzir matérias de acordo com a preferência do público. As produções de revistas, rádio e televisão refletem o pequeno entusiasmo sobre o universo botânico da grande



maioria das pessoas, mesmo daquelas interessadas em temas científicos. Entramos agora em outro círculo vicioso: o público é pouco interessado em assuntos relacionados a plantas; em consequência, a mídia não tem motivação para investir recursos e esforços para produzir matérias que tratem de biologia vegetal; a negligência botânica, já presente na sociedade, é reforçada pela falta de informações que poderiam emanar de jornais, revistas, internet, rádio e televisão. Há assim uma tendência a se formar uma espiral do silêncio (Figura 6), causada por uma falha importante no sistema de ensino da botânica em nosso país (Scheu-fele, 2007).

A esse respeito, é interessante notar que, tão logo determinados temas ligados a plantas passam a ser de interesse público, a mídia responde prontamente, apresentando entrevistas e publicando matérias sobre os temas em revistas e outros veículos de informação.

Foi o que aconteceu com os conhecimentos sobre alimentos funcionais, entre eles os relacionados aos efeitos benéficos do vinho. Em tempo relativamente curto, a mídia tornou de domínio público (pelo menos entre pessoas com formação superior) termos que antes eram restritos à comunidade científica, como radicais livres, substâncias fenólicas, antocianinas, resveratrol e paradoxo francês.

Um exemplo particularmente notável do esforço da mídia foi o Programa Verdejando, da TV Globo em São Paulo. Por uma iniciativa interna, a produção jornalística resolveu criar um programa que elevou significativamente o interesse e a preocupação da população da cidade de São Paulo sobre as árvores urbanas.

Por outro lado, apesar de os meios de comunicação em geral possuírem jornalistas especializados e editorias de política, economia e esportes, quase sempre não possuem equipes de jornalistas ou editorias especializadas em ciência. Os programas sobre ciência são parte marginal das grades de programação ou notas de rodapé em jornais. Uma grande ajuda para curarmos a cegueira botânica passa, necessariamente, por uma valorização da ciência como um todo pelos meios de comunicação.

### **Comentários finais**

O rendimento próximo de zero que não raro se contabiliza no aprendizado de botânica não justifica propostas para exclusão da matéria nos currículos de ensino fundamental e médio. Isso só agravaria o desinteresse por biologia vegetal e prejudicaria ainda mais o ensino de ciências naturais. A biologia teria muito a se beneficiar, tanto no ensino quanto na pesquisa, se fôssemos capazes de superar a limitação imposta pela cegueira botânica, e as escolas pudessem prover uma formação biológica plena, contemplando adequadamente temas sobre diversidade, fisiologia, reprodução, interações e importância dos organismos fotossintetizantes na história e na economia. Os tópicos não precisariam necessariamente integrar os currículos escolares, podendo ser tratados como atividades paradidáticas.

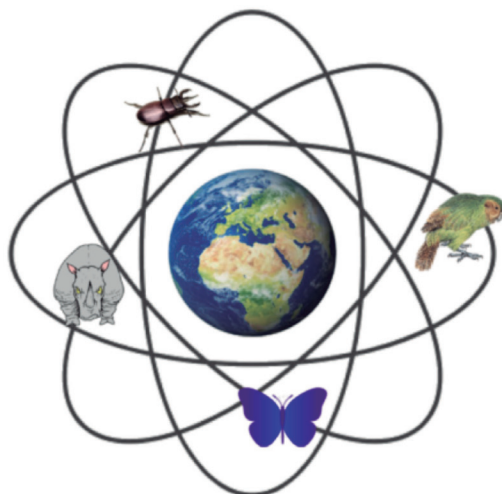


Figura 5 – Associação simbólica entre a Terra e a estrutura atômica: o núcleo é o próprio planeta e os elétrons são representados por animais. Imagem extraída da referência Brook e Bradshaw (2014).



Figura 6 – Espiral do silêncio conforme proposto por Scheufele (2007). O desenho foi adaptado ao problema da cegueira botânica a partir das ideias de Scheufele sobre a resistência das pessoas às mudanças climáticas.

É fundamental que os professores superem eventuais antipatias pessoais por botânica e procurem aprofundar-se no assunto, busquem temas com os quais se sintam confortáveis, incentivem os alunos a manter contato com plantas e criem ou adaptem protocolos para atividades didáticas em laboratório e no campo. Os cursos de licenciatura têm muito a colaborar, pois nem todos provêm formação adequada aos futuros professores, principalmente no que se refere à

botânica. Se as escolas, em todos os níveis, cumprirem bem o seu papel, com o tempo aumentará o apreço por botânica na sociedade. Associações de cientistas e professores devem também contribuir para a consecução desses objetivos, provendo apoio, produzindo textos de orientação e assessoria dirigidos à consecução dos objetivos de superação da cegueira botânica e valorização de temas relacionados à biologia vegetal. Uma forma efetiva de atuação dessas associações é a produção de textos e artigos interessantes sobre temas atuais relacionados à botânica e ao ensino de Biologia.

Com isso, espera-se que, no médio e no longo prazos, os meios de comunicação passem a veicular números crescentes de artigos, vídeos, notícias e outras matérias sobre plantas. Nos lares, as pessoas se sentirão estimuladas a orientar crianças em tarefas sobre cultivo e cuidados de plantas. Desse modo, nos livraremos do atual círculo vicioso que tende a agravar a antipatia do público por botânica, e ingressaremos num círculo virtuoso, no qual mais e mais pessoas manifestarão simpatia pelas plantas e interesse em biologia vegetal. É preciso inserir a ciência das plantas na forma interdisciplinar de ver o mundo que está em franco desenvolvimento. Talvez com isso, as plantas passem a ser vistas como realmente o são, isto é, componentes ativos dos sistemas biológicos e sociais.

Wandersee, um dos criadores da teoria da cegueira botânica, pode ser visto numa foto ao lado de um espécime de *Gunnera manicata* (Gunneraceae), a planta herbácea de maior porte que se conhece (Prakash, 2010). Suas folhas palmadas podem chegar a 3 metros de diâmetro. Na foto, é como se Wandersee olhasse para nós e dissesse: “talvez vocês não enxerguem bem as plantas, mas jamais poderão ignorar *esta* planta”. A propósito, *G. manicata* é planta nativa da Mata Atlântica do sul do Brasil. Wandersee faleceu em 2014 e merece a homenagem de todos nós, interessados na melhoria do ensino e da pesquisa em biologia.

## Notas

1 Árvore do xarope de maple – *Acer saccharum*, Sapindaceae.

2 Uma quineira, árvore que produz quinina em sua casca – *Cinchona* sp., Rubiaceae.

3 Ipê-amarelo - *Handroanthus chrysotrichus*, Bignoniaceae.

## Referências

BARRETO, F. C. *Mais práticas para aulas de botânica*. 2011. Disponível em: <<http://www.flaviocarreto.com/2011/03/mais-praticas-para-aulas-de-botanica.html>>.

BERTOLA, A. *Eucalipto – 100 anos de Brasil*. “Falem mal, mas continuem falando de mim!”. 2016. Disponível em: <[http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Eucalipto\\_100%20anos%20de%20Brasil\\_Alexandre\\_Bertola.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Eucalipto_100%20anos%20de%20Brasil_Alexandre_Bertola.pdf)>.

- BITTENCOURT, I. M. *A Botânica no Ensino Médio: análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS*. Jequié, 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Jequié, 2013.
- BROOK, B. W.; BRADSHAW, C. J. A. *An open letter to environmentalists on nuclear energy*. 2014. Disponível em <<http://bravenewclimate.com/2014/12/15/an-open-letter-to-environmentalists-on-nuclear-energy/>>.
- BUCKERIDGE, M. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. *Estudos Avançados*, v.29, p.85-101, 2015.
- CARIELLO, R. À procura de Leff. *Piauí*, edição 112, p.16-26, 2016.
- DEPOSITPHOTOS. *Silhouettes of African acacia trees*. 2016. Disponível em: <<http://br.depositphotos.com/18760221/stock-illustration-silhouettes-of-african-acacia-trees.html>>.
- FLANNERY, M. C. Considering plants. *American Biology Teacher*, v.53, p.306-9, 1991.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. *Os alginatos e suas múltiplas aplicações*. 2013. Disponível em <<http://www.revista-fi.com/materias/340.pdf>>.
- FOYOS, P. *O último imperador*. 2016. Disponível em: <<http://www.arvores.brasil.nom.br/Chrysophyllum/texto.htm>>.
- GEORGE, K. W et al. Isoprenoid drugs, biofuels, and chemicals – artemisinin, farnesene, and beyond. *Biotechnology and Isoprenoids*, v.148, p.355-89, 2015.
- GOHEEN, J. R.; PALMER, T. M. Defensive plant-ants stabilize megaherbivore-driven landscape changes in an African savanna. *Current Biology*, v.20, p.1768-72, 2010.
- HERSHEY, D. Plant blindness: we have met the enemy and he is us. *Plant Science Bulletin*, v.48, p.78-84, 2002.
- IBGE. *Vamos conhecer o Brasil, nosso povo, características da população*. 2016. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-da-populacao.html>>.
- KINOSHITA, L. S. et al. (Org.) *A botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora*. São Carlos: RiMa, 2006.
- LAWS, B. *Fifty plants that changed the course of history*. Buffalo: Firefly Books Ltd., 2010.
- LETTICE, E. *BBC Science Club and plant blindness*. 2012. Disponível em: <<http://www.communicatescience.eu/2012/11/bbc-science-club-and-plant-blindness.html>>.
- MARTINI, A. G. *O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade*. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- MILLER, L. H.; SU, X. Artemisinin: discovery from the Chinese herbal garden. *Cell*, v.146, p.855-8, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Plant biology research and training for the 21<sup>st</sup> century*. Washington: National Academy Press, 1992.
- NERIS, D. *A importância das aulas práticas no ensino de botânica*. 2013. Disponível em: <<http://biopedagogia.webnode.com.br/news/a-import%C3%A2ncia-de-aulas-praticas-no-ensino-de-bot%C3%A2nica/>>.
- OLIVEIRA, M. Diesel de cana. *Pesquisa Fapesp*, v.153, p.88-91, 2008.

- PEOPLE & THE PLANET. *The world comes to town*. 2012. Disponível em: <http://www.peopleandtheplanet.com/index.html@lid=26729&section=40&topic=44.html>.
- PRAKASH, B. *Plant blindness: what research says*. 2010. Disponível em: <http://www.ecowalkthetalk.com/blog/2010/06/02/plant-blindness-what-research-says/>.
- RAVEN, P. et al. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- RO, D. K. et al. Production of the antimalarial drug precursor artemisinic acid in engineered yeast. *Nature*, v.440, p.940-943, 2006.
- SANTOS, D. Y. A. C. dos et al. *A botânica no cotidiano*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012.
- SCHEUFELE, D. A. Opinion climates, spirals of silence, and biotechnology: public opinion as a heuristic for scientific decision making. In: BROSSARD, D.; SHANAHAN, J.; NESBIT, T. C. (Ed.) *The public, the media and agricultural biotechnology*. An international casebook. Cambridge, MA: Oxford University Press/CABI, 2007. p.231-41.
- SENECIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – Um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência e Educação*, v.10, p.133-47, 2004.
- SILVA, J. R. S. *Concepções dos professores de Botânica sobre ensino e formação dos professores*. São Paulo, 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- STUDY.COM. *Flowering plants: reproduction & fertilization*. 2016. Disponível em: <http://study.com/academy/lesson/flowering-plants-reproduction-fertilization.html>.
- THOMAS, J. A. *A vida de volta à floresta*. 2015. Disponível em: [http://uc.socioambiental.org/anexos/noticias/31170\\_20150721\\_150220.pdf](http://uc.socioambiental.org/anexos/noticias/31170_20150721_150220.pdf).
- TOWATA, N. et al. Análise da percepção dos licenciandos sobre o “ensino de botânica da educação básica”. *Revista da SBenBio*, v.3, p.1603-12, 2010.
- TREBITZ, P. *O patriarca da ecologia*. 2010. Disponível em: <http://www.unisanta.br/revistavirtual/materias.asp?cd=331>.
- VIANA, R. V. *Diálogos possíveis entre saberes científicos e locais associados ao capim-dourado e ao buriti na região do Jalapão, TO*. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, v.47, p.2-9, 2002.

#### Fontes das figuras

Figura 2 – [carmemdevas.arteblog.com.br](http://carmemdevas.arteblog.com.br)

Figura 2 – Fonte: <http://blog.correios.com.br/filatelia/selos-narram-lenda-do-guarana-e-da-mandioca/>

Figura 4 – <http://blog.correios.com.br/filatelia/selos-narram-lenda-do-guarana-e-da-mandioca/>

Figura 5 – Fonte: <http://bravenewclimate.com/2014/12/15/an-open-letter-to-environmentalists-on-nuclear-energy/>

*RESUMO* – Na sociedade, em geral no Ocidente, a botânica é considerada um tema enfadonho e ultrapassado da biologia. Ao contrário dos animais, as plantas despertam pouco ou nenhum interesse. Essa tendência tem sido interpretada como uma condição inerente ao ser humano, que se denominou cegueira botânica, com reflexos negativos no ensino e na pesquisa em biologia. Neste artigo, examinamos origem, características e possíveis razões para a cegueira botânica e sugerimos algumas soluções para romper a espiral do silêncio e assim superar essa limitação, dentro e fora do ensino. Entre as medidas sugeridas estão introdução de temas interdisciplinares, adoção de atividades didáticas de campo e laboratório, citação de plantas com relevante papel na história e na economia, melhoria na formação botânica de professores, atuação de mentores junto a crianças e jovens no cultivo de plantas, reforço na veiculação na mídia de matérias científicas relacionadas a plantas e a participação de sociedades científicas e de docentes para apoio no sentido de superar a cegueira botânica no Brasil.

*PALAVRAS-CHAVE:* Cegueira botânica, Ensino, Interdisciplinaridade, Mídia, Negligência botânica, Zoocentrismo.

*ABSTRACT* – In many Western societies, botany is thought to be a wearisome and outdated branch of biology. Unlike animals, plants awaken little or no interest. This tendency has been interpreted as a condition inherent to humans and was named “plant blindness,” with negative consequences to teaching and research in biology. In this article, we examine the origin, features and possible reasons for plant blindness, and suggest some solutions to break the spiral of silence and overcome this limitation. Among the suggested measures are the introduction of interdisciplinary teaching activities in the field and in the laboratory, references to plants with relevant roles in history and economics, improvement of the level of teachers, mentoring of youth and children in plant cultivation, wider use of information on plants by the media, and stronger participation of scientific societies and teachers in the work of overcoming plant blindness in Brazil.

*KEYWORDS:* Botanical blindness, Teaching, Interdisciplinarity, Media, Plant blindness, Zoocentrism.

*Antonio Salatino* é professor do Laboratório de Fitoquímica, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. @ – asalatin@usp.br

*Marcos Buckeridge* é professor do Laboratório de Fisiologia Ecológica de Plantas, Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É presidente da Academia de Ciências do Estado de São Paulo. @ – msbuck@usp.br

Recebido em 2.2.2016 e aceito em 11.3.2016.

<sup>1, II</sup> Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo/São Paulo, Brasil.

*Agradecimentos* – Os autores são bolsistas de produtividade do CNPq (Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e membros da Academia de Ciências do Estado de São Paulo.