



PARA QUE SERVE A NATUREZA? (E.O. Wilson)

(Tradução livre Prof. Rômulo Ribon – Departamento de Biologia Animal – Universidade Federal de Viçosa, com autorização do autor para sua divulgação)

PARA QUE SERVE A NATUREZA?

Há um forte argumento econômico para preservar nossos ambientes naturais.

E.O. Wilson

San Francisco Chronicle., Domingo, 5 de maio, 2002.

Nós, *Homo sapiens*, chegamos e marcamos muito bem o nosso território. Vencedores da loteria Darwiniana, símbolos de cabeça arredondada da evolução orgânica, macacos industriais bípedes e com polegares oponíveis, estamos jogando fora pica-paus-de-bico-de-marfim¹ e outras maravilhas ao nosso redor.

À medida que os habitats encolhem, espécies declinam e têm sua área de distribuição e abundância liquidadas. Elas entram nas Listas Vermelhas², e a grande maioria parte sem sequer ser notada. Sendo distraídos e absortos, com é da nossa natureza, nós ainda não compreendemos direito o que estamos fazendo. Mas as gerações futuras, com um tempo infinito para refletir, compreenderão tudo - e em detalhes dolorosos. À medida que sua consciência aumentar, também aumentará o seu senso de perda. Haverá milhares de pica-paus-de-bico-de-marfim para se pensar a respeito nos séculos e milênios por vir.

Haverá hoje alguma forma de medir, mesmo aproximadamente, o que está sendo perdido? Qualquer tentativa quase certamente produzirá uma subestimativa mas, de qualquer modo, deixe-me começar com macroeconomia. Em 1997, um grupo internacional de economistas e cientistas da área ambiental puseram um valor em dólar em todos os serviços que os ecossistemas proporcionam à humanidade, livres de cobrança. A partir de vários bancos de dados, eles estimaram que a contribuição seria de US\$33,000,000,000,000.00 (trinta e três trilhões de dólares). Essa quantidade é quase duas vezes o Produto Nacional Bruto de 1997, em todos os países do mundo combinados, ou o Produto Mundial Bruto (PMB), de US\$18 trilhões.

Serviços dos ecossistemas são definidos como o fluxo de materiais, energia e informação na biosfera, que suportam a existência humana. Eles incluem a regulação da atmosfera e do clima, a purificação e retenção de água doce, a formação e enriquecimento do solo, a ciclagem de nutrientes, a desintoxicação e recirculação do lixo, a polinização de lavouras e a produção de madeira, pastagem e combustível de biomassa³. A mesgaestimativa de 1997 pode ser expressa de outra forma, ainda mais convincente.

Se a humanidade tentasse substituir os serviços gratuitos da economia natural com produtos manufaturados pela própria humanidade, o PMB deveria ser elevado para, no



mínimo, US\$33 trilhões. O exercício, entretanto, não pode ser feito, exceto mentalmente. Suplantar os ecossistemas naturais inteiramente, ou mesmo a maioria deles, é uma impossibilidade econômica e mesmo física, e nós certamente morreríamos se tentássemos. A razão, segundo os economistas ecológicos, é que o valor marginal, definido como a taxa de mudança no valor dos produtos dos ecossistemas em relação à queda na sua disponibilidade, aumenta claramente com qualquer queda nessa disponibilidade. Se fosse tão longe, o aumento do valor marginal iria suplantar a capacidade humana de manter os serviços necessários através da combinação de meios naturais e artificiais. Portanto, uma dependência muito maior de formas artificiais – em outras palavras, de próteses ambientais – põe em risco não só a biosfera, mas também a própria humanidade.

JÁ NO VERMELHO

A maioria dos cientistas ambientais acredita que a mudança já foi muito longe, dando crédito ao ditado popular “Não brinque a com a Mãe Natureza”. A senhora é nossa mãe e também uma força excepcionalmente poderosa. Após se desenvolver por conta própria por mais de 3 bilhões de anos, ela nos deu à luz há meros 1 milhão de anos atrás, um piscar de olhos no tempo evolutivo. Velha e vulnerável, ela não vai tolerar o apetite indisciplinado do seu filhote guloso durante muito tempo.

Por todo lado há sinais da resiliência limitada da biosfera. A pesca oceânica produz atualmente US\$2,5 bilhões de dólares para a economia dos E.U.A. e US\$82 bilhões para o mundo. Mas ela não vai mais crescer, simplesmente porque a quantidade de oceano é fixa. Como resultado, todos os 17 estoques pesqueiros oceânicos do mundo estão já abaixo ou no limite da sua capacidade de uso sustentável. Eu garanto logo que valores econômicos e de produção ao nível dos ecossistemas, por si só, não justificam salvar todas as espécies, principalmente aquelas já raras o suficiente para estarem ameaçadas. A perda do pica-pau-de-bico-de-marfim não teve nenhum efeito discernível sobre a prosperidade Americana. Uma flor ou musgo raros poderiam ser exterminados da floresta de Catskill sem diminuir a capacidade de filtragem da região⁴. Mas, e daí? Avaliar o valor individual das espécies, unicamente pelo sua utilidade conhecida atualmente é trabalhar a serviço da barbárie.

Em 1973 o economista Colin W. Clark destacou este ponto persuasivamente no caso da baleia azul (*Balaenoptera musculus*). Com 30 metros de comprimento e 150 toneladas quando adulta, a espécie é o maior animal que já viveu na terra ou na água. Ela também é uma das mais fáceis de se caçar e matar. Mais que 300.000 baleias azuis foram exploradas durante o século XX, com um pico de 29.649 indivíduos na estação de caça de 1930-1931. No início dos anos 1970 a população havia despencado para algumas centenas de indivíduos. Os japoneses estavam especialmente dispostos a continuar a caça, mesmo sob o risco de extinção total da espécie. Então Clark fez a pergunta de qual prática daria aos baleeiros e à humanidade mais dinheiro: parar de caçar, deixar o número de baleias se recuperar e então caçá-las sustentavelmente para sempre, ou matar o resto que ainda existia o mais rápido possível e investir os lucros na bolsa de valores? A desconcertante resposta, sob as taxas bancárias anuais da época, de mais de 21%: matem todas as baleias e invistam o dinheiro!

TENDO UMA VISÃO DE LONGO PRAZO



Agora, deixe-nos perguntar, o que está errado com aquele argumento? A resposta implícita de Colin Clark é simples. O valor de dólares e centavos de uma baleia morta foi baseado somente nas medidas relativas ao mercado existente da época do estudo – ou seja, no preço do óleo e carne por unidade de peso de baleia naquela época. Há muitos outros valores, destinados a crescer junto com o nosso conhecimento sobre *Balaenoptera musculus* vivas na ciência, medicina e estética, em dimensões e valores ainda imprevisíveis. Qual o valor de uma baleia azul no ano 10.000 A.C.? Próximo a zero. Qual será seu valor no ano 3.000 D.C.? Basicamente ilimitado, além a gratidão da geração então viva para aqueles que, em sua sabedoria, salvaram a baleia da extinção.

Ninguém pode imaginar todo o valor de qualquer tipo de animal, planta ou microorganismo. Seu potencial abrange um espectro de necessidades humanas conhecidas e outras ainda inimagináveis. Mesmo as próprias espécies são amplamente desconhecidas. Menos que 2 milhões estão no registro científico⁵, com nomes formais latinizados, enquanto estima-se que de 5 a 100 milhões – ou mais – esperam para serem descobertas. Das espécies conhecidas, menos que um por cento têm sido estudadas além das descrições anatômicas esquemáticas usadas para identificá-las.

A medicina é o domínio que promete ganhar enormemente com o uso do armazém mundial da biodiversidade, com ou sem a ajuda da engenharia genética. Fármacos atualmente em uso já são pesadamente extraídos de espécies selvagens. Nos Estados Unidos, cerca de um quarto de todas as prescrições dadas em farmácias são substâncias extraídas de plantas. Outros 13 por cento originam-se de microorganismos e mais 3% de animais, totalizando cerca de 40% derivadas de espécies silvestres. Ainda mais impressionante, 9 das 10 drogas mais prescritas vieram originalmente de organismos. O valor comercial de um número relativamente pequeno de produtos naturais é substancial. Só o custo de drogas sem necessidade de prescrição foi estimado, em 1998, como sendo de US\$20 bilhões nos Estados Unidos e US\$84 bilhões ao redor do mundo.

MUITO POTENCIAL DESCONHECIDO

Mas somente uma fração da biodiversidade tem sido utilizada na medicina, independentemente do seu potencial óbvio. A estreiteza dessa pirâmide é ilustrada pela dominância de fungos ascomicetos no controle de doenças bacterianas. Embora somente 30.000 espécies de ascomicetos tenham sido estudadas, e elas são apenas dois por cento do total de espécies conhecidas, elas produziram 85% dos antibióticos atualmente em uso. A subutilização é ainda maior do que esse quadro, isoladamente, sugere: provavelmente menos que 10% das espécies de ascomicetos do mundo tenham sido descobertas e têm um nome científico.

Há uma lógica evolutiva na despesa farmacológica das espécies selvagens. Através da história da Vida, todos os tipos de organismos desenvolveram compostos químicos necessários para controlar o câncer em seus próprios corpos, matar parasitas e escapar de predadores. As mutações e a seleção natural, que inventaram esse arsenal, são processos infinitos de tentativa e erro. Centenas de milhões de espécies, surgindo pela vida e morte de números astronômicos de organismos através de faixas geológicas de tempo, produziram os ganhadores atuais da loteria da mutação-e-seleção. Nós aprendemos a consultá-los enquanto montamos grande parte da nossa farmacopéia. Assim, antibióticos, fungicidas, drogas anti-



maláricas, anestésicos, analgésicos, raleadores de sangue, agentes coaguladores de sangue, agentes anti-coagulantes, estimulantes e reguladores cardíacos, agentes immunosupressivos, imitadores e inibidores hormonais, drogas anti-câncer, antifebris, anti-inflamatórios, contraceptivos, relaxantes musculares, diuréticos e antidiuréticos, antidepressivos, rubefacientes, anticongestionantes, sedativos e abortivos, estão agora à nossa disposição, graças à biodiversidade selvagem.

Novas drogas revolucionárias raramente têm sido desenvolvidas exclusivamente através da biologia celular e molecular, mesmo que essas ciências tenham se desenvolvido muito sofisticadamente e avaliem as causas das doenças nos níveis mais fundamentais. No entanto, a via para a descoberta tem sido normalmente a contrária: a presença da droga é primeiramente detectada em organismos inteiros e sua atividade é depois seguida até os níveis celular e molecular. Então começa a pesquisa básica.

MELHOR QUE FICÇÃO CIENTÍFICA

Os eventos surpreendentes que algumas vezes vão da história natural para o avanço da medicina produziram excelente ficção científica – exceto pelo fato de não serem falsos. Os protagonistas de um desses casos são os sapos venenosos das Américas Central e do Sul pertencentes aos gêneros *Dendrobates* e *Phyllobates*, da família Dendrobatidae. Minúsculos, capazes de se empoleirar sobre a unha de um dedo humano, eles são procurados como animais de terrários devido às suas cores maravilhosas: as 40 espécies conhecidas são cobertas por padrões de laranja, vermelho, amarelo, verde ou azul, normalmente sobre um fundo preto.

Em seu habitat natural, os dendrobatídeos pulam lentamente no solo e normalmente não se importam com a aproximação de predadores potenciais. Para o naturalista treinado, sua letargia dispara um alarme, devido à seguinte regra do comportamento animal: se um animal pequeno e desconhecido encontrado na natureza é maravilhosamente bonito, ele é provavelmente venenoso; se ele não é só bonito mas também é fácil de pegar, ele provavelmente é letal. E assim acontece com os sapos dendrobatídeos que, por sua vez, secretam uma ponderosa toxina através de glândulas em suas costas. A potência varia de acordo com a espécie. Um único indivíduo de uma espécie colombiana (perfeitamente batizada), *Phyllobates horribilis*⁶, por exemplo, carrega substância suficiente para matar 10 homens.

Índios de duas tribos das florestas de encosta do oeste da Colômbia, nas regiões de Embera Choco e Noanama Choco, esfregam a ponta de seus dardos nas costas dos sapos, muito cuidadosamente, e então soltam as criaturas ilesas, de modo que elas possam produzir mais veneno. Nos anos 1970, um químico, John W. Daly, e um herpetólogo, Charles W. Myers, coletaram material de um sapo dendrobatídeo equatoriano, *Epipedobates tricolor*, para uma análise mais detalhada de sua toxina. No laboratório, Daly descobriu que quantidades muito pequenas administradas a ratos funcionavam como analgésicos semelhantes ao ópio, embora não tivessem as propriedades típicas dos opiáceos. Seria provado também que ela não viciava? Caso afirmativo, a substância poderia vir a ser o anestésico ideal.

A partir de um coquetel de compostos obtidos das costas dos sapos, Daly e seus orientados isolaram e caracterizaram a toxina, uma molécula lembrando a nicotina que eles



batizaram de epibatidina. Esse produto natural provou ser 200 vezes mais eficaz que o ópio na supressão da dor mas, infelizmente, era muito tóxica para uso prático. O próximo passo foi redelinear a molécula. Químicos dos Laboratórios Abbott sintetizaram não somente a epibatidina, mas centenas de novas moléculas semelhantes a ela. Quando testados quimicamente, descobriu-se que um dos produtos, codificado como ABT-594, tinha as propriedades desejadas. Ele diminuía a dor como a epibatidina, incluindo aquela oriunda de danos em nervos, não resolvida pelos opiáceos, e também não viciava. Além disso, a ABT-594 tinha duas outras vantagens: ela despertava ao invés de causar sonolência e não tinha efeitos colaterais sobre a respiração ou a digestão. A estória completa dos sapos dendrobatídeos venenosos também traz um alerta sobre a conservação das florestas tropicais. A descoberta da epibatidina e seus análogos sintéticos quase não chegou a ocorrer devido à destruição do habitat onde as populações de *Epipedobates* vivem.

Na época em que John Daly e Charles Myers começaram a coletar toxina suficiente para as análises químicas, após sua primeira visita ao Equador, uma das duas melhores florestas ocupadas pelos sapos havia sido derrubada e substituída por plantações de banana. No segundo local, que felizmente ainda estava intacto, eles conseguiram encontrar indivíduos suficientes para coletar apenas 1 miligrama do veneno. A partir daquela amostra minúscula os químicos foram capazes, com competência e sorte, de identificar a epibatidina e lançar uma grande e nova iniciativa na pesquisa farmacológica.

UMA CORRIDA CONTRA O TEMPO

Não há exagero em dizer que a busca por produtos naturais é uma corrida entre a ciência e a extinção e será ainda mais crítica à medida que mais e mais florestas caíam, e que recifes de corais sejam destruídos ou se desintegram. A exploração da biodiversidade selvagem em busca de recursos úteis é chamada bioprospecção. Impulsionada por capital de risco, nos últimos 10 anos ela se tem desenvolvido numa respeitável indústria em um Mercado global faminto por novos fármacos. Ela também é uma forma de se descobrir novas fontes de alimento, fibras, substitutos do petróleo e outros produtos. Algumas vezes, bioprospectores investigam muitas espécies de organismos em busca de substâncias químicas com qualidades particulares, tais como antisépticos ou supressores do câncer.

Em outras ocasiões, a bioprospecção é oportunista, concentrando-se em uma ou poucas espécies que mostrem sinais de produzir um recurso valioso. No futuro, ecossistemas inteiros serão investigados, avaliando-se todas as espécies quanto à maioria ou todos os produtos que elas possam produzir. A extração de bens de um ecossistema pode ser destrutiva ou benéfica. Dinamitar recifes de corais e derrubar florestas dá lucros rápidos, mas é insustentável. Explorar recifes de corais de forma pouco impactante e coletar frutos e resinas em florestas não perturbadas de outra forma é sustentável e tem vida longa. Coletar amostras de espécies valiosas em ecossistemas ricos e cultivá-las em outros locais menos favorecidos biologicamente não só é lucrativo, mas o mais sustentável de todos.

A farmacopéia da natureza não tem sido negligenciada por estrategistas da indústria. Eles estão bem conscientes de que mesmo uma única molécula nova tem o potencial de compensar o grande capital de risco investido em bioprospecção e desenvolvimento de produtos. O sucesso mais estrondoso até agora foi alcançado com bactérias extremófilas⁷ vivendo nas águas quentes dos gêiseres do Parque Nacional do Yellowstone⁸. Em 1983, a



empresa Cepus Corporation usou um desses organismos, *Thermus aquaticus*, para produzir uma enzima resistente ao calor, necessária para a síntese de DNA. O processo de produção, chamado reação em cadeia da polimerase (PCR), é hoje a base do mapeamento genético rápido, um pilar da nova biologia molecular e da medicina genética. Permitindo que quantidades microscópicas de DNA sejam multiplicadas e sequenciadas, ela também tem uma função chave na solução de crimes e na medicina forense. As patentes da Cetus sobre a tecnologia PCR, que tem sido defendida nos tribunais, são imensamente lucrativas, com lucros anuais que hoje ultrapassam US\$200 milhões, mas ainda aumentando.

Talvez isso seja suficiente para defender que a preservação do mundo vivo é necessária para nossa saúde e prosperidade material a longo prazo. Mas há outra razão e, de certa forma, mais profunda. Ela tem a haver com as qualidades definidoras e a auto-imagem da espécie humana. Suponhamos, apenas para efeito de argumentação, que novas espécies possam um dia ser produzidas pela engenharia e que ecossistemas estáveis possam ser construídos a partir dessas espécies. Com essa perspectiva distante em mente, deveríamos ir em frente e, para o ganho no curto prazo, permitir que as espécies e ecossistemas originais fossem perdidos? Sim? Apagar a história viva da Terra? Então, também queimemos as galerias de arte, façamos lenha dos instrumentos musicais, façamos polpa⁹ das partituras, apaguemos Shakespeare, Beethoven, Goethe e também os Beatles, porque todos esses – ou pelo menos substitutos bastante bons – podem ser recriados.

A questão, como todas as grandes decisões, é moral. Ciência e tecnologia são o que nós fazemos; moralidade é o que nós concordamos que deveríamos ou não fazer. A ética da qual as decisões morais afloram é uma norma ou um padrão de comportamento em apoio a um valor, e valores, por sua vez, dependem de um motivo. Motivos, sejam pessoais ou globais, sejam vindos da própria consciência ou de escritos sagrados, expressam a imagem do mundo que trazemos de nós mesmos e da nossa sociedade. Uma ética da conservação é aquela que tem por objetivo passar para as futuras gerações a melhor porção do mundo não humano. Conhecer esse mundo é estabelecer um valor de propriedade para com ele. Conhecê-lo bem é amá-lo e ter responsabilidade para com ele.

E. O. Wilson fê professor de Biologia na Universidade de Harvard de 1955 até 1997 e é o autor de dois livros ganhadores do Prêmio Pulitzer, “Da Natureza Humana” e “As Formigas”. Esse artigo foi extraído do seu livro “O Futuro da Vida”, de 2002.

- 1) O pica-pau-de-bico-de-marfim (*Capephilus principalis*) é uma das quatro espécies de aves consideradas extintas nos Estados Unidos. Recentemente (2007) houve um controverso relato de um possível casal ainda existente numa floresta pantanosa do sul do país, publicado na revista *Nature*.
- 2) As Listas Vermelhas, são publicações que listam espécies ameaçadas de extinção em escalas global, nacionais e estaduais.
- 3) Petróleo, carvão, lenha, etc.
- 4) Uma vasta área florestal no estado de New York, formado por várias reservas florestais, onde nasce grande parte da água doce que abastece cerca da metade da população do estado de Nova Iorque e 5 milhões de pessoas no estado da Pennsylvania.
- 5) Cientificamente descritas, com um nome científico formal.
- 6) = *P. terribilis*.
- 7) Que vivem sob condições extremas, normalmente de calor, frio, pH ou pressão (ou combinações destas).
- 8) O primeiro Parque Nacional dos EUA e um dos mais famosos do mundo.
- 9) De celulose.



XX

What is nature worth?

There's a powerful economic argument for preserving our living natural environment

E.O. Wilson

Sunday, May 5, 2002, San Francisco Chronicle

We, Homo sapiens, have arrived and marked our territory well. Winners of the Darwinian lottery, bulge-headed paragons of organic evolution, industrious bipedal apes with opposable thumbs, we are chipping away the ivory-billed woodpeckers and other miracles around us.

As habitats shrink, species decline wholesale in range and abundance. They slip down the Red List ratchet, and the vast majority depart without special notice. Being distracted and self-absorbed, as is our nature, we have not yet fully understood what we are doing. But future generations, with endless time to reflect, will understand it all, and in painful detail. As awareness grows, so will their sense of loss. There will be thousands of ivory-billed woodpeckers to think about in the centuries and millennia to come.

Is there any way now to measure even approximately what is being lost? Any attempt is almost certain to produce an underestimate, but let me start anyway with macroeconomics. In 1997, an international team of economists and environmental scientists put a dollar amount on all the ecosystems services provided to humanity free of charge by the living natural environment. Drawing from multiple databases, they estimated the contribution to be \$33 trillion or more each year. This amount is nearly twice the 1997 combined gross national product (GNP) of all countries in the world, or gross world product, of \$18 trillion.

Ecosystems services are defined as the flow of materials, energy and information from the biosphere that support human existence. They include the regulation of the atmosphere and climate, the purification and retention of fresh water, the formation and enrichment of the soil, nutrient cycling, the detoxification and recirculation of waste, the pollination of crops and the production of lumber, fodder and biomass fuel. The 1997 megaeestimate can be expressed in another, even more cogent, manner.

If humanity were to try to replace the free services of the natural economy with substitutes of its own manufacture, the global GNP would have to be raised by at least \$33 trillion. The exercise, however, cannot be performed except as a thought experiment. To supplant natural ecosystems entirely, even mostly, is an economic and even physical impossibility, and we would certainly die if we tried. The reason, ecological economists explain, is that the marginal value, defined as the rate of change in the value of ecosystems services relative to the rate of fall in the availability of these services, rises sharply with every increment in the fall. If taken too far, the rise will outpace human capacity to sustain the needed services by combined natural and artificial means. Hence, a much greater dependence on artificial means -- in other words, environmental prostheses -- puts at risk not just the biosphere but also humanity itself.

ALREADY IN THE RED

Most environmental scientists believe that the shift has already been taken too far, lending credit to the folk injunction "Don't mess with Mother Nature." The lady is our mother all right, and a mighty dispensational force as well. After evolving on her own for more than 3 billion years, she gave birth to us a mere million years ago, an eye-blink in evolutionary time. Ancient and vulnerable, she will not tolerate the undisciplined appetite of her gargantuan infant much longer.

Abundant signs of the biosphere's limited resilience exist all around. The oceanic fish catch now yields \$2.5 billion to the U.S. economy and \$82 billion worldwide. But it will not grow further, simply because the amount of ocean is fixed. As a result, all of the world's 17 oceanic fisheries are at or below sustainable yield. I will grant at once that economic and production values at the ecosystem level do not alone justify saving every species in an ecosystem, especially those so rare as to be endangered. The loss of the ivory-billed woodpecker has had no discernible effect on American prosperity. A rare flower or moss could vanish from the Catskill forest without diminishing the region's filtration capacity. But so what? To evaluate individual species solely by their known practical value at the present time is business accounting in the service of barbarism.



In 1973, the economist Colin W. Clark made this point persuasively in the case of the blue whale, *Balaenopterus musculus*. At 100 feet and 150 tons in full maturity, the species is the largest animal that ever lived on the land or in the sea. It is also among the easiest to hunt and kill. More than 300,000 blue whales were harvested during the 20th century, with a peak haul of 29,649 in the 1930-'31 season. By the early 1970s, the population had plummeted to several hundred individuals. The Japanese were especially eager to continue the hunt even at the risk of total extinction. So Clark asked what practice would yield the whalers and humanity the most money: Cease hunting and let the blue whales recover in numbers and then harvest them sustainably forever, or kill the rest off as quickly as possible and invest the profits in growth stocks? The disconcerting answer for annual discount rates of more than 21 percent: Kill them all and invest the money.

TAKING THE LONG VIEW

Now, let us ask, what is wrong with that argument? Colin Clark's implicit answer is simple. The dollars-and-cents value of a dead blue whale was based only on the measures relevant to the existing market -- that is, on the going price per unit weight of whale oil and meat. There are many other values, destined to grow along with our knowledge of living *Balaenopterus musculus* in science, medicine and aesthetics, in dimensions and magnitudes still unforeseen. What was the value of the blue whale in A.D. 1000? Close to zero. What will be its value in A.D. 3000? Essentially limitless, plus the gratitude of the generation then alive to those who, in their wisdom, saved the whale from extinction.

No one can guess the full future value of any kind of animal, plant or microorganism. Its potential is spread across a spectrum of known and as-yet unimagined human needs. Even the species themselves are largely unknown. Fewer than 2 million are in the scientific register, with formal Latinized names, while an estimated 5 million to 100 million -- or more -- await discovery. Of the species known, fewer than 1 percent have been studied beyond the sketchy anatomical descriptions used to diagnose them.

Medicine is a domain that stands to gain enormously from the world's store of biodiversity, with or without the impetus of genetic engineering. Pharmaceuticals in current use already have drawn heavily from wild species. In the United States, about a quarter of all prescriptions dispensed by pharmacies are substances extracted from plants. Another 13 percent originate from microorganisms and 3 percent more from animals, for a total of about 40 percent derived from wild species. Even more impressively, 9 of the 10 leading prescription drugs originally came from organisms. The commercial value of the relatively small number of natural products is substantial. The over-the-counter cost of drugs from plants alone was estimated in 1998 to be \$20 billion in the United States and \$84 billion worldwide.

MUCH POTENTIAL UNREALIZED

But only a tiny fraction of biodiversity has been utilized in medicine, despite its obvious potential. The narrowness of the base is illustrated by the dominance of ascomycete fungi in the control of bacterial diseases. Although only about 30,000 species of ascomycetes have been studied, and they are but 2 percent of the total known species of organisms, they have yielded 85 percent of the antibiotics in current use. The underutilization is still greater than these figures alone suggest: Probably fewer than 10 percent of the world's ascomycete species have even been discovered and given a scientific name.

There is an evolutionary logic in the pharmacological bounty of wild species. Throughout the history of life, all kinds of organisms have evolved chemicals needed to control cancer in their own bodies, kill parasites and fight off predators. Mutations and natural selection, which invent this armamentarium, are processes of endless trial and error. Hundreds of millions of species, evolving by the life and death of astronomical numbers of organisms across geological stretches of time, have yielded the present-day winners of the mutation-and-selection lottery. We have learned to consult them while assembling a large part of our own pharmacopoeia. Thus, antibiotics, fungicides, antimalarial drugs, anesthetics, analgesics, blood thinners, blood-clotting agents, agents that prevent clotting, cardiac stimulants and regulators, immunosuppressive agents, hormone mimics, hormone inhibitors, anticancer drugs, fever suppressants, inflammation controls, contraceptives, diuretics and antidiuretics, antidepressants, muscle relaxants, rubefacients, anticongestants, sedatives and abortifacients are now at our disposal, compliments of wild biodiversity.

Revolutionary new drugs have rarely been developed by the pure insights of molecular and cellular biology, even though these sciences have grown very sophisticated and address the causes of disease at the most



fundamental level. Rather, the pathway of discovery has usually been the reverse: The presence of the drug is first detected in whole organisms and the nature of its activity is subsequently tracked down to the molecular and cellular levels. Then the basic research begins.

BETTER THAN SCIENCE FICTION

The surprising events that sometimes lead from natural history to medical breakthrough would make excellent science fiction -- if only they were untrue. The protagonists of one such plot are the poison dart frogs of Central and South America, belonging to the genera *Dendrobates* and *Phyllobates* in the family *Dendrobatidae*. Tiny, able to perch on a human fingernail, they are favored as terrarium animals for their beautiful colors: The 40 known species are covered by various patterns of orange, red, yellow, green or blue, usually on a black background.

In their natural habitat, dendrobatids hop about slowly and are relatively unfazed by the approach of potential predators. For the trained naturalist their lethargy triggers an alarm, in observance of the following rule of animal behavior: If a small and otherwise unknown animal encountered in the wild is strikingly beautiful, it is probably poisonous; if it is not only beautiful but also easy to catch, it is probably deadly. And so it is with dendrobatid frogs, which, it turns out, secrete a powerful toxin from glands on their backs. The potency varies according to species. A single individual of one (perfectly named) Colombian species, *Phyllobates horribilis*, for example, carries enough of the substance to kill 10 men.

Indians of two tribes living in the Andean Pacific slope forests of western Colombia, the Embera Choco and the Noanama Choco, rub the tips of their blowgun darts over the backs of the frogs, very carefully, then release the little creatures unharmed so they can make more poison. In the 1970s, a chemist, John W. Daly, and a herpetologist, Charles W. Myers, gathered material from a similar Ecuadorian frog, *Epipedobates tricolor*, for a closer look at the dendrobatid toxin. In the laboratory, Daly found that very small amounts administered to mice worked as an opiumlike painkiller, yet otherwise lacked the properties of typical opiates. Would it also prove nonaddictive? If so, the substance might be turned into the ideal anesthetic.

From a cocktail of compounds taken from the backs of the frogs, Daly and his fellow chemists isolated and characterized the toxin itself, a molecule resembling nicotine, which they named epibatidine. This natural product proved 200 times more effective in the suppression of pain than opium, but it was unfortunately also too toxic for practical use. The next step was to redesign the molecule. Chemists at Abbott Laboratories synthesized not only epibatidine, but hundreds of novel molecules resembling it. When tested clinically, one of the products, code-named ABT-594, was found to combine the desired properties. It depresses pain like epibatidine, including that from nerve damage of a kind usually impervious to opiates, and it is also nonaddictive. And ABT-594 has two other advantages: It promotes alertness instead of sleepiness and has no side effects on respiration or digestion. The full story of the poison dart frogs also carries a warning about the conservation of tropical forests. The discovery of epibatidine and its synthetic analogs almost never occurred, thanks to the destruction of the habitat in which populations of *Epipedobates* live.

By the time John Daly and Charles Myers set out to collect enough toxin for chemical analysis, following their initial visit to Ecuador, one of the two prime rain-forest sites occupied by the frogs had been cleared and replaced with banana plantations. At the second site, which fortunately was still intact, they were able to find enough individuals to harvest just 1 milligram of the poison. From that tiny sample chemists were able, with skill and luck, to identify epibatidine and launch a major new initiative in pharmacological research.

A RACE AGAINST TIME

It is no exaggeration to say that the search for natural medicinals is a race between science and extinction and will become critically so as more forests fall, and coral reefs bleach out and disintegrate. The exploration of wild biodiversity in search of useful re-sources is called bioprospecting. Propelled by venture capital, it has in the past 10 years grown into a respectable industry within a global market hungry for new pharmaceuticals. It is also a means for discovering new food sources, fibers, petroleum substitutes and other products. Sometimes, bioprospectors screen many species of organisms in search of chemicals with particular qualities, such as antiseptics or suppression of cancer.

On other occasions, bioprospecting is opportunistic, keying on one or a few species that show signs of yielding a valuable resource. Ultimately, entire ecosystems will be prospected as a whole, assaying all of the species for most or all of the products they can yield. The extraction of wealth from an ecosystem can be destructive or



benign. Dynamiting coral reefs and clear-cutting forests yield fast profits but are unsustainable. Fishing coral reefs lightly and gathering wild fruit and resins in otherwise undisturbed forests are sustainable and long-lived. Collecting samples of valuable species from rich ecosystems and cultivating them in bulk elsewhere in biologically less-favored areas are not only profitable but the most sustainable of all.

Nature's pharmacopoeia has not gone unnoticed by industry strategists. They are well aware that even a single new molecule has the potential to recoup a large capital investment made in bio-prospecting and product development. The single greatest success to date was achieved with extremophile bacteria living in the boiling-hot thermal springs of Yellowstone National Park. In 1983, Cetus Corp. used one of the organisms, *Thermus aquaticus*, to produce a heat-resistant enzyme needed for synthesis of DNA. The manufacturing process, called polymerase chain reaction (PCR), is today the foundation of rapid genetic mapping, a stanchion of the new molecular biology and medical genetics. By allowing microscopic amounts of DNA to be multiplied and typed, it also plays a key role in crime detection and forensic medicine. Cetus' patents on PCR technology, which have been upheld by the courts, are immensely profitable, with annual earnings now in excess of \$200 million and growing.

Perhaps it is enough to argue that the preservation of the living world is necessary for our long-term material prosperity and health. But there is another, and in some ways deeper, reason. It has to do with the defining qualities and self-image of the human species. Suppose, for the sake of argument, that new species can one day be engineered and stable ecosystems built from them. With that distant prospect in mind, should we go ahead and, for short-term gain, allow the original species and ecosystems to be lost? Yes? Erase Earth's living history? Then also burn the art galleries, make cordwood of the musical instruments, pulp the musical scores, erase Shakespeare, Beethoven, Goethe and the Beatles too, because all these - or at least fairly good substitutes -- can be re-created.

The issue, like all great decisions, is moral. Science and technology are what we can do; morality is what we agree we should or should not do. The ethic from which moral decisions spring is a norm or standard of behavior in support of a value, and value in turn depends on purpose. Purpose, whether personal or global, whether urged by conscience or graven in sacred script, expresses the image we hold of ourselves and our society. A conservation ethic is that which aims to pass on to future generations the best part of the nonhuman world. To know this world is to gain a proprietary attachment to it. To know it well is to love and take responsibility for it.

E.O. Wilson was a professor of biology at Harvard University from 1955 until 1997 and is the author of two Pulitzer Prize-winning books, "On Human Nature" and "The Ants." This article was excerpted from his new book, "The Future of Life," copyright 2002