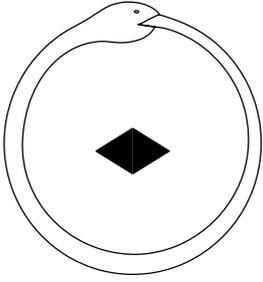




GLOSSÁRIO DA LYNN
e algumas colaborações
simbióticas

cadernos
SELVAGEM



GLOSSÁRIO DA LYNN e algumas colaborações simbióticas

*Este caderno foi publicado no âmbito do
Ciclo de Leitura Planeta simbiótico, organizado pela
Escola de Botânica em parceria com o Selvagem Ciclo,
com mediação de Anderson Santos. Agradecemos a Alessandra
Araújo, Marko Brajovic, Thalita Campbell, Guilherme Abuchahla,
Gustavo Rodrigues Rocha e Cris Muniz Araujo.*

*Há algo mais do que química na superfície do planeta,
e esse “mais do que a química” é a vida.*

LYNN MARGULIS EM DISCURSO NA NASA, 1984

Lynn Margulis (1938–2011) foi uma cientista marcante em muitos aspectos. Revolucionária, dedicada e curiosa, seu trabalho sacudiu estruturas antiquadas do pensamento científico em relação à vida.

Lynn aprofundou e disseminou noções sobre a evolução, mostrando que “não é um movimento linear”, e que a simbiose, convivência entre organismos distintos, é o principal motor de inovação evolutiva.

Ela foi fortemente criticada por cientistas neodarwinistas¹, que buscam explicar a vida em termos da competição entre indivíduos por sua sobrevivência. Embora possam existir competição e disputa, Lynn mostrou que as redes de colaboração e convivência que cobrem a superfície da Terra são de extrema relevância; e que nós mesmos não somos *indivíduos*, e sim ecossistemas, comunidades.

Glossário da Lynn é um caderno criado para contextualizar e facilitar o acesso a alguns termos importantes na obra de Lynn Margulis.

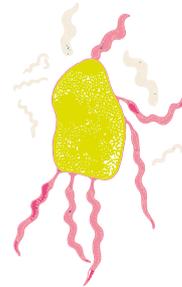
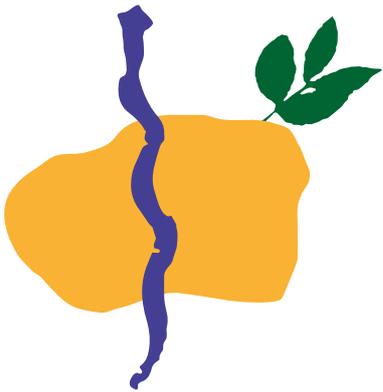
1. Ver *Neodarwinismo*, neste glossário.

Um equipamento de mergulho para um percurso pelo microcosmos, pela atmosfera da Terra, pelos oceanos e por toda a pulsante rede de vida que existe em Gaia.

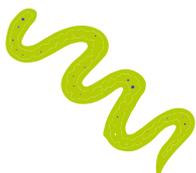
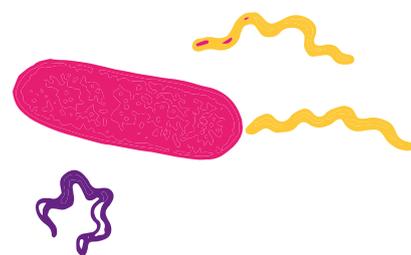
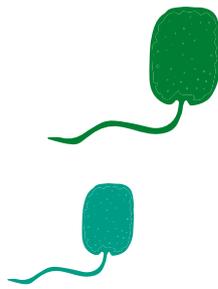
O glossário é baseado no filme *Symbiotic Earth* [Terra Simbiótica], de John Feldman, e no livro *Planeta Simbiótico* (Dantes Editora, 2022). Em alguns casos, fizemos citações diretas de Lynn Margulis, John Feldman ou outros cientistas, que estão sinalizadas entre aspas. Agradecemos a Gustavo Rodrigues Rocha pela mediação para as exibições do filme no Selvagem.

Também saudamos a memória de Lynn Margulis e agradecemos a todes que nos inspiram a tecer redes e comunidades colaborativas.

Diversas entradas deste glossário surgem em outros materiais do Selvagem. Indicamos especialmente um passeio pelas *Flechas* e a leitura dos livros *Planeta Simbiótico* e *Livro de seres invisíveis*. Sugerimos também a leitura dos cadernos *Propriocepção: quando o ambiente se torna o corpo*, *Algumas coisas que aprendi com Lynn Margulis* e *Vida, senhora da Terra*, que têm relação com a vida e obra de Lynn.



GLOSSÁRIO



ANTROPOCENTRISMO – Visão que considera os seres humanos como o centro do mundo. Lynn apontou como o antropocentrismo está presente na visão de muitas pessoas sobre a evolução, mesmo biólogos e outros cientistas. Assim, os seres humanos seriam o topo, o produto mais desenvolvido do processo evolutivo; mas o trabalho de Lynn mostra como, na verdade, são as bactérias que estão em todo lugar, e são elas que movimentam os grandes ciclos do planeta (ver *Bactérias*).

ARQUEOBACTÉRIA – Um tipo de bactéria fermentante que gosta de enxofre e calor, também chamada de “termoacidófila”. A arqueobactéria teria sido, segundo a teoria da endossimbiose sequencial proposta por Lynn, uma das duas bactérias envolvidas na primeira fusão simbiótica: unindo-se a uma espiroqueta, bactéria natatória, teria formado o *nucleocitoplasma*, substância ancestral das células dos animais, plantas e fungos. A bióloga Aliny Pires ressalta que, atualmente, o sistema de classificação dos organismos, baseado na sistemática filogenética, utiliza o termo Archeobacteria para o grupo de organismos filogeneticamente localizados entre as bactérias e os eucariontes, sendo mais próximos destes últimos.

AUTOPOIESE – A vida cria a si mesma, sempre crescendo e se expandindo, gerando novas formas e manifestações no espaço. Isso é a *autopoiese*, e essa é uma das características que definem a vida. Quando um organismo morre, sua matéria continua em seu corpo por um tempo, mas ele não pode mais se reproduzir, se renovar, crescer e gerar movimento. A vida não está mais ali; foi para outro lugar.

BACTÉRIAS – A ancestral comum de todas as espécies e seres que vivem no planeta Terra hoje foi uma célula bacteriana. Mas as bactérias não se limitam ao passado do planeta, e nem são apenas organismos que podem causar doenças e sofrimento. Bactérias são nossas principais parceiras simbióticas: temos bactérias em todo o nosso corpo, fundamentais para nossa vida. Elas também são responsáveis por diversos ciclos da vida, da atmosfera e das relações ecológicas entre os seres vivos.

CÉLULA – Segundo Lynn Margulis, esta é a menor unidade da vida, e não o gene. A célula é formada, essencialmente, por uma *membrana*,

que delimita seu interior, e pelo *citoplasma*, um oceano fluido onde as estruturas estão imersas. Dentro desse oceano, toda a vida acontece: respiração, reprodução, transporte de nutrientes e informações e muitos outros processos. A principal categorização das células diz respeito a seu núcleo: células *procariontes* são células que não têm núcleo, e todo o seu material está disperso pelo citoplasma. Essas são células bacterianas. Todos os outros reinos são compostos por seres com células *eucariontes*, que possuem núcleo.

CIANOBACTÉRIA – “Mestras do mundo”, segundo Lynn Margulis. São as bactérias verde-azuladas, seres invisíveis que se alimentam de luz e, nesse processo, liberam oxigênio, através da fotossíntese. São transformadoras, usinas que fazem um diálogo entre o cosmos e nosso planeta. Responsáveis por grande parte do oxigênio atmosférico, estão na origem da vida na Terra como a conhecemos hoje.

CLOROPLASTO – Organelas presentes nas células de plantas, responsáveis pela fotossíntese feita por esses seres. Assim como as mitocôndrias, os cloroplastos contêm seu próprio conjunto de genes. Além disso, são muito semelhantes às cianobactérias atualmente vivas. Lynn defendeu que essa relação não era casual: na origem ancestral dos cloroplastos estão cianobactérias que foram incorporadas, mas não digeridas, por outras bactérias, e passaram a viver com estas em uma relação simbiótica, até gerar um novo tipo de organismo.

COLETIVOS DE PENSAMENTO – Conjuntos de ideias praticadas socialmente. Nosso ponto de vista é integrado à cultura e ao ambiente à nossa volta. Lynn observou com atenção esses coletivos de pensamento, que também são chamados de “incapacidades induzidas”, por sua capacidade de impedir que as pessoas consigam enxergar além daquilo que elas aprenderam a enxergar. Para Lynn, que propunha uma revolução na estrutura do pensamento científico sobre a vida, esse era um tema importante.

COGNIÇÃO – “Ação baseada em informações sensoriais” (James Shapiro). Ainda hoje há quem acredite que os humanos seriam diferentes (e superiores) aos demais seres por terem, por exemplo, pensamento,

inteligência, consciência ou espírito. Um aspecto em comum entre esses conceitos é que todos sugerem que o restante da natureza seria composta de meras máquinas biológicas, enquanto os seres humanos teriam algo *a mais*. *Cognição*, defende o microbiólogo James Shapiro, seria um bom conceito para esse debate, já que sugere a capacidade de aprender e reagir ao ambiente a partir de suas informações e, ao mesmo tempo, evita certas palavras com uma história mais carregada de antropocentrismo e implicações filosóficas.

DARWINISMO – Charles Robert Darwin (1809–1882) foi um naturalista, geólogo e biólogo britânico. Sua obra mais conhecida é o livro *A origem das espécies* — ou, de forma mais completa, *A origem das espécies por meio da seleção natural, ou preservação das raças favorecidas na luta pela vida*. Através dessa obra, Darwin estabeleceu a base da biologia evolutiva que conhecemos hoje, introduzindo a teoria de que as formas de vida evoluem, se modificam e se transformam ao longo das gerações por um processo de seleção natural (ver *Seleção natural*). O darwinismo, portanto, é um termo que geralmente diz respeito às teorias, ideias e pesquisas sobre a evolução das espécies.

DNA – Molécula de armazenamento de informações. O DNA (ácido desoxirribonucleico) é um composto orgânico formado por pentose (um açúcar), ácido fosfórico e 4 diferentes tipos de bases nitrogenadas, que se associam em diferentes possibilidades de combinação para formar um código específico, responsável por determinada informação. É o principal sistema de escrita da vida. O DNA assume uma forma de hélice dupla dentro das células, como minúsculas serpentes espiraladas.

EPIGENÉTICA – “É a maneira pela qual diferentes genes são usados em diferentes momentos e lugares para que o mesmo genoma, que você herda no seu ovo fertilizado, possa dar origem a diferentes conjuntos de células” (Scott Gilbert).

ESPIROQUETAS – Seres pequeninos e serpeantes, como fios de cabelo ao vento ou saca-rolhas que não cansam de se contorcer. São as nadadoras velozes do mundo microbiano. Seus ancestrais, Lynn Margulis defendia, estariam na origem de todos os seres nucleados ao se fundir, por simbiogênese, com as arqueobactérias do passado.

EVOLUÇÃO – Processo pelo qual a vida gera novas formas de si mesma. Para Lynn, a simbiose é o fator chave da evolução, responsável pela maior parte da inovação evolutiva e pelos grandes saltos evolutivos que ocorrem em certas épocas. Esse é um ponto de distinção importante entre o pensamento de Lynn e o dos neodarwinistas, que defendem que a evolução ocorre através da seleção natural e de mudanças aleatórias que ocorrem nos genes durante a replicação das células (ver *Neodarwinismo*).

GAIA – Lynn Margulis foi responsável, junto ao físico e químico James Lovelock, pela estruturação e difusão da teoria Gaia, que propõe a Terra como um sistema interligado, em que a vida é responsável por regular suas próprias condições de existência e manutenção. “Gaia, a Terra viva, transcende em muito qualquer organismo ou mesmo qualquer população. Os resíduos de um organismo são o alimento de outro. Sem distinguir entre o alimento de um e o resíduo de outro, o sistema de Gaia recicla a matéria em todo o planeta.” (Lynn Margulis). Lynn também defendeu que são as bactérias que operam o sistema Gaia, por seu papel no funcionamento dos grandes ciclos do planeta, como o ciclo de oxigênio e a decomposição de matéria viva (ver *Bactérias*).

GENOMA – Conjunto de moléculas de DNA dentro de uma célula. Entre 1990 e 2003, o *Human Genome Project* (Projeto Genoma Humano), que uniu cientistas de todo o mundo para mapear e sequenciar o DNA humano, descobriu que a maior parte do material genético dentro de nossos corpos não é exatamente humano, e sim das bactérias que convivem conosco em relações simbióticas. Outro ponto de debate sobre o genoma é que, de acordo com perspectivas sistêmicas da biologia, contrárias ao pensamento neodarwinista, os genes não seriam forças que determinam nosso organismo como uma via de mão única, mas sim algo como um banco de dados, do qual o organismo e suas células retiram e inserem informações.

HOLOBIONTE – De acordo com o pensamento sistêmico que vem se fortalecendo na ciência contemporânea, o indivíduo não é mais *um* genoma. Somos consórcios, ecossistemas, comunidades simbióticas nas quais diferentes seres coabitam, em relações de interdependência.

MECANICISMO – Sistema de pensamento que surgiu com a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII. Procura estudar o mundo matematicamente, buscando regularidades que permitam prever e controlar processos naturais. Também tem relação com os valores de objetividade e distanciamento característicos da ciência moderna e da separação entre ser humano e natureza.

METABOLISMO – “O fluxo de energia e matéria através de uma rede de reações químicas dentro de um organismo, que o permite se manter e se perpetuar” (John Feldman). Todos os seres vivos possuem metabolismo, em diversas camadas, desde os processos químicos que ocorrem no interior de cada célula até os processos maiores, que envolvem a interação entre células, tecidos e órgãos.

MICORRIZA – Associação simbiótica entre alguns fungos e as raízes de algumas plantas. Os fungos auxiliam a planta a absorver água e sais minerais do solo e, em troca, recebem das plantas carboidratos e aminoácidos essenciais para seu desenvolvimento. Quando visíveis, parecem uma rede de filamentos brancos que se espalham a partir das raízes das plantas – como se fossem as raízes das raízes.

MITOCÔNDRIA – Organelas presentes em células eucariontes, responsáveis pela respiração celular. As mitocôndrias possuem seu próprio DNA. Lynn conheceu, como aluna de mestrado, a teoria de que as mitocôndrias poderiam ser consideradas bactérias simbióticas, e essa acabou se tornando uma das bases de sua teoria da endossimbiose sequencial, popularmente apelidada de SET (ver *Teoria da Endossimbiose Sequencial*).

MITOSE – Dança dos cromossomos. Processo de divisão celular característico de células com núcleo. Como um pode se transformar em dois, dois em quatro e assim por diante? Não a vemos, salvo através de microscópios, mas a mitose está na base do crescimento de inúmeras formas de vida. Através dela, células fazem cópias de si mesmas, duplicando-se e multiplicando os seres que compõem, entrelaçados e dialogando entre si, a Biosfera.

NEODARWINISMO – Essa corrente surgiu na primeira metade do século XX, unindo as teorias da evolução de Darwin com as ideias de

Gregor Mendel sobre hereditariedade, que depois se tornaram a genética. Os neodarwinistas foram os principais opositores, no campo científico, das ideias de Lynn Margulis, tanto em relação à simbiose quanto em relação à Teoria de Gaia. “A essência do neodarwinismo é que as variações de um indivíduo para outro, que levam a mudanças evolutivas, são causadas por diferenças em seus genes, e que essas diferenças são os resultados de erros que acontecem quando os genes são copiados durante a reprodução. Estes são chamados de *mutações genéticas aleatórias*.” (John Feldman).

PROPRIEDADES EMERGENTES – Quando reunimos diferentes atores em um mesmo sistema, o que acontece não é igual apenas à soma de suas partes separadas. Essas *propriedades emergentes* abrem para uma visão mais holística na ciência: um pensamento sistêmico, em vez de um pensamento mecanicista.

PROTISTA – Reino de organismos eucariontes unicelulares. Os protistas costumavam ser chamados de “protozoários”, um nome que não é muito adequado porque sugere que tais seres seriam protótipos de animais (“zoa”), sendo que, de fato, eles evoluíram não apenas em animais, mas também em fungos e algas, estas últimas ancestrais das plantas.

PROTOTISTA – Termo cunhado por John Hogg e empregado por Lynn Margulis e Karlene V. Schwartz, sua colega, como uma versão ampliada do reino Protista, passando a incluir também alguns seres multicelulares, como certas algas.

REDUACIONISMO – Método que procura compreender o todo a partir de sua divisão em partes menores e, posteriormente, o estudo dessas partes.

REINO – Até algumas décadas atrás, a vida era dividida entre dois grandes reinos: plantas e animais. Lynn Margulis foi uma das pessoas responsáveis pela criação da visão de que a vida é dividida, na verdade, em cinco reinos, com base em aspectos como as características das células e formas de reprodução. Esses reinos são: *Monera* (bactérias), *Protista* (protistas ou protoctistas), *Plantae* (plantas), *Animalia* (animais) e *Fungi* (fungos).

SELEÇÃO NATURAL – “Todas as populações de organismos crescem a taxas que não podem ser sustentadas pelo ambiente deles. [...] Existem mais do que podem sobreviver, e apenas algumas sobrevivem: isso é seleção natural. É um processo de eliminação” (Lynn Margulis). Lynn foi uma das responsáveis pela atual visão de que a seleção natural, embora seja um processo real e importante dentro das teias de relações ecológicas, não é o único processo de regulação das populações em um ecossistema, e tampouco é o principal fator na evolução das espécies.

SEXO – Em uma definição ampla, o sexo ocorre quando as células e o organismo de um indivíduo adquirem e recombina DNA de uma outra fonte. Nossa ideia mais comum sobre o sexo é geralmente ligada ao sexo entre animais, mas há inúmeras formas de sexo entre os diferentes tipos de seres, inclusive sexo sem reprodução e vice-versa. Lynn Margulis publicou, em 1990, um livro dedicado a esse tema, escrito junto a seu filho Dorion Sagan: *Origins of sex: three billion years of genetic recombination* [As origens do sexo: três bilhões de anos de recombinação genética].

SIMBIOGÊNESE – Geração de novas espécies a partir da simbiose. Lynn considera a simbiogênese um dos principais fatores de inovação evolutiva, responsável pela geração de muitas espécies e por grandes saltos na evolução da vida. Sua teoria da endossimbiose sequencial, um de seus trabalhos mais conhecidos e também mais polêmicos, é baseada na simbiogênese, a partir de fusões simbióticas entre certas bactérias, bilhões de anos atrás (ver *Teoria da endossimbiose sequencial*).

SIMBIOSE – Palavra com origem no grego sym / bio: “viver junto”. A simbiose é o que ocorre quando organismos de diferentes espécies vivem juntos, em contato físico prolongado. “Somos simbiontes em um planeta simbiótico. A simbiose está em todo lugar”, disse Lynn Margulis. A simbiose nos ensina que a vida se baseia em estruturas de interdependência, redes, comunidades.

TEORIA DA ENDOSSIMBIOSE SEQUENCIAL – Uma teoria proposta por Lynn Margulis, pela primeira vez, em um artigo publicado em 1967: *On the Origin of Mitosing Cells*. Lynn defende que as células nucleadas que conhecemos se desenvolveram a partir de uma sequência de 4 fusões

simbióticas de bactérias há bilhões de anos. Primeiro, uma arqueobactéria teria se unido a uma espiroqueta e criado a estrutura básica de uma célula nucleada, com citoplasma e estruturas de movimentação (os cílios e flagelos). Em seguida, esse novo organismo teria incorporado uma mitocôndria, a 3ª parte da sequência, e assim desenvolvido a habilidade de respirar oxigênio. Esta seria a ancestral de todos os animais, fungos e protistas. Na 4ª etapa, essa bactéria teria incorporado uma bactéria fotossintetizante, próxima à cianobactéria que conhecemos hoje, e passado a realizar fotossíntese, produzindo seu próprio alimento. Esta seria a ancestral das plantas e das algas fotossintetizantes.

VIDA – “*O que é a vida?* A vida não é uma coisa, a vida é um processo” (Lynn Margulis). Lynn estudou profundamente a vida – desde suas origens primordiais, com as primeiras células bacterianas que surgiram na Terra, há bilhões de anos, que evoluíram e geraram novas espécies, mais complexas, por meio de fusões simbióticas. Lynn observou por longos períodos de tempos o microcosmo, onde a vida costuma passar despercebida, e também ajudou a construir as visões mais sistêmicas e holísticas da vida, como a Teoria de Gaia. A vida não é apenas um detalhe no planeta Terra. A biosfera faz parte integral da estrutura do planeta, desde sua superfície até a composição de sua atmosfera. A vida está em cima, embaixo, por todos os lados, tomando diferentes formas, criando e expandindo a si mesma. Somos uma parte entre muitas.

LYNN MARGULIS

Bióloga estadunidense, autora da teoria da endossimbiose, a que transformou o entendimento da evolução das células com núcleo. Lynn descreveu sua teoria no artigo *On the origin of mitosing cells* [Sobre a origem das células mitóticas], publicado no *Journal of Theoretical Biology* em 1967, e, apesar de ter sofrido inúmeras críticas quando foi lançado, hoje é considerado um dos documentos mais importantes da biologia.

O trabalho de produção editorial dos Cadernos Selvagem é realizado coletivamente com a comunidade Selvagem. A coordenação editorial é de Mariana Rotili e a editoração de Isabelle Passos. Agradecemos a Daniel Grimoni pela contextualização dos termos e a Anderson Santos pela revisão técnica.

Mais informações em selvagemciclo.com.br

DANIEL GRIMONI

Daniel é artista e educador, licenciado em Letras pela UNIRIO e atualmente estudante de música. É autor do livro de poesia *Todo (o) corpo agora* (2019), além de contos e poemas publicados em coletâneas e revistas diversas. Pesquisa os diálogos entre arte, ecologia e educação, e trabalha, desde o início de 2023, como assistente de produção no Selvagem.

ANDERSON SANTOS

Anderson é Mestre em biodiversidade vegetal e Meio Ambiente, formado pelo Instituto de Botânica de São Paulo, atua na área de pesquisa científica botânica e ensino há 19 anos. Trabalhou no Instituto de

Botânica e Jardim Botânico de São Paulo como colaborador e também como professor do Ensino de botânica em escolas e universidades. Realiza expedições por diversas localidades do Brasil, estudando principalmente a flora e ambientes da Mata Atlântica e Cerrado. Idealizador e fundador da Escola de Botânica, já lecionou para mais de 10.000 estudantes presencialmente. É apresentador do programa de natureza Terra Brasil, transmitido pela TV Cultura e Discovery Channel.