

Dante Augusto Galeffi  
Maria Inês Corrêa Marques  
Joaquim Viana Neto  
(Organizadores)

**Natureza da Criatividade**  
**Cartografias de Processos Criativos**

Volume 1

**QUARTETO**  
EDITORA

Salvador – 2018

Copyright © Quarteto Editora, 2018

Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, sejam quais forem os meios empregados, a não ser com a permissão escrita do autor e da editora, conforme a Lei nº 9610, de 19 de fevereiro de 1998.

**Projeto gráfico**  
Quarteto Editora

**Capa**

**Editor**  
José Carlos Sant Anna

**Conselho Editorial**

Célia Marques Telles – Universidade Federal da Bahia

Edivaldo Boaventura – Universidade Federal da Bahia

Edleise Mendes – Universidade Federal da Bahia

João Carlos Salles – Universidade Federal da Bahia

Sérgio Mattos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Rita Maria Bastos Vieira – Universidade do Estado da Bahia

---

Todos os direitos desta edição reservados à:

**Quarteto Editora**

Av. Antonio Carlos Magalhães, 3213

Ed. Golden Plaza, s/ 702 – Iguatemi

40.280-000 – Salvador – Bahia

Telefax: (71) 3452-0210

Email: [quarteto.livros@compos.com.br](mailto:quarteto.livros@compos.com.br)

[www.editoraquarteto.com.br](http://www.editoraquarteto.com.br)

## SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	7
Dante Augusto Galeffi	
Maria Inês Corrêa Marques	
Joaquim Viana Neto	
A CIDADE E O TEMPO: CRIAÇÃO FILOSÓFICA PARA UMA ONTOLOGIA DA MEGALÓPOLE .....	11
Dante Augusto Galeffi	
Maria Inês Corrêa Marques	
PARA ALÉM DO SENSÍVEL: ESPAÇOS E DEPOSIÇÕES .....	41
Joaquim Viana	
BREVE CARTOGRAFIA DOS CRIADORES DA POÉTICA DA ABSTRAÇÃO: KANDINSKY, MONDRIAN, MALEVITCH .....	49
Dante Augusto Galeffi	
NATUREZA DA CRIATIVIDADE OU CRIATIVIDADE DA NATUREZA? .....	79
Javier Collado Ruano	
ESTÉTICA E RITUAL BORI NO CANDOMBLÉ: CONEXÃO ENTRE PASSADO E PRESENTE NA OBRA ARTÍSTICA DE AYRSON HERÁCLITO .....	109
Alessandro Malpasso	
Maria de Fatima Hanaque Campos	
A POTÊNCIA DO SER PROFESSOR .....	121
Marineuza Matos dos Anjos	
Eduardo Chagas Oliveira	
Ana Cristina de Mendonça Santos	

## NATUREZA DA CRIATIVIDADE OU CRIATIVIDADE DA NATUREZA?

Javier Collado Ruano

A natureza do presente artigo tem como objeto de estudo refletir sobre a natureza da criatividade nas estratégias e processos coevolutivos da própria natureza. Para este fim, combina-se a metodologia transdisciplinar com o marco teórico da “Grande História” para abordar os fenômenos coevolutivos que a vida vem desenvolvendo na Terra desde aproximadamente 3.8 bilhões de anos. Como resultado da unificação, integração e inclusão da história do universo, do sistema solar, da Terra e da vida junto à história do ser humano, o estudo identifica nove princípios operacionais que a vida desenvolve na natureza para copiá-los biomimeticamente com o propósito de alcançar um mundo mais sustentável, resiliente e regenerativo, conforme é requerido pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas para o ano 2030. Em conclusão, faz-se necessário adotar novas perspectivas biomiméticas e transdisciplinares na educação para abordar a grande pegada ecológica que tem as ações da cidadania mundial na complexa rede ecossistêmica de Gaia.

## **Introdução a uma criatividade infinita...**

Falar sobre a natureza da criatividade é falar sobre a capacidade que determinados seres vivos tem para criar, adaptar e modelar novos ambientes. É uma capacidade intrínseca ao próprio fenômeno da vida. A vida é um *continuum* que apareceu na Terra faz uns 3.8 bilhões de anos atrás, depois de uma longa evolução do universo que ainda está em permanente reestruturação energética. Então, estudar a natureza da criatividade significa estudar a criatividade da natureza, a criatividade da vida e a criatividade dos fenômenos cósmicos. Mas qual é a fonte de toda essa criatividade? Qual é o papel da criatividade no desenvolvimento humano sustentável no seu caminhar histórico? Como podemos compreender a criatividade infinita que está inscrita no DNA dos processos coevolutivos da natureza e no cosmos? Qual é o papel da educação no século XXI para potenciar a criatividade na formação humana? Com essas questões de fundo, o presente artigo reflete sobre a natureza da criatividade nas estratégias e processos coevolutivos da vida na natureza e no cosmos, tendo como objetivo principal a identificação dos seus princípios operacionais para copiá-los e aplicá-los biomimeticamente nos sistemas socioeconômicos humanos com o propósito de criar um horizonte civilizatório mais resiliente e regenerativo, conforme é requerido urgentemente pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas para o ano 2030.

### ***A consciência cosmoderna da metodologia transdisciplinar: criando laços criativos entre a educação e a sustentabilidade***

Um breve sumário da coevolução ecosistêmica em Gaia<sup>1</sup> é suficiente para compreender a infinita criatividade da vida

---

<sup>1</sup> Gaia é a deusa primitiva que personifica a Terra na mitologia grega.

na natureza. A sua ampla complexidade precisa de ferramentas epistêmicas que tenham em conta os diferentes níveis de operacionalidade de todas as suas leis biofísicas. A ideia de interconexão entre os seres humanos e as demais formas de vida nos leva a revisar o conceito de desenvolvimento a través de um estudo transdisciplinar dos processos coevolutivos que a vida vem desenvolvendo desde a sua aparição na Terra há 3.8 bilhões de anos. O “milagre cósmico da vida” é um desafio transdisciplinar que devemos integrar no consciente das pessoas para salvaguardar a grande biodiversidade que coevoluiu em Gaia. É por este motivo que o presente artigo foi elaborado a partir do marco teórico da Grande História cunhada e fundamentada teoricamente pelos historiadores David Christian (2010) e Fred Spier (2011), e usando a metodologia proposta pelo físico nuclear Basarab Nicolescu (2014): *níveis de realidade, lógica do terceiro incluído e complexidade*. Essa simbiose teórica e metodológica representa uma abordagem epistemológica que compreende ao ser humano desde uma *consciência cosmoderna* (NICOLESCU, 2014), ou seja, como uma parte integrante da totalidade cósmica autopoiética que alberga o imperativo bioético de desenvolver uma cultura de paz para o cumprimento dos ODS. Para alcançar os ODS no ano 2030, a educação formal, não formal e informal, é uma ferramenta essencial para transformar criativamente a sociedade-mundo. De acordo com a obra “*os sete saberes necessários para a educação do futuro*”, escrita pelo sociólogo Edgar Morin em 1999 baixo o convite do diretor do projeto transdisciplinar “*Educação para um futuro sustentável*” da UNESCO, “ensinar a condição humana significa ensinar a condição cósmica, física e terrestre do indivíduo-sociedade-espécie” (MORIN, 1999: 21-23). Desde esses horizontes intelectuais visionários, toda educação que pretenda

ser universal deve ter em conta os diferentes níveis de realidade gnosiológicos e ontológicos que constituem a identidade multidimensional do indivíduo-sociedade-espécie: como *indivíduo* de uma comunidade local específica; como cidadão ou cidadã de uma *sociedade* determinada pertencente a uma comunidade ou estado/nação; e como uma mesma *espécie* cosmo-bio-genética em constante processo de co-evolução com o meio ambiente. Uma tri-identidade humana aberta à diversidade cultural infinita da cidadania planetária na sua própria unidade como espécie. Do mesmo modo que a própria ontologia estrutura a natureza em diferentes níveis de Realidade, o ser humano tem diferentes estratos, níveis e planos de percepção gnosiológica que estruturam e concretizam sua complexidade histórica no seu contexto cosmológico, de aí que também podemos adicionar a vertente identitária do Cyber-Espaço-Tempo: a identidade virtual.

Em harmonia com essa abordagem epistemológica está a “*Educação Cósmica*” proposta no ano 1935 pela bióloga, médica, psiquiatra, antropóloga, filósofa, educadora e pedagoga Maria Montessori, que desenha programas pedagógicos para modelar a formação humana através da complexidade adjacente nos diferentes níveis de identidade que compõem ao gênero humano, sem cair em lógicas reducionistas, unidimensionalizantes ou homogeneizadoras. Nossa identidade está construída a partir de múltiplas dependências. É uma construção original a partir de múltiplas relações. Toda cultura é mais ou menos híbrida, mestiça, feita de cruces, retroalimentações... Não existem culturas acabadas né perfeitas porque toda cultura leva em se mesma sufiências, insuficiências, funcionalidades, dis-funcionalidades... “O bucle conceitual eco-bio-antropo-social é um bucle no que o pensamento da complexidade natural deve permitir desenvolver

o pensamento da complexidade social e política” (MORIN, 1983: 120). Nessa linha de pensamento, o método Montessori é um conjunto de saberes, práticas e propostas caracterizado pelo seu ênfases na interdependência de todos os elementos naturais, de modo que podam se criar condições para que as crianças de 6 a 12 anos — a cidadania mundial do futuro 103 potencializem a sua criatividade e os seus sentimentos de cooperação, respeito e amor pela relação com a própria natureza e o cosmos. “A vida é um agente cósmico. Como essa verdade deve ser apresentada às crianças de maneira que toque a sua imaginação?” se pergunta Maria Montessori (2003: 32). De forma similar à Grande História, a “*Educação Cósmica*” está embasada em dar liberdade às crianças para explorar, estudar e adquirir conhecimentos sobre os inícios do universo, a origem da vida, a evolução do ser humano, o desenvolvimento da linguagem e a história das matemáticas. Por todo isso é necessário promover uma transformação epistemológica estrutural que facilite o desenvolvimento de um pensamento complexo capaz de construir um novo tipo de identidade para a emergente cidadania planetária. Uma identidade planetária apoiada na ideia de que os seres humanos somos parte da natureza (governados por leis naturais), cujo planejamento histórico aborde o passado dos povos, da vida, da Terra e do universo. Ou seja, uma visão transdisciplinar cujo enfoque dinâmico e criativo compreenda a complexidade das relações sociais do nosso tempo com a natureza e o cosmos, em harmonia com o marco teórico da *Grande História*, onde o ser humano é considerado uma parte importante dos processos coevolutivos.

### **A criatividade dos processos coevolutivos da Grande História**

De acordo com o consenso científico atual da Grande História (SPIER, 2011: 101), o universo humanamente conhecido

surgiu há aproximadamente 13,7 bilhões de anos antes do presente (AP), com a explosão do “*Big Bang*”. A formação da Terra se produziu em torno de 3,8 e 3,5 bilhões de anos AP. Durante a primeira metade deste período, as formas de vida ancestrais da Terra se mantiveram em níveis de complexidade muito simples (como as arqueobactérias ou as eubactérias), mas a aparição do oxigênio livre na atmosfera originou as primeiras células complexas (as eucarióticas), fazem 2 bilhões de anos AP. A explosão câmbria do metazoo teve lugar 1,5 bilhões de anos depois, fazem 542 milhões de anos AP. Desde então, a variedade biológica se incrementou em grande velocidade, formando uma ampla gama de organismos multicelulares que vêm desenvolvendo estratégias de sobrevivência com fluxos de energia muito singulares, como por exemplo a cadeia trófica. Se bem tudo parece indicar que a vida surgiu nas profundezas dos oceanos, não conseguiu alcançar terra firme até 450 milhões de anos AP. Tão somente 250 milhões de anos depois de alcançar a superfície terrestre surgiram os primeiros animais de sangue quente, onde se destacaram os famosos dinossauros do período Cretácico que desapareceram há 66 milhões de anos AP pelo impacto de um suposto asteroide na Terra. Segundo aponta Christian (2010: 162), essa circunstância deu lugar ao período hegemônico dos mamíferos, de onde emergiram mais tarde os primeiros hominídeos bípedes, em torno a 7 milhões de anos AP. Graças ao teste de carbono-14 realizado nos fósseis encontrados até esta data, se pode conhecer de maneira aproximada a datação dos primeiros *australopitecos*, que parecem ter uns 4 milhões de anos AP. Os de *Homo habilis* datam de 2,5 milhões de anos AP, os de *Homo erectus* em torno de 2 milhões de anos AP, e os do *Homo neardenthalis* e *Homo sapiens* apontam para uns 200.000 anos AP. Com a extinção do *Homo floresiensis*

faz uns 13.000 anos atrás, o *Homo sapiens* é o único sobrevivente da espécie humana que coevoluiu no planeta Terra junta ao resto da biodiversidade animal, vegetal, insetos e bactérias.

A coevolução é um conceito cunhado pelo biólogo Paul R. Ehrlich e o botânico e ambientalista Peter H. Raven no ano de 1964. No seu trabalho conjunto “*Butterflies and Plants: A study in coevolution*”, abordaram as influencias recíprocas que tem as plantas e os insetos que se alimentam delas: “uma abordagem que gostaríamos de chamar de coevolução é o exame dos padrões de interação entre dois grupos de organismos com uma relação ecológica fechava evidente, tal como as plantas e os herbívoros” (EHRlich; RAVEN, 1964: 586). Se bem a ideia de coevolução não era nova e já havia sido expressado em teorias anteriores, o uso que Ehrlich e Raven fizeram do termo permitiu que pensadores de outros campos de aplicação fizessem novas interpretações. Em 1980, o ecólogo evolucionista Daniel H. Janzen foi o primeiro a definir o conceito de coevolução no seu artigo “*When is it Coevolution?*”. “A «coevolução» pode ser utilmente definida como uma mudança evolutiva em um traço dos indivíduos de uma segunda população, seguido de uma resposta evolutiva da segunda população pela mudança na primeira” explica Janzen (1980: 611), acrescentando que “«a coevolução difusa» ocorre quando uma ou ambas populações na definição anterior estão representadas por uma série de populações que geram uma pressão seletiva como um grupo”. Desse modo, a interdependência ecológica requer três princípios básicos: 1) *especificidade*, onde a evolução de cada espécie se deve às pressões seletivas da outra; 2) *reciprocidade*, ao evoluir conjuntamente ambas espécies; 3) *simultaneidade*, que ambas espécies evoluam ao mesmo tempo. Assim, o processo coevolu-

tivo foi usado em um sentido relativamente restrito no marco na evolução biológica.

Porém o sentido de “*coevolução*” que este ensaio utiliza para discuti-lo na educação vai mais além: abarcando e integrando tanto o grau de associação filogenética mútua com o grau de modificação mútua com a coadaptação, mas também os processos globais da macroevolução e os processos específicos da microevolução. A coevolução pode ser definida, então, como uma mudança evolutiva recíproca entre espécies e o seu entorno natural que, durante o desenvolvimento complexo de inter-retro-ações entre si, modificam-se mutuamente de forma constante. Esta perspectiva coevolucionista é usada pelo pesquisador Rolf Zinkernagel (2007) — Prêmio Nobel de Medicina de 1996 — para explicar como o sistema imunológico tem coevoluído com micróbios que causam enfermidades infecciosas, e também com a distinção entre a evolução biológica e social que introduzem os historiadores russos Korotayev, Markov e Grinin (2015). Em termos gerais, a coevolução é um processo de retroalimentação que está muito presente na natureza e serviu de base para a exploração agrícola e industrial do ser humano durante sua evolução histórica na Terra. Como explica o economista ecológico Richard B. Norgaard (1994: 39), “com a industrialização, os sistemas sociais coevoluíram para facilitar o desenvolvimento através da exploração do carvão e do petróleo. Os sistemas sociais já não coevoluíram para interagir mais eficazmente com os sistemas ambientais”. Com a Revolução Industrial se iniciou uma era de hidrocarbonetos que modificaram drasticamente os processos coevolutivos da etapa agrícola anterior do ser humano. Na medida que os sistemas sociais começaram a exercer fortes pressões nos sistemas ambientais, o “*stock*” de recursos naturais

diminuiu muito rapidamente: iniciando-se um período evolutivo de insustentabilidade planetária.

A sociedade globalizada do século XXI tem que tomar consciência, de forma urgente, da insustentabilidade socioeconômica do “quadrimotor globalizador” da ciência, a indústria, o capitalismo e a tecnologia, pois estão colocando em grave risco tanto as gerações humanas futuras como ao resto dos ecossistemas naturais. É necessário organizar o conhecimento de forma transdisciplinar para compreender que nossa evolução como espécie está intrinsecamente interligada nos processos de coevolução constante que as distintas formas de vida vêm desenvolvendo no nosso planeta Terra desde bilhões de anos. Trata-se de uma coevolução multidimensional que se desenvolve através de inter-retro-ações entre os diferentes níveis de realidade cósmica, planetária, regional, nacional e local, onde se estabelece uma extensa rede de interdependência universal de fenômenos ecológicos, biofísicos, sociais, políticos, culturais, econômicos e tecnológicos. Daí que a exploração descontrolada dos recursos naturais para a fabricação de produtos industriais tenha-se convertido numa problemática de grande preocupação na agenda internacional, aonde diferentes atores geopolíticos estudam e analisam há décadas, os fenômenos transfronteiriços que afetam a todas as formas de vida. É urgente preservar as milhões de espécies que conformam a criativa biodiversidade dos ecossistemas naturais, pois são um verdadeiro milagre cósmico. Neste sentido, os ODS emergem como um marco de ação transnacional que persegue mobilizar à cidadania mundial para tratar com urgência a enorme pegada ecológica e social que temos chegado no século XXI.

## **O que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)?**

Em setembro de 2015, a Assembleia Geral das Nações Unidas celebrada em Nova York, conseguiu que 193 Estados Membros se comprometessem a ampliar sua luta para frear a degradação do meio ambiente com os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para 2030. A declaração “*Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*” assinada pelos líderes mundiais inclui o câmbio climático, a conservação dos ecossistemas terrestres, dos mares e oceanos, assim como outras metas de caráter sistêmico e global. Em síntese, os ODS supõem o reconhecimento de problemas socioecológicos que caracterizam a civilização planetária atual além das suas fronteiras nacionais. Daí a necessidade de transgredir o paradigma atual com um novo enfoque que a Grande História nos traz, pois representa uma ferramenta epistêmica que concebe as inter-relações da condição humana dentro do seu contexto cósmico e terrenal. Trata-se de uma nova organização transdisciplinar do conhecimento que nos permite incluir biomimeticamente os sistemas culturais humanos e os ecossistemas naturais dentro de um mesmo processo histórico coevolutivo. A Grande História nos ajuda a identificar e reconhecer as estratégias de sustentabilidade que funcionam na natureza para nos inspirar biomimeticamente na resolução de distintos problemas humanos (sociais, econômicos, tecnológicos, etc.). A contínua exploração dos recursos materiais e energéticos da Terra pelos modelos de produção e consumo originou uma grande pegada ecológica e social que foi revelada como insustentável. Desde a Revolução agrícola de faz uns 10.000 anos, e especialmente desde a Revolução Industrial de faz uns 250 anos atrás, as ações do ser humano no meio ambiente vem ocasionan-

do um “ecocídio” que está levando à extinção a diferentes espécies naturais que são únicas na sua criatividade evolutiva.

Pelo contrário, uma sociedade que caminha em direção ao desenvolvimento sustentável, resiliente e regenerativo deve aprender a reduzir sua destruição ecológica, reutilizando e reciclando os materiais já construídos. Aqui é muito importante estabelecer uma visão biocêntrica em harmonia com os ecossistemas naturais da Pachamama, a nossa Mãe-Terra segundo as cosmovisões dos povos indígenas da região andina. No tempo que o desenvolvimento sustentável está focado em minimizar as ações negativas do impacto humano no planeta, o desenvolvimento regenerativo está focado em maximizar as suas ações positivas. Portanto, o desenvolvimento humano tem que ter uma visão biocêntrica, onde a biosfera e a tecnosfera humana estejam em harmonia com a biosfera. De forma paradoxal, essa visão está presente na sabedoria milenária dos povos andinos, traduzida e conhecida como Bem Viver (*Sumak Kawsay* nos povos quíchua do Equador e *Suma Qamaña* nos povos aimará da Bolívia). Segundo a filosofia do Bem Viver, o ser humano é uma parte integral e interdependente do seu entorno social e natural (Acosta, 2013). Ou seja, o Bem Viver reconhece desde faz milhares de anos o pensamento complexo, transdisciplinar e biomimético que é postulado no presente trabalho de pesquisa. De fato, o Equador foi um país pioneiro no mundo com a sua Constituição do ano 2008, onde reconheceu os Direitos da Natureza. Nessa linha de pensamento, a visão biocêntrica representa uma emergência no sistema planetário, que se nutre de múltiplos progressos locais que avançam através de mecanismos sistêmicos (sinergias, retroalimentações, etc.) que inter-retro-atuam uns com os outros, influenciando, condicionando e modificando os diferentes contextos da cidadania

mundial. Devemos focar nossa visão no horizonte paradigmático dos ODS em uma escala multi-nível planetária, regional, nacional e local, engendrando um mundo onde “*outros mundos sejam possíveis*”. Isso implica reconhecer de forma intercultural os fenômenos cósmicos que transcendem paradigmaticamente a condição humana, em harmonia com a criatividade potencializada pela “*Educação Cósmica*” do método pedagógico de Maria Montessori (2004).

Nesse processo de potencialização da criatividade humana na sua formação e modelagem, a biomímesis emerge como uma ciência transdisciplinar que se ocupa de estudar a complexidade das inter-retro-ações desenvolvidas entre os sistemas dinâmicos que compõem a vida (ser humano, animais, plantas, etc.), dentro de um entorno ambiental que alberga as condições idôneas pra sua coevolução. O ser humano é uma espécie única que participa de uma grande dança cósmica protagonizada por fenômenos de energia-matéria cuja sinfonia nos lembra que somos atores ativos da co-evolução do mundo comum compartilhado com os ecossistemas de Gaia. “Reconhecemos agora a Terra como um ser auto criativo único, que adquiriu vida em sua dança giratória pelo espaço” expressa a bióloga e futurista Elisabet Sahtouris (1998: 25-26), acrescentando que “em quanto reunimos os detalhes científicos da dança da vida do nosso planeta (...), a evolução de nossa espécie adquire um novo significado em relação ao todo”. Daí que a degradação sistemática da natureza nos converta em cúmplices de um ecocídio globalizado, já que a pegada ecológica (WACKERNAGEL; REES, 1996) se perpetua por nossa ativa participação em dinâmicas consumistas e por nossa passividade bioética diante da destruição da vida no nosso planeta Terra, que é nosso bem mais comum mais *sagrado*. “Há poucos indicadores

mais alarmantes sobre o brutal desequilíbrio climático que colocamos em curso, e cujas consequências serão terríveis (*ecocídio mais genocídio, se quer expressar em uma fórmula sintética*)” expressa o filósofo Jorge Riechmann (2014: 24). Com tais desequilíbrios, as gerações futuras sofrerão as consequências climáticas de um aquecimento global provocado pela nossa cultura de consumo e produção atual (escassez crônica de recursos, mudanças ecossistêmicas, perda de biodiversidade, degelo glacial, aumento do nível do mar, desmatamento, contaminação do solo, água e ar, etc.). É por essa razão que a biomimesis representa um verdadeiro salto qualitativo na construção epistemológica do conhecimento para alcançar os ODS, pois o seu marco epistêmico multirreferencial vai além das problemáticas morais tradicionais do bem-estar humano para integrar novos avanços e desenvolvimentos tecnológicos que modificam radicalmente os fenômenos vitais da própria natureza.

Desde esta cosmovisão, proponho que o debate existente sobre os ODS não se enfoque em encontrar solução aos problemas cada vez mais complexos que surgem do atual sistema de referência econômico da sociedade-mundo do terceiro milênio. Os ODS devem promover a transformação do próprio sistema de produção capitalista se inspirando na abordagem biomimética. Afirmar que o crescimento econômico é bom por se mesmo, postulando que os níveis de qualidade humana podem se medir pelo PNB e o PIB de um país, supõe cometer uma fraude intelectual de perigosas consequências na era da crise ecológica global atual. Se bem é certo que o sistema capitalista tem trazido enormes benefícios materiais, a sua visão funcional subordina todo ao máximo benefício econômico e ao consumo indiscriminado em detrimento da natureza. Não se trata de debater entre comunismo, anarquismo,

socialismo, capitalismo ou qualquer teoria política de organização social derivada de estruturas mentais mecanicistas, senão de imitar à própria natureza: “se queremos nos levar bem com Gaia, é justamente assim como temos que nós ver a nós mesmos, como um voto em um parlamento de trinta (ou talvez até cem) milhões de escanos, uma espécie entre espécies” sinala a bióloga Janine Benyus (2012: 24) na sua obra “*Biomimesis*”. Então, porque a espécie humana continua hipotecando o futuro de milhões de espécies pela sua absurda lógica de consumo irracional, que implica a exploração dos recursos naturais? Porque cremos na ilusão epistemológica de um crescimento econômico ilimitado quando nunca tem existido na natureza espécie viva alguma que crescera sem cessar até o infinito? Seria possível criar novos horizontes civilizatórios inspirados pela criatividade intrínseca no DNA dos processos coevolutivos da natureza?

### **Biomimesis: um metamodelo civilizatório para desenvolver uma formação humana sustentável e regenerativa?**

O enfoque biomimético é uma das respostas mais inovadoras dos últimos anos para proteger o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida através de novos hábitos de consumo e produção sustentáveis e regenerativa. O termo *biomimesis* provem do grego antigo βίος (*bios*), vida, e μίμησις (*mīmēsis*), imitação. Nos anos noventa, o termo biomimesis foi usado nos âmbitos disciplinares das ciências materiais, a investigação cosmética e a robótica, até que a escritora de ciências naturais estadunidense Janine M. Benyus popularizou ele com o seu livro “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*”. Desde então, a biomimesis é entendida como uma nova ciência que contempla e valora a natureza como modelo, medida e mentor: buscando a inspiração e imitação dos

processos naturais para aplicá-los a sistemas sociais, e deste modo, encontrar soluções inovadoras a problemas complexos (como os ODS). “A biomimesis se vale de um standard ecológico para julgar a correção das nossas inovações. Após de 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza tem descoberto o que funciona, o que é apropriado e o que perdura” explica Benyus (2012: 13), afirmando que a biomimesis “inicia uma era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, senão no que este pode nos ensinar”. A biomimesis representa a união teórico-prática entre o Norte e o Sul, além de uma ferramenta epistêmica criativa para combater os desafios da mudança climática, que é o perigo mais urgente na atualidade. Nesta linha de pensamento, Benyus reconhece nove princípios operacionais básicos que a vida desenvolve na natureza que podem ser usados na formação humana promovida pela educação para o desenvolvimento sustentável e da educação para a cidadania mundial que estão articuladas no ponto 4.7 da estrutura geral dos ODS:

1. *A natureza cavalga sobre a luz solar*: A energia que absorvemos quase todas as comunidades naturais provem da fusão nuclear que o sol faz a 150 milhões de quilômetros. “As energias solar, eólica e marear, assim como o biodiesel, derivam todas da luz solar atual” (BENYUS, 2012: 321). Quando queimamos restos fósseis como o petróleo, gás natural ou carvão, estamos usando a luz solar antiga que ficou atrapalhada (comprimida no meio sem oxigênio) nos corpos de animais e plantas do período Carbonífero. Ao realizar a combustão estamos completando “o processo de decomposição de golpe, vertendo o carbono armazenado à atmosfera em grandes quantidades, e destruindo assim o preceito ecossistêmi-

co de *nada de fluxos grandes*” (ibid.). Tendo em conta que a biosfera *Gaia* é um sistema cerrado e autopoiético (LOVELOCK, 1992), essa atitude seria o equivalente a queimar os moveis dentro da nossa casa com as janelas fechadas. Infelizmente, os combustíveis fósseis são muito baratos e a sociedade atual de consumo, adicta à energia, dirige-se à exploração total de esses recursos naturais. Um bom exemplo seriam as folhas, que realizam a fotossíntese (decomposição bioquímica da energia solar em nutrientes) “com uma eficiência quântica de um assombroso 95%” (BENYUS, 2012: 319), mais de quatro vezes a de os melhores painéis solares de construção humana.

2. *A natureza só gasta a energia que necessita*: Se bem é certo que a segunda lei da termodinâmica converte a energia em calor, e uma parte da energia deixa de ser aproveitável, a natureza sabe como obter energia de forma eficiente através de diversas conexões ecossistêmicas. Com o fim de fazer um uso ótimo do habitat limitado, cada organismo encontra um nicho e tão só usa o que necessita para sobreviver e evolucionar. Deste modo, as lições dos sistemas naturais podem nós orientar a estabelecer novos usos para a energia. Devemos reconsiderar o que estamos maximizando (a produção) e nós enfocar mais na otimização, tão e como fazem os sistemas naturais, que invertem a sua energia em maximizar a diversidade para se fazer mais eficientes em quanto ao reciclagem de nutrientes orgânicos e minerais (BENYUS, 2012: 322).
3. *A natureza ajusta a forma à função*: a natureza constitui um sistema altamente cooperativo feito por densas

interações entres os seus componentes. Toda a rede ecossistêmica tem sido construída nos limites dos recursos disponíveis e como resultado de isso, o sistema inteiro tem alcançado uma coerência interna de intrincados padrões orgânicos cujo tamanho adapta-se à função. A natureza otimiza em lugar de maximizar. Pelo contrario, os nossos sistemas industriais “seguem apostando por taxas elevadas de produtividade e crescimento, por um caudal máximo de materiais extraídos da terra e convertidos em flamantes artigos novos. O 85% dos artigos manufaturados se convertem rapidamente em lixo” (BENYUS, 2012: 323). Em efeito, a economia globalizadora atual define o seu êxito pelo rápido crescimento e cria a ilusão de medir o progresso e desenvolvimento humano pelos índices como o PIB e o PIN. Pelo contrario, os organismos coevolucionam na natureza se adaptando às mudanças dos outros, ou seja, fazendo que uma estrutura desempenhe não uma, senão varias funções no seu entorno. “A lição é que temos que retardar a transformação de materiais e acrescentar o ênfases na qualidade e não na quantidade de artigos novos” (ibid.).

4. *A natureza o recicla todo*: “Uma das lições chave da ecologia de sistemas é que a medida que um sistema acumula biomassa (peso total da matéria viva), necessita mais reciclagem para eludir o colapso” (BENYUS, 2012: 312). A existência de cadeias tróficas nos ecossistemas tem um esquema organizativo circular onde os produtores, consumidores e descomponedores tem evolucionado conjuntamente em um ciclo fechado para impedir a perda de recursos: “todo resíduo é alimento, e todo o mundo

reencarna-se no corpo do outro” (BENYUS, 2012: 313). O problema da cultura humana de produção e consumo é que continua acumulando biomassa sem uma rede de ciclos fechados. Neste sentido, Benyus (2012) explica vários exemplos de “economia sem resíduos” nos países nórdicos europeus onde existem pequenas redes tróficas de ecologia industrial com ciclos cerrados, onde o intercâmbio de informação e o desejo mutuo de aproveitar os resíduos promove que todos os produtos que saem manufaturados ao mercado, volvam a entrar no sistema de produção através de leis de recuperação e sistemas de reembolso.

5. *A natureza premia a cooperação:* Nos ecossistemas maduros as estratégias cooperativas entre os organismos são tão importantes como a competência. De acordo com a hipóteses de endossimbioses de Lynn Margulis (2002), a simbioses entre duas espécies é um elemento fundamental do progresso evolutivo natural desde faz bilhões de anos. Os ecossistemas naturais operam em uma complexa rede simbiótica de relaciones mutuamente benéficas e quando se agrupam em grande número, constituem órgãos e organismos. De fato, a teoria endossimbiótica postula que o nosso corpo é em realidade uma combinação de organismos unicelulares que tem conformado um enorme organismo pluricelular. Traduzido ao sistema de produção humana, o ecólogo industrial do Japão Michiyki Uenohara, sinala que “temos artérias (vias pelas que fluem os produtos desde o coração industrial até o corpo da economia) de sobra, mais também necessitamos veias, vias de retorno dos produtos

usados para que seus materiais possam se purificar e se reutilizar” (BENYUS, 2012: 318). A lição aprendida, portanto, é construir uma economia onde as artérias e as veias tenham a mesma importância, o que acarretaria à imitação de uma ecologia de sistemas de ciclo fechado que reutiliza os recursos. Segundo Benyus (2012: 319), um exemplo de cooperação pre-competitiva é constituído pelas marcas estadunidenses Chrysler, Ford e General Motors, ao desenvolver alianças para a fabricação de materiais padrão que lhes permitam reutilizar as peças de uns e outros.

6. *A natureza conta com a diversidade:* o enorme desenvolvimento da diversidade da natureza deve-se a sua experiência de bilhões de anos em “ensaio e erro”. A natureza caracteriza-se pelo enfoque multirreferencial que a aleatoriedade produzida pela entropia (ruptura da ordem) tem permitido com sua grande abertura flexível a novas anomalias. Esta flexibilidade ecobiológica tem permitido uma grande variedade de animais e plantas ao largo de bilhões de anos entorno a todo o hábitat do planeta Terra. Portanto, a lição que aprendemos da natureza é que nosso sistema industrial deve ser flexível para se adaptar às necessidades emergentes da cidadania planetária, e ser tão diverso como o seu próprio entorno para respeitar a singularidade regional, cultural e material do lugar.
7. *A natureza demanda tecnologia local:* geralmente, os ecossistemas naturais estão conectados de maneira relativamente próximos no espaço-tempo. Existe uma rica biodiversidade nos ecossistemas locais onde muitas

espécies locais coevoluem conjuntamente para se adaptar às mudanças. Mas a tendência capitalista atual é uma economia global sem fronteiras onde os produtos manufaturados elaboram-se em países muito separados geograficamente. Neste sentido, devemos aprender da experiência e conhecimento local que os povos indígenas têm, já que “a ideia de uma economia que se adeque à terra e saque partido dos seus atributos locais nos acercaria mais aos organismos que tem evoluído para se converter em expertos locais” (BENYUS, 2012: 339).

8. *A natureza freia os excessos desde dentro:* “A biosfera (a capa de ar, terra e água que sustenta a vida) é um sistema fechado, o que significa que não se importam né exportam materiais (aparte dos travessos meteoritos)” (BENYUS, 2012: 332). O caráter autopoietico da biosfera consegue que a vida mantenha as condições que lhe são necessárias para se autorregular através de um incessante intercâmbio entre organismos (fotossíntese, respiração, crescimento, mineralização, decomposição, etc.). Mas o sistema industrial global é um sistema aberto onde os “nutrientes” se transformam em “resíduos” sem que haja uma reciclagem significativa. Esta dinâmica de exploração dos recursos naturais e contaminação está mudando drasticamente os processos naturais porque não podem reciclar as enormes quantidades de CO<sub>2</sub> vertidas à atmosfera (atualmente 355 de cada milhão de moléculas). A resposta é um ecossistema industrial que poça se integra na biosfera sem daná-la.
9. *A natureza saca partido das limitações:* a natureza tem aprendido que viver com os recursos finitos é uma

poderosa fonte de criatividade. Na natureza tem mecanismos de retroalimentação interna que otimizam o uso dos recursos do entorno em constante balanço, com moderação e sem devastá-lo. Isso significa não hipotecar o futuro já que, do contrário, moira. A lição é que o nosso sistema produtivo atual não pode continuar empurrando os limites do planeta. A natureza nos ensina a florescer dentro dos limites biológicos, sem estar em contínua expansão predadora. Pelo contrário, devemos “adaptar os sistemas humanos aos ecossistemas (*biomimesis*), lograr maiores eficiências (*eco-eficiência*) e atuar sobre a demanda com medidas de autocontenção (*gestão generalizada da demanda*)” (RIECHMANN, 2014: 28).

Sem lugar a dúvidas, a identificação que Benyus (2012) faz dos nove princípios operacionais básicos que a vida desenvolve na natureza, são totalmente incompatíveis com a ordem socioeconômica capitalista atual. “Poderia se dizer incluso que o capitalismo é a antítese metafórica dos processos naturais da vida: em ele primam a exclusão, o esbanjamento, a desregulação e as hoje chamadas deslocalizações, assim como os fluxos especulativos alheios à produção real de bens e serviços” sinala o filósofo da natureza Luciano Espinosa (2007: 66) em comparação aos sistemas naturais da biosfera onde “operam circuitos que incluem a todos os membros da rede, os quais estão apegados ao terreno, ligados à satisfação das necessidades básicas e ao reciclado constante de matéria e energia” (*ibid.*). Esta comparação supõe, efetivamente, a compreensão bioética da própria vida na sua complexidade multidimensional. Uma compreensão bioética que deve ser promovida em todos os níveis educativos para fazer frente às dinâmicas tecno-economicistas globalizadoras que estão acabando com

a vida no planeta (COLLADO, 2016b). Os ODS devem aspirar a se constituir como a ferramenta política, educativa e epistemológica capaz de modificar o metabolismo socioecológico através de novas simbioses entre os ecossistemas naturais e os sistemas culturais humanos de produção. Para isso, Riechmann (2014: 171) aborda o princípio de biomímesis mais amplamente para “compreender os princípios de funcionamento da vida nos seus diferentes níveis (e em particular no nível ecossistêmico) com o objetivo de *reconstruir os sistemas humanos de maneira que encaixem harmoniosamente nos sistemas naturais*”.

Dito em outras palavras, o que Riechmann (2014) entende por *reconstruir os sistemas humanos* significa deixar de crescer economicamente para nos focar mais no desenvolvimento qualitativo. Do mesmo modo que não existe espécie viva na natureza que esteja crescendo o tempo todo, a economia (como subsistema da natureza) deve se estacionar, só consumir os recursos naturais necessários e se centrar nas capacidades humanas de forma ampliada. Isso significa que os processos de ensino-aprendizagem educativos devem suscitar um diálogo biomimético que fomente uma consciência crítica planetária através de reflexões solidárias globais que, em última instância, favoreçam a aparição de novas propostas de organização social para o cumprimento dos ODS. Assim, a educação atua como uma *estrutura orgânica viva* em constante processo de adaptação e coevolução com o meio, pois a educação para a sustentabilidade não só deverá pensar em como integrar os princípios biomiméticos nas estruturas políticas e os currículos educativos nacionais/regionais/locais, senão que também deverá pensar em como aplicá-los em término de redes. Dado que o microcosmos escolar encarna o macrocosmos das estruturas sociais, o futuro comum da humanidade no planeta Ter-

ra requer uma autêntica transformação política, epistemológica e educativa que suponha a emergência de um novo paradigma civilizatório caracterizado pela mudança de hierarquias a redes na organização social (COLLADO, 2016a). A dimensão criativa do ser humana é fundamental para conseguir atingir esses desafios antes de que seja demasiado tarde.

### **Conclusões abertas para alcançar um futuro sustentável e regenerativo...**

Refletir sobre os desafios concernentes às problemáticas dos ODS tem muitos questionamentos e abordagens. Neste sentido, a criatividade aparece como uma dimensão humana fundamental para ser desenvolvida na formação e modelagem humana (COLLADO, 2017a). Todas as ideias transdisciplinares e biomiméticas do presente artigo tem que ser compreendidas como um processo criativo em continua evolução e construção, aberto para novas interpretações, complementações e considerações. Assim, pode ser concluído que a emergente cidadania mundial deve aprender a contextualizar a história do ser humano, a história da vida, a história da Terra e a história do universo desde abordagens epistemológicas que potencializem a sua dimensão criativa. Isto implica examinar a identidade multidimensional da emergente cidadania planetária através de um enfoque *cosmoderno* que conceba a complexidade da condição humana como indivíduo-sociedade-espécie: contextualizando cosmobiologicamente à *espécie* humana para compreender que somos seres ontologicamente iguais (com uma mesma composição molecular de DNA); com uma riquíssima diversidade cultural e espiritual que caracteriza a cada *sociedade* em função do seu contexto histórico fenomenológico e hermenêutico; e com interesses, motivações e sons

radicalmente diferentes entre *indivíduos*. Uma condição humana que está, ademais, interconectada no espaço-tempo-cibernético através de dispositivos moveis na sua condição de identidade virtual. Esta visão cosmoderna de contextualizar transdimensionalmente a identidade humana supõe uma criativa ferramenta de transformação para que a educação promova uma nova visão planetária capaz de escrever a sua própria *tranhistória*. Um processo político, educativo e epistemológico transnacional que implica escrevê-la conjuntamente sem hierarquizações culturais no espaço-tempo: fora da visão ocidentalista e se abrindo às contribuições das teorias pós-coloniais na educação para o desenvolvimento. Em suma, este enfoque transdisciplinar supõe a formação epistêmica de autênticos mundólogos e mundólogas, uma expressão criada pelo escritor argentino Ernesto Sabato para esgrimir a urgente necessidade da sociedade-mundo de contar com pessoas que estejam atentas aos problemas mais urgentes e globais.

O propósito de reforçar os laços entre a educação e a visão regenerativa significa implementar uma visão *bioinspiradora* e criativa nos conteúdos pedagógicos da escola e da universidade para criar novos modelos socioeconômicos de caráter planetário em harmonia ecológica com a natureza. A biomimesis é um ponto de encontro entre as sociedades denominadas “primitivas” e as denominadas “hipertecnológicas”, já que alberga um corpus espiritual e ecológico que joga o papel simbiogenético entre a natureza e a cultura humana. Segundo a antropóloga e economista mexicana Cristina Nuñez (2012: 109), “a experiência educativa transdisciplinar para a sustentabilidade inclui a dimensão espiritual como um núcleo para a criação relevante nas nossas sociedades, a nível local e mundial”. O processo de desenvolvimento da identidade humana é uma relação dialógica significativa entre

o saber e o fazer, mediada pela consciência do indivíduo, o que implica “ir além do racionalismo, o dualismo e a fragmentação do conhecimento” (ibid). Deste modo, o passado e o futuro estão presentes no processo de procura espiritual e científica, sendo indagações complementares de uma realidade comum conformada pela totalidade indivisa entre a consciência, a matéria e a energia (MATURANA; VARELA, 2001). Sendo assim, é preciso combinar um marco de convergência entre o conhecimento científico que o universo físico exterior nos oferece, e o conhecimento espiritual do universo emocional interior do gênero humano (KRISHNAMURTI, 1966). Segundo Nuñez (2012), as tradições filosóficas ancestrais dos povos indígenas originários do México nos mostram que as experiências psicossomáticas entre o corpo e a mente nos ajudam a estabelecer e desenvolver conexões sacras entre a Natureza e a Vida, promovendo hábitos e práticas socioeconômicas humanas sustentáveis e regenerativas com o meio ambiente. Um bom exemplo contemporâneo que procura resgatar de forma criativa esses conhecimentos milenários dos povos aborígenes da Austrália é a permacultura criada pelo científico David Holmgren (2010).

Em definitiva, refletir sobre um desenvolvimento sustentável e regenerativo significa construir uma grande família humana através de uma *consciência cosmoderna* que identifique a condição humana nos processos coevolutivos da Grande História, onde a formação do ser humano tem que ser modelada em relação com outras pessoas (hetero — e coformação), com o mundo (eco-formação), consigo mesmo (autoformação) e como ser (ontoformação) (PAUL e PINEAU, 2005). É necessário *antever* o futuro para estarmos preparados para quando chegar, pois não existe dúvida de que os computadores quânticos, a inteligência

artificial, a nanotecnologia, as lentes de contato com acesso à internet, a mutação genética do DNA e as viagens no espaço, modificarão radicalmente os nossos hábitos em um curto período de tempo: contextualizando o gênero humano no *paradigma da cosmodernidade* (COLLADO; GALEFFI; PONCZEK, 2014). Fazer frente aos desafios dos ODS requer criar uma “*ecologia de saberes*” (SANTOS, 2010) que integre os diferentes conhecimentos e dimensões humanas para potencializar a criatividade humana necessária para atingir o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para o ano 2030. Então, falar sobre a natureza da criatividade significa falar sobre o modo em que a criatividade da natureza pode nós *bioinspirar* para criar, adaptar e modelar novos ambientes mais resilientes, sustentáveis e regenerativos (COLLADO, 2017b). Essa capacidade criativa está em todos nós para lutar por um mundo onde o *continuum da vida* continue o seu caminho coevolutivo. Estão preparados? Anima-se aos leitores e leitoras a seguir adiante com qualquer pensamento inspirado pelas reflexões apresentadas neste trabalho sobre a natureza da criatividade intrínseca na criatividade da natureza.

## Referências

ACOSTA, Alberto. *El Buen Vivir. Sumak Kawsay, uma oportunidade para imaginar otros mundos*. Barcelona: Icaria, 2013.

BENYUS, Janine. *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets editores, 2012.

CHRISTIAN, David. *Mapas del tiempo: Introducción a la Gran Historia*. Barcelona: Ed. Crítica, 2010.

COLLADO-RUANO, Javier. *Paradigmas epistemológicos en Filosofía*,

*Ciencia y Educación. Ensayos Cosmodernos*. Saarbrücken: Ed. Académica Española, 2016a.

COLLADO-RUANO, Javier. La bioética como ciencia transdisciplinar de la complejidad – una introducción coevolutiva desde la Gran Historia. *Revista Colombiana de Bioética*, vol. 11, nº 1, p. 54-67, 2016b.

COLLADO-RUANO, Javier. Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana. *Educación y Educadores*, 20 (2), 229-248, 2017a.

COLLADO-RUANO, Javier. O desenvolvimento sustentável na educação superior. Propostas biomiméticas e transdisciplinares. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 73, p. 203-224, 2017b.

COLLADO-RUANO, Javier; GALEFFI, Dante; PONCZEK, Roberto. O paradigma da cosmodernidad: uma abordagem transdisciplinar à Educação para a Cidadania Global proposta pela UNESCO. *Revista da FAEEBA: educação e contemporaneidade*, Salvador, v. 23, n. 42, p. 141-152, jul./dez. 2014.

EHRlich, Paul R., RAVEN, Peter H. Butterflies and Plants: A Study in Coevolution. Publicado em *Society for the Study of Evolution*, Vol. 18, No. 4, 1964, p. 586-608.

ESPINOSA RUBIO, Luciano. La vida global (en la eco-bio-tecnos-fera). *LOGOS: Anales del Seminario de Metafísica*, vol. 40, p. 55-75, 2007.

HOLMGREN, David. *Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*. London: Permanent Publications, 2010.

JANZEN, Daniel. “When Is It Coevolution?”. *Evolution*, 34 (3), p. 611-612, 1980.

- KRISHNAMURTI, Jiddu. *A mutação interior*. São Paulo: Cultrix, 1966.
- KOROTAYEV, Andrey V.; MARKOV, Alexander V.; GRININ, Leonid E. Modeling of Biological and Social Phases of Big History. Publicado em GRININ, Leonid E. KOROTAYEV, Andrey V. (ed.). *Evolution. From Big Bang to Nanorobots*. Uchitel, Publishing House, 2015, p. 111-150.
- LOVELOCK, James. *Gaia: una ciencia para curar el planeta*. Barcelona: Ed. Integral, 1992.
- MARGULIS, Lynn. *Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Madrid: Debate, 2002.
- MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do conhecimento humano*. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MONTESSORI, Maria. *Para educar o potencial humano*. São Paulo: Papirus, 2004.
- MORIN, Edgar. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paris: UNESCO, 1999.
- MORIN, Edgar. *El método II. La Vida de la Vida*. Madrid: Editorial Cátedra, 1983.
- NICOLESCU, Basarab. *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. São Paulo: TRIOM, 2008.
- MORIN, Edgar. *From Modernity to Cosmodernity. Science, Culture, and Spirituality*. Nova York: SUNY, 2014.
- NORGAARD, Richard B. *Development Betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. Nova York: Routledge, 1994.

NUÑEZ-MADRAZO, María Cristina. Sustainability and Spirituality: A Transdisciplinary Perspective. *Transdisciplinarity and Sustainability: TheATLAS*, pp. 102-111, 2012.

PAUL, Patrick; PINEAU, Gaston. *Transdisciplinarité et Formation*. Paris: L'Harmattan, 2005.

RIECHMANN, Jorge. *Un buen encaje en los ecosistemas*. 2. ed., (revisada) de Biomimesis. Madrid: Catarata, 2014.

SAHTOURIS, Elisabet. *A dança da Terra. Sistemas vivos em evolução: uma nova visão da biologia*. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 1998.

SANTOS, Boaventura de Souza. Para além do pensamento abyssal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (org.), *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010. p. 31-83.

SPIER, Fried. *El lugar del hombre en el cosmos. La Gran Historia y el futuro de la Humanidad*. Barcelona: Crítica, 2011.

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William E. *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

ZINKERNAGEL, Rolf. On observing and analyzing disease versus signals. Publicado em *Nature Immunology* 8, 2007. p. 8-10.