

## ***Reflexões filosóficas sobre a Educação para o Desenvolvimento Sustentável: uma abordagem complexa, transdisciplinar e biomimética<sup>1</sup>***

### ***Philosophical reflections on Education for Sustainable Development: a complex, transdisciplinary, and biomimetic approach***

**Javier Collado-Ruano**

e-mail: [javier.collado@unae.edu.ec](mailto:javier.collado@unae.edu.ec)

*Universidad Nacional de Educación (UNAE). Ecuador*

**Resumo:** O presente artigo tem como objeto de estudo refletir sobre a sustentabilidade planetária desde a convergência entre a filosofia da educação e a filosofia da natureza. Para este fim, combina-se a metodologia transdisciplinar com o marco teórico da «Grande História» para abordar os processos, estratégias e fenômenos coevolutivos que a vida vem desenvolvendo na Terra desde aproximadamente 3.8 bilhões de anos. Nas reflexões se unifica, integra e inclui a história do universo, do sistema solar, da Terra e da vida junto a história do ser humano para promover uma *consciência cosmoderna*. Como resultado, o estudo identifica nove princípios operacionais que a vida desenvolve na natureza para copiá-los e melhorá-los biomimeticamente com o propósito de alcançar um mundo mais sustentável e resiliente. Trata-se, em suma, de um estudo que está em harmonia com a visão da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) promovida pela UNESCO na agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas para o ano 2030. Em conclusão, faz-se necessário adotar novas perspectivas filosóficas para abordar a grande pegada ecológica que considera as ações da cidadania mundial conectadas à complexa rede ecossistêmica da nossa biosfera.

**Palavras-chave:** Filosofia; complexidade; transdisciplinaridade; biomimética; cosmodernidade; grande história.

---

<sup>1</sup> O artigo faz parte da pesquisa «A Educação Ambiental desde um paradigma sustentável, resiliente e regenerativo» da Universidade Nacional de Educação do Equador.

**Abstract:** This paper has as object of study reflecting on global sustainability from a convergence between philosophy of education and philosophy of nature. To this end, it combines the transdisciplinary methodology with the theoretical framework of «Big History» to address the co-evolutionary phenomena, processes, and strategies that life is developing on Earth since approximately 3.8 billion years ago. The reflections unify, integrate, and include the history of the universe, the solar system, the Earth and life along the history of the human being to promote a *cosmodern consciousness*. As result, the study identifies nine operational principles that life develops in nature to copy and to improve them biomimetically with the aim to achieve a more sustainable and resilient world. In short, this study is in harmony with the vision promoted by UNESCO in the Education for Sustainable Development (ESD) and with the Sustainable Development Goals (SDG) proposed by the United Nations for the year 2030. In conclusion, it is necessary to adopt new philosophical perspectives to address the large ecological footprint that global citizenship actions are leaving in the complex ecosystem network of our biosphere.

**Keywords:** Philosophy; complexity; transdisciplinary; biomimicry; cosmodernity; big history.

Recibido / Received: 10/12/2016

Aceptado / Accepted: 16/10/2017

## 1. Introdução à Educação para o Desenvolvimento Sustentável

Refletir filosoficamente sobre a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) significa desenvolver um pensamento abrangente que estude a complexidade das inter-retro-ações da vida com o seu meio ambiente. A vida é um *continuum* que apareceu na Terra faz uns 3.8 bilhões de anos atrás, depois de uma larga evolução do universo que ainda está em permanente reestruturação energética. Alcançar uma sustentabilidade planetária implica uma ruptura paradigmática radical nos nossos hábitos, costumes e rotinas, o que supõe uma revisão conjunta do imaginário coletivo onde residem todas as nossas crenças e construções epistêmicas. A filosofia da educação tem o papel de transformar a nossa realidade mediante processos de «desaprendizagem» dos modelos epistêmicos paradigmáticos impostos culturalmente pelas instituições de ensino e aprendizagem (Collado, 2016a). Temos que aprender a desaprender e reaprender novamente para construir «outros mundos possíveis».

É urgente que a EDS promova uma concepção epistêmica radicalmente diferente do papel da natureza na modernidade e na pós-modernidade, onde é tratada como um simples objeto que tem que ser explorado para criar matéria prima industrial. Neste sentido, Collado, Galeffi e Ponczek (2014) definem o «Paradigma da Cosmodernidade» como uma metamorfose civilizatória em que os humanos reinventam a sua relação com a natureza: a dimensão *sagrada* nas cosmovisões indígenas dos povos originários. Desde esta visão cosmoderna, o conhecimento científico de um universo físico exterior converge com o conhecimento espiritual de um universo emocional interior. Então, a *filosofia da educação cosmoderna* emerge como um princípio epistêmico articulador da formação humana para aprender a *sentir-pensar-atoar* de forma sustentável e resiliente com a Pachamama, a nossa Mãe Terra segundo as cosmovisões dos povos indígenas originários da Região dos Andes (como o Sumak Kawsay no Equador ou o Suma Qamaña na Bolívia).

A *Cosmodernidade* representa um paradigma epistêmico biomimético que aprende da natureza como um modelo, medida e mentor para solucionar os problemas socioecológicos contemporâneos, como são os Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável assinados pelas Nações Unidas (Collado, 2016b). Mas, quais são as perspectivas e enfoques epistemológicos que questionam as problemáticas da filosofia da educação? Como poderia a filosofia da educação aprender da filosofia da natureza para criar uma modelagem da formação humana mais sustentável na Terra? Com essas questões, fica claro que o objetivo principal do presente artigo é identificar os princípios operacionais da natureza para copiá-los e aplicá-los biomimeticamente nos sistemas socioeconômicos humanos, especialmente no campo da EDS.

## **2. A *consciência cosmoderna*: uma abordagem metodológica transdisciplinar à formação humana**

Um breve sumário da coevolução ecossistêmica do planeta Terra é suficiente para compreender a infinita criatividade da vida 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 na filosofia da educação para salvaguardar a grande biodiversidade que coevolui na Pachamama. É por este motivo que o presente artigo foi elaborado a partir do marco teórico da Grande História cunhada e fundamentada teoricamente pelos historiadores Christian (2010) e Spier (2011), e usando a metodologia proposta pelo físico nuclear Nicolescu (2008): *níveis de realidade, lógica do terceiro incluído e complexidade*. Essa simbiose teórica e metodológica compreende o ser humano desde uma *consciência cosmoderna* (Nicolescu, 2014), ou seja, como uma parte integrante da totalidade cósmica autopoiética que alberga o imperativo ético de desenvolver uma cultura de paz para o cumprimento dos ODS.

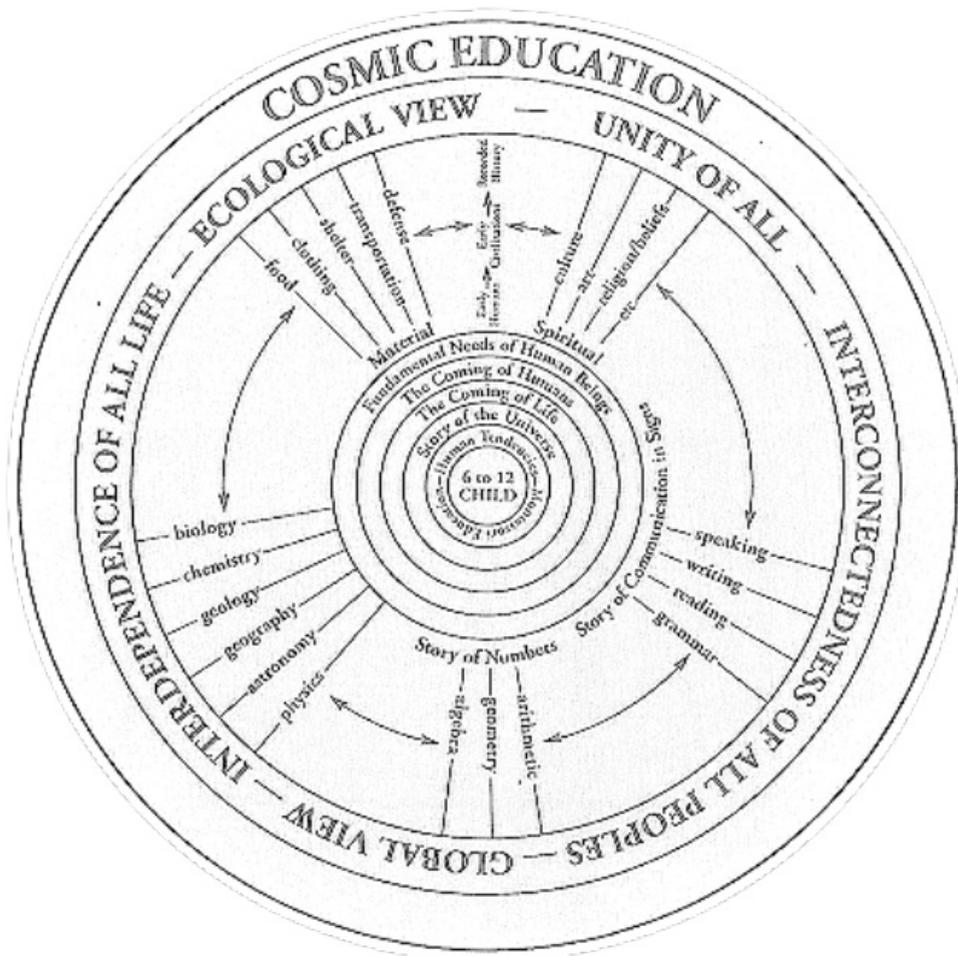
Para alcançar os ODS no ano 2030, a filosofia da educação (formal, não formal e informal) é uma ferramenta essencial para transformar criativamente a sociedade-mundo. De acordo com a obra *Os sete saberes necessários para a educação do futuro*, escrita pelo sociólogo Edgar Morin em 1999 no marco do projeto 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, p. 21-23). Desde esses horizontes intelectuais visionários, a formação humana cosmoderna tem em conta os diferentes níveis e planos 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 coevolução com o meio ambiente. Uma tri-identidade humana aberta à diversidade cultural infinita da cidadania planetária na sua própria unidade como espécie, assim como a nova identidade virtual emergente no cyber-espaco-tempo. *A filosofia da educação*

*cosmoderna* caracteriza-se, então, pela criação de uma «ecologia de saberes» que está em, entre e além das disciplinas acadêmicas, o que implica uma abertura ao autoconhecimento espiritual interior, às cosmovisões dos povos indígenas originários e a outras dimensões perceptivas, afetivas, emocionais, retóricas, poéticas, epistêmicas, criativas, artísticas, cognitivas, filosóficas do ser humano.

Em harmonia com essa abordagem epistemológica cosmoderna se encontra a *Educação Cósmica* proposta pela bióloga, médica, psiquiatra, antropóloga, filósofa, educadora e pedagoga Maria Montessori no ano 1935. Montessori desenha programas pedagógicos para modelar a formação humana através da complexidade adjacente nos diferentes níveis de identidade que compõem o gênero humano, sem cair em lógicas reducionistas, unidimensionais 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 e retroalimentações. Não existem culturas acabadas e nem perfeitas, porque toda cultura leva em si mesma suficiências, insuficiências, funcionalidades e dis-funcionalidades. «O bucle conceitual eco-bio-antropo-social é um bucle em que o pensamento da complexidade natural deve permitir desenvolver o pensamento da complexidade social e política» (Morin, 1983, p. 120). Nessa linha de pensamento, o método Montessori é um conjunto de saberes, práticas e propostas caracterizado pela ênfase na interdependência de todos os elementos naturais, de modo que possam se criar condições para que as crianças de 6 a 12 anos – a cidadania mundial do futuro – 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?», pergunta-se Montessori (2003, p. 32). A resposta é sintetizada no quadro pedagógico que se recolhe na figura 1.

De forma similar à Grande História, a *Educação Cósmica* está embasada em dar liberdade às crianças para explorarem, estudarem e adquirirem conhecimentos sobre o início do universo, a origem da vida, a evolução do ser humano, o desenvolvimento da linguagem e a história das matemáticas. Por tudo isso, a filosofia da educação deve 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 são 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 perspectiva 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 (Collado, 2016c).

Figura 1.



Fonte: Omni Montessori School. O método da Educação Cós mica de Maria Montessori

### 3. Coevolução na Grande História

De acordo com o consenso científico atual da Grande História, 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 eucariotas), fazem 2 bilhões de anos AP. A explosão cambriana do metazoário 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 desenvolveram e desenvolvem estratégias de sobrevivência com fluxos de energia muito singulares, como por exemplo a cadeia trófica. Apesar de tudo parecer indicar que a vida surgiu nas profundezas dos oceanos, ela não conseguiu alcançar terra firme até 450 milhões de anos AP.

Apenas 250 milhões de anos depois de alcançar a superfície terrestre surgiram os primeiros animais de sangue quente, com destaque para os famosos dinossauros do período Jurássico que desapareceram há 66 milhões de anos AP pelo impacto de um suposto asteróide na Terra. Segundo aponta Christian (2010, p. 162), essa circunstância deu lugar ao período hegemônico dos mamíferos, a partir do qual emergiram mais tarde os primeiros homínideos bípedes, em torno a sete 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 quatro milhões de anos AP. Os *Homo habilis* datam de 2,5 milhões de anos AP, os *Homo erectus* em torno de dois milhões de anos AP, e os *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 coabita e co-evolui no planeta Terra junto ao resto da biodiversidade animal, vegetal, insetos, bactérias etc.

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 têm 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 e Raven, 1964, p. 586). Mesmo não sendo uma novidade absoluta, pois a ideia de coevolução já havia sido expressa 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, p. 611), acrescentando que «‘a coevolução difusa’ ocorre quando uma ou ambas as populações, na definição anterior, estão representadas por uma série de populações que geram uma pressão seletiva como um grupo». Deste modo, a interdependência ecológica requer três princípios básicos: 1) *especificidade*, em que a evolução de cada espécie se deve às pressões seletivas da outra; 2) *reciprocidade*, ao evoluir conjuntamente ambas as espécies; 3) *simultaneidade*, que ambas as espécies evoluam ao mesmo tempo. Assim, o processo coevolutivo foi usado em um sentido relativamente restrito no marco da evolução biológica.

Porém, o sentido de «coevolução» que este ensaio utiliza para discuti-lo na filosofia da educação e na filosofia da natureza 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 macro-evolução e

os processos específicos da micro-evolução. 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. 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, p. 39), «com a industrialização, os sistemas sociais co-evoluíram para facilitar o desenvolvimento através da exploração do carvão e do petróleo. Os sistemas sociais já não co-evoluíram 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 em 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. Neste sentido, é necessário que a EDS organize o conhecimento de forma transdisciplinar para compreender que nossa evolução como espécie está intrinsecamente interligada nos processos de co-evolução constante que as distintas formas de vida vêm desenvolvendo no nosso planeta Terra desde bilhões de anos (Collado, 2016d). 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, em que se estabelece uma extensa rede de interdependência universal de fenômenos ecológicos, biofísicos, sociais, políticos, culturais, econômicos, tecnológicos etc. 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, em que diferentes atores geopolíticos estudam e analisam há décadas, os fenômenos transfronteiriços que afetam a todas as formas de vida. É urgente preservar os milhões de espécies que conformam a criativa biodiversidade dos ecossistemas naturais, pois estes são um verdadeiro milagre cósmico. Neste sentido, os ODS emergem como um marco de ação transnacional que visa mobilizar na direção da cidadania mundial para tratar com urgência a enorme pegada ecológica e social alcançada no século XXI (Collado, 2016e).

#### **4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o ano 2030**

Em setembro de 2015, a Assembléia 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 sócio-ecológicos 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 terreno. Trata-se de uma nova organização transdisciplinar do conhecimento que permite à EDS 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 cerca de 10.000 anos atrás, e especialmente desde a Revolução Industrial de cerca de 250 anos atrás, as ações do ser humano no meio ambiente vêm ocasionando um «ecocídio» que está levando à extinção de diferentes espécies naturais que são únicas na sua criatividade evolutiva. Pelo contrário, uma sociedade que caminha em direção ao desenvolvimento sustentável deve aprender a reduzir sua destruição ecológica, reutilizando e reciclando os materiais já construídos. O desenvolvimento sustentável é um processo dinâmico que requer uma visão «glocal»<sup>2</sup>, já que o progresso é uma emergência do 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 ter uma visão polilógica do horizonte paradigmático dos ODS com uma escala multi-nível: local, nacional, regional, planetária e cósmica. Engendrar «outros mundos possíveis» implica reconhecer e identificar transculturalmente as estruturas e 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).

No processo de formação e modelagem da condição humana, a biomimética 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, insetos, 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

---

<sup>2</sup> O termo «glocal» foi cunhado por R. Robertson (1992) e é um neologismo formado pelas palavras globalização e localização. Para Robertson (1992), a globalização não implica uma anulação do local, apenas uma inclusão, presença e encontro de e com as culturas locais.

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, p. 25-26), acrescentando que «enquanto 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 (Wakernagel e 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, p. 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 biomimética representa um verdadeiro salto qualitativo na construção epistemológica do conhecimento para caminhar na sustentabilidade requerida pela EDS e os ODS, pois o seu marco epistêmico multirreferencial vai além das problemáticas morais tradicionais relativas ao bem estar humano e suas relações desiguais com a natureza, para integrar novos avanços e desenvolvimentos tecnológicos que modificam radicalmente os fenômenos vitais da própria natureza ao alcance dos humanos.

Desde esta visão cosmoderna, proponho que o debate filosófico existente no campo da EDS não se esforce em encontrar solução aos problemas cada vez mais complexos que surgem do atual sistema de referência econômico da sociedade-mundo do terceiro milênio. A EDS deve promover a transformação da globalização econômica se inspirando na abordagem biomimética e correlatas. Afirmar que o crescimento econômico é bom por si 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. É incontestável que o sistema capitalista tenha trazido enormes benefícios materiais, entretanto, a sua visão funcional subordina tudo 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 e redutoras dos fenômenos, senão de imitar à própria natureza:

Se queremos uma relação harmoniosa e integradora com Gaia<sup>3</sup>, é justamente assim como temos que nos ver a nós mesmos: como um voto em um parlamento de trinta (ou talvez até cem) milhões de escanos, uma espécie entre espécies.

---

<sup>3</sup> Na mitologia grega, Gaia é a Mãe-Terra, ou seja, um conceito similar à Pachamama na cosmovisão dos povos da região dos Andes.

Assinala a bióloga Janine Benyus (2012, p. 24) na sua obra *Biomímesis*. Então, por que 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? Por que deveríamos acreditar na ilusão epistemológica de um crescimento econômico ilimitado quando nunca existiu na natureza espécie viva alguma que possa crescer sem cessar até o infinito? Seria possível criar novos horizontes civilizatórios inspirados pela criatividade intrínseca no DNA dos processos coevolutivos da natureza?

## 5. A revolução biomimética: rumo a uma formação humana sustentável?

A revolução biomimética 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. O termo *biomímesis* provém do grego antigo βίος (*bios*), vida, e μίμησις (*mīmēsis*), imitação. Nos anos noventa, o termo biomímesis foi usado nos âmbitos disciplinares das ciências materiais, a investigação cosmética e a robótica, até que a escritora de ciências naturais estadunidense Janine Benyus popularizou ele com o seu livro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Desde então, a biomimética 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 são os ODS. «A biomímesis se vale de um standard ecológico para julgar a correção das nossas inovações. Após 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, p. 13), afirmando que a biomimética «inicia uma era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, senão no que este pode nos ensinar». A biomimética 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, os quais devem ser usados na formação humana promovida pela EDS para atingir os 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 realiza há 150 milhões de quilômetros. «As energias solar, eólica e marinha, assim como o biodiesel, derivam todas da luz solar atual» (Benyus, 2012, p. 321). Quando queimamos restos fósseis como o petróleo, gás natural ou carvão estamos usando a luz solar antiga que ficou aprisionada (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 ecossistêmico de *nada de fluxos grandes*» (Benyus, 2012, p. 321). Tendo em conta que a biosfera *Gaia* é um sistema fechado e autopoietico (Lovelock, 1992), essa

atitude seria o equivalente a queimar os móveis 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, p. 319), mais de quatro vezes a dos melhores painéis solares de construção humana.

2. *A natureza só gasta a energia que necessita:* Sendo 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 hábitat limitado, cada organismo encontra um nicho e tão só usa o que necessita para sobreviver e evoluir. Deste modo, as lições dos sistemas naturais podem nos orientar a estabelecer novos usos para a energia. Devemos reconsiderar o que estamos maximizando (a produção) e nos concentrar mais na otimização, segundo o modo como fazem os sistemas naturais, que invertem a sua energia em maximizar a diversidade para se fazerem mais eficientes como reciclagem de nutrientes orgânicos e minerais (Benyus, 2012, p. 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 em taxas elevadas de produtividade e crescimento, por um caudal máximo de materiais extraídos da terra e convertidos em flamantes artigos novos. Cerca de 85% dos artigos manufaturados se convertem rapidamente em lixo» (Benyus, 2012, p. 323). Com efeito, a economia globalizadora atual define o seu êxito pelo rápido crescimento e cria a ilusão de medir o progresso e o desenvolvimento humano pelos índices como o PIB e o PIN. Pelo contrario, os organismos co-evoluem na natureza se adaptando às mudanças dos outros, ou seja, fazendo com 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 a ênfase na qualidade e não na quantidade de artigos novos» (Benyus, 2012, p. 323).
4. *A natureza recicla tudo:* «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 evitar o colapso» (Benyus, 2012, p. 312). A existência de cadeias tróficas nos ecossistemas tem um esquema organizativo circular em que os produtores, consumidores e decompositores têm evoluído conjuntamente em um ciclo fechado para impedir a perda de recursos: «todo residuo é alimento, e todo o mundo reencarna-se no corpo do outro» (Benyus, 2012, p. 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 em que existem pequenas redes tróficas de ecologia industrial com ciclos fechados, em que o intercâmbio de informação e o desejo mútuo de aproveitar os resíduos possibilitam que todos os produtos que saem manufaturados destinados ao mercado, voltem 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 hipótese da endo-simbiose de Lynn Margulis (2002), a simbiose entre duas espécies é um elemento fundamental do progresso evolutivo natural há bilhões de anos. Os ecossistemas naturais operam em uma complexa rede simbiótica de relações mutuamente benéficas e quando se agrupam em grande número, constituem órgãos e organismos. De fato, a teoria endo-simbiótica postula que o nosso corpo é em realidade uma combinação de organismos unicelulares que conformam um enorme organismo pluricelular. Traduzido para o sistema de produção humana, o ecólogo industrial do Japão Michiyuki Uenohara, assinala que «temos artérias (vias pelas quais 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, p. 318). A lição aprendida, portanto, é construir uma economia na qual as artérias e as veias tenham a mesma importância, o que acarretaria a imitação de uma ecologia de sistemas de ciclo fechado que reutiliza os recursos. Segundo Benyus (2012, p. 319), um exemplo de cooperação pré-competitiva é constituído pelas marcas estadunidenses Chrysler, Ford e General Motors, ao desenvolverem alianças para a fabricação de materiais padronizados que lhes permitam utilizar as peças mutuamente.
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 eco-biológica tem permitido uma grande variedade de animais e plantas ao longo de bilhões de anos em 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 meio e contexto 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 em que muitas espécies locais coevoluem conjuntamente para se adaptarem às mudanças. Mas a tendência capitalista atual é uma economia global sem

fronteiras na qual os produtos manufaturados elaboram-se em países muito separados geograficamente. Neste sentido, devemos aprender da experiência e conhecimento local que os povos indígenas possuem, já que «a ideia de uma economia que se adéqua à terra e tire partido dos seus atributos locais nos aproximaria mais dos organismos que têm evoluído para se converterem em expertos locais» (Benyus, 2012, p. 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 importa e nem exporta materiais (com exceção dos travessos meteoritos)» (Benyus, 2012, p. 332). O caráter autopoietico da biosfera consegue que a vida mantenha as condições que lhe são necessárias para se auto-regular através de um incessante intercâmbio entre organismos (fotossíntese, respiração, crescimento, mineralização, decomposição etc.). Mas o sistema industrial global é um sistema aberto em que 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> jogadas na atmosfera. A resposta é um ecossistema industrial que possa se integrar na biosfera sem danificá-la.
9. *A natureza tira partido das limitações:* a natureza tem aprendido que viver com os recursos finitos é uma poderosa fonte de criatividade. Na natureza existem mecanismos de retroalimentação interna que otimizam o uso dos recursos do entorno em constante equilíbrio, com moderação e sem devastá-lo. Isso significa não hipotecar o futuro já que, do contrario, morrerá. 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 continua expansão predadora. Pelo contrario, 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, p. 28).

Sem sombra de 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.

Se poderia dizer que o capitalismo é a antítese metafórica dos processos naturais da vida: nele 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.

Escreve o filósofo da natureza Luciano Espinosa (2007, p. 66), em comparação aos sistemas naturais da biosfera nos quais «operam circuitos que incluem a todos os membros da rede, os quais estão apegados ao terreno, ligados à satisfação das necessidades básicas e à reciclagem constante de matéria e energia». 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 tecnoeconômicas globalizadoras que estão acabando com a vida no planeta. Os ODS devem aspirar a se constituírem 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.

Os processos de formação humana devem suscitar um diálogo biomimético que fomente uma consciência crítica planetária através de reflexões e atitudes solidárias globais que, em última instância, favoreçam a aparição de novas propostas de organização social para o cumprimento dos ODS. Na filosofia da educação cosmoderna, a natureza representa um metaponto de encontro civilizatório transhistórico entre todas as sociedades do mundo, desde as consideradas mais arcaicas até as mais tecnológicas, porque é a fonte energética e material que alimenta a todas elas para a sua sobrevivência passada, presente e futura. A natureza também atua como uma fonte de inspiração para todas aquelas pessoas criativas que procuram respostas na sabedoria intrínseca de espécies que têm evoluído durante muito mais tempo que a humana. Por este motivo, a biomimética é uma iniciativa interepistemológica que vem inspirando múltiplas pessoas que trabalham com arte, arquitetura, música, engenharia, economia, medicina, biologia, ecologia, educação e ciência de todo o mundo na história humana. A dimensão criativa do ser humano é fundamental para se conseguir atingir os desafios socioecológicos dos ODS antes que seja demasiado tarde.

## **6. Conclusões finais bioinspiradoras...**

Refletir e agir filosoficamente sobre as nossas relações humanas com a natureza tem muitos questionamentos e abordagens. A cidadania mundial do século XXI está diante de uma encruzilhada paradigmática que requer uma transformação paradigmática do sistema socioeconômico imposto pela globalização capitalista, o que implica uma organização epistemológica complexa, transdisciplinar e biomimética que compreenda os acontecimentos implicados de forma analítica e holística ao mesmo tempo. A interdependência dos fenômenos naturais e sociais requer um novo olhar cosmoderno no campo da filosofia da educação, onde a EDS deve organizar o conhecimento para poder desenvolver uma formação humana inovadora, sustentável e resiliente em escala multinível: local, nacional, regional e mundial. Diferente da Modernidade e da Pós-modernidade, que tende a dividir, fragmentar e reduzir o conhecimento segundo os postulados da física clássica, a Cosmodernidade apóia-se na revolução quântica para integrar e complementar os diferentes saberes epistemológicos tendo em vista contextualizar globalmente e, ao mesmo tempo, reconhecer o singular, o concreto e o individual. Portanto, as ideias transdisciplinares, complexas e biomiméticas do presente artigo podem ser compreendidas como um processo criativo em continua evolução e construção, aberto a novas interpretações, complementações e considerações.

Neste sentido, constata-se a necessidade de se criar novos horizontes cosmodernos que não excluam nenhum tipo de conhecimento ou saber, seja uma demonstração científica, uma crença indígena, uma concepção artística, uma

revelação espiritual ou de qualquer outro tipo de saber epistemológico. Ao concluir que o conhecimento é incomensurável e aberto ao infinito, rechaça-se toda teoria científica, crença cultural, doutrina política ou dogma religioso que se apresente como uma *verdade absoluta*. Tão só a combinação de todos eles, através de uma ecologia de saberes científicos e não científicos, mas não misturados de qualquer forma, e sim com critério e discernimento adequado ao contexto, poderá supor uma aproximação à estrutura ontológica da realidade para reconhecer as relações do ser humano consigo mesmo, com o outro, com a natureza e com o *sagrado*. Portanto, caminhar para os ODS supõe transformar o imaginário coletivo imposto pela globalização econômica para promover uma *consciência cosmoderna* que nos permita *sentir-pensar-atoar* de forma harmônica com os processos coevolutivos da vida em Gaia. Este é o ponto de partida para se deixar de explorar a natureza para se começar a aprender dela e criar novos modelos educativos biomiméticos que nos permita alcançar um desenvolvimento sustentável e perdurável.

É urgente tomar consciência da necessidade urgente de atuar logo para evitar chegar a pontos de não retorno ecossistêmicos que nos levem ao colapso ecológico e civilizatório. Precisa-se de uma bioinspiração abrangente que faça florescer «outros mundos possíveis» mais justos, solidários, democráticos, resilientes e sustentáveis. O propósito de reforçar os laços entre a filosofia, a educação e a sustentabilidade 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 «hiper-tecnológicas», já que acolhe um corpus espiritual e ecológico que joga o papel simbio-genético entre a natureza e a cultura humana. Segundo a antropóloga e economista mexicana Cristina Núñez (2012, p. 109), «a experiência educativa transdisciplinar para a sustentabilidade inclui a dimensão espiritual como um núcleo para a criação relevante nas nossas sociedades, em nível local e mundial». O processo de desenvolvimento da identidade humana é um processo de *sentir-pensar-atoar* em uma realidade comum conformada pela totalidade indivisa entre a consciência, a matéria e a energia (Maturana e Varela, 2001). Sendo assim, é preciso estabelecer 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).

De maneira paradoxal, a resposta à sustentabilidade é encontrada na própria natureza. Ao longo da história da vida na Terra, os ecossistemas da natureza vêm desenvolvendo processos simbióticos de ensaio e erro pelos quais têm aprendido a importância de cooperar e colaborar para encontrar soluções mais eficazes, viáveis e flexíveis. Desde esta perspectiva filosófica e biomimética, a imitação das estratégias e princípios operacionais que a vida desenvolve na Grande História se converte em uma alternativa civilizatória para aplicar esta sabedoria de forma flexível e adaptada a cada circunstância ecossocial. A biomimética emerge como um quadro epistêmico sustentável para realizar a transição para um paradigma de coevolução permanente com as distintas formas de vida. Portanto, a conclusão mais importante é que a natureza constitui um metamodelo que devemos emular na filosofia da educação para lograr uma sustentabilidade socioeconômica em nível planetário, como bem

afirmam os saberes ancestrais dos povos originários que devemos resgatar. Em suma, conclui-se que a biomimesis representa um fenômeno transcultural e transhistórico que combina um corpus de conhecimento interior-espiritual e exterior-científico que nos permite refletir e agir sobre a crise paradigmática civilizatória na qual nos encontramos: plantando a possibilidade de reintegrar a tecnosfera na biosfera (Collado, 2016d). Um bom exemplo contemporâneo que procura resgatar de forma criativa esses conhecimentos milenários dos povos aborígenes da Austrália é a *permacultura* criada pelo cientista David Holmgren (2010).

Em síntese, refletir e agir filosoficamente sobre a sustentabilidade significa falar sobre o modo em que a criatividade da natureza pode nos *bioinspirar* para criar, adaptar e modelar novos ambientes mais resilientes e sustentáveis. Ao nos *bioinspirar* pelos desenhos, modelos e processos auto-eco-bio-reguladores que a vida tem demonstrado que funcionam e perduram no tempo, podemos encontrar soluções para muitos dos complexos problemas socioecológicos atuais. Dada a grande biodiversidade que tem se desenvolvido ao longo da Grande História, o número de aplicações biomiméticas é muito grande. Esta nova forma de estudar a natureza nos permite copiar e aperfeiçoar os seus conhecimentos para aplicá-los nas esferas tecnológicas, econômicas, artísticas, médicas, arquitetônicas, agrícolas, industriais, desenho, educacionais, da engenharia etc. A revolução biomimética constitui um novo quadro epistêmico civilizatório baseado no que podemos aprender da natureza, e não no que podemos extrair dela. Com esta visão cosmoderna, conclui-se que a biomimética emerge como uma nova ciência transdisciplinar da complexidade que estuda a auto-eco-organização dos sistemas biológicos no seu entorno ou meio ambiente, com o fim de descobrir os princípios de sustentabilidade e as estratégias coevolutivas que se produzem em Gaia para tomá-las um metamodelo a ser imitado nos submodelos humanos. Essa capacidade criativa natural está em todos nós para lutar por um mundo no qual o *continuum da vida* perpetue o seu caminho coevolutivo. Estamos preparados? Convocam-se os leitores e leitoras a seguir adiante com qualquer pensamento inspirado pelas reflexões filosóficas cosmodernas apresentadas neste trabalho sobre a filosofia da educação e da natureza.

## 7. Referências Bibliográficas

- Benyus, J. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets editores.
- Christian, D. (2010). *Mapas del tiempo: Introducción a la Gran Historia*. Barcelona: Ed. Crítica.
- Collado-Ruano, J. (2016a). *Paradigmas epistemológicos en Filosofía, Ciencia y Educación. Ensayos Cosmodernos*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Collado-Ruano, J. (2016b). Epistemología del Sur: una visión descolonial de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Sankofa*, 9(17), 137-158.

- Collado-Ruano, J. (2016c). La bioética como ciencia transdisciplinar de la complejidad: una introducción coevolutiva desde la Gran Historia. *Revista Colombiana de Bioética*, 11(1), 54-67.
- Collado-Ruano, J. (2016d). Una perspectiva transdisciplinar y biomimética a la educación para la ciudadanía mundial. *Educere*, 65, 113-129.
- Collado-Ruano, J. (2016e). La huella socioecológica de la globalización. *Sociedad y Ambiente*, 11, 92-121.
- Collado-Ruano, J., Galeffi, D., & Ponczek, R. (2014). O paradigma da cosmodernidade: uma abordagem transdisciplinar à Educação para a Cidadania Global proposta pela UNESCO. *Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade*, 23(42), 141-152.
- Ehrlich, P., & Raven, P. (1964). Butterflies and Plants: A Study in Coevolution. *Society for the Study of Evolution*, 18(4), 586-608.
- Espinosa, L. (2007). La vida global (en la eco-bio-tecno-noos-fera). *LOGOS: Anales del Seminario de Metafísica*, 40, 55-75.
- Holmgren, D. (2010). *Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*. London: Permanent Publications.
- Janzen, D. (1980). When Is It Coevolution?. *Evolution*, 34(3), 611-612.
- Krishnamurti, J. (1966). *A mutação interior*. São Paulo: Cultrix.
- Lovelock, J. (1992). *Gaia: una ciencia para curar el planeta*. Barcelona: Ed. Integral.
- Margulis, L. (2002). *Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución*. Madrid: Debate.
- Maturana, H., & Varela, F. (2001). *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do conhecimento humano*. São Paulo: Palas Athena.
- Montessori, M. (2004). *Para educar o potencial humano*. São Paulo: Papirus Editora.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.
- Morin, E. (1983). *El método II. La Vida de la Vida*. Madrid: Editorial Cátedra.
- Nicolescu, B. (2008). *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. São Paulo: TRIOM.
- Nicolescu, B. (2014). *From Modernity to Cosmodernity. Science, Culture, and Spirituality*. New York: SUNY.
- Norgaard, R. (1994). *Development Betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. New York: Routledge.

- Núñez-Madrado, M. C. (2012). Sustainability and Spirituality: A Transdisciplinary Perspective. In Nicolescu, B. (Ed.), *Transdisciplinarity and Sustainability* (pp. 102-111). Lubbock, USA: TheATLAS publishing.
- Riechmann, J. (2014). *Un buen encaje en los ecosistemas. Segunda edición (revisada) de Biomímesis*. Madrid: Catarata.
- Robertson, R. (1992). *Globalization. Social Theory and Global Culture*. London: SAGE.
- Sahtouris, E. (1998). *A Dança da Terra. Sistemas vivos em evolução: uma nova visão da biología*. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos.
- Santos, B. (2010). Para além do pensamento abyssal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In Santos, B., & Meneses, M. P. (Eds.), *Epistemologias do Sul* (pp. 31-83). São Paulo: Cortez.
- Spier, F. (2011). *El lugar del hombre en el cosmos. La Gran Historia y el futuro de la Humanidad*. Barcelona: Crítica.
- Wackernagel, M., & Rees, W. E. (1996). *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- Zinkernagel, R. (2007). On observing and analyzing disease versus signals. *Nature Immunology*, 8, 8-10.