

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

A cicatriz planetária e a epigenética macro: o fim da hierarquia ecológica e a interdependência sistêmica

Thiago de Castro Nobre

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15288>

Submetido em: 2026-03-04

Postado em: 2026-03-24 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A CICATRIZ PLANETÁRIA E A EPIGENÉTICA MACRO: O FIM DA HIERARQUIA ECOLÓGICA E A INTERDEPENDÊNCIA SISTÊMICA

*THE PLANETARY SCAR AND MACRO-EPIGENETICS: THE END OF ECOLOGICAL
HIERARCHY AND SYSTEMIC INTERDEPENDENCE*

NOBRE, Thiago de Castro

Doutorando em Educação – Universidad Nacional de Rosario (UNR)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7665-5585>

Resumo

Este artigo de natureza teórico-conceitual propõe o conceito de "Epigenética Macro" para desconstruir a visão hierárquica e fragmentada dos ecossistemas. A partir de uma análise interdisciplinar, demonstra-se que a Terra opera como um superorganismo interdependente, onde intervenções antrópicas locais (como loteamentos urbanos) e globais (como a poluição por microplásticos) atuam como "cicatrices" e ruídos epigenéticos, afetando a regulação biológica em múltiplas escalas. O estudo desmistifica a ideia de concorrência entre biomas, utilizando os rios voadores entre a Amazônia e a Chapada do Araripe, além do paradoxo dos polinizadores, para provar que a sobrevivência do macroambiente está incondicionalmente subordinada ao micro. Conclui-se que a humanidade, enquanto fator de expressão gênica planetária, deve assumir uma transição inadiável para o Paradigma Biocêntrico, revertendo a auto-intoxicação evolutiva por meio da educação ambiental e do reconhecimento da teia indissociável da vida.

Palavras-chave: Epigenética Macro; Interdependência Sistêmica; Hierarquia Ecológica; Chapada do Araripe; Paradigma Biocêntrico.

Abstract

This theoretical-conceptual article proposes the concept of "Macro-Epigenetics" to deconstruct the hierarchical and fragmented view of ecosystems. Based on an interdisciplinary analysis, it demonstrates that the Earth operates as an interdependent superorganism, where local (such as urban subdivisions) and global (such as microplastic pollution) anthropogenic interventions act as "scars" and epigenetic noise, affecting biological regulation across multiple scales. The study demystifies the idea of competition between biomes, using the flying rivers between the Amazon and the Araripe Plateau, as well as the paradox of pollinators, to prove that the survival of the macro-environment is unconditionally subordinated to the micro. It concludes that humanity, as a factor of planetary gene expression, must undertake an urgent transition to the Biocentric Paradigm, reversing evolutionary auto-intoxication through environmental education and the recognition of the inseparable web of life.

Keywords: Macro-Epigenetics; Systemic Interdependence; Ecological Hierarchy; Araripe Plateau; Biocentric Paradigm.

1. Introdução — A Ilusão da Hierarquia e a Teia Indissociável

O pensamento científico tradicional, forjado sob a óptica antropocêntrica e cartesiana, habituou-se a fragmentar a biosfera em categorias de importância. Atribuiu-se, de forma equivocada, uma hierarquia ecológica onde biomas de proporções continentais são percebidos como os "pulmões principais" do planeta, enquanto ecossistemas menores ou semiáridos são rebaixados a papéis secundários. Esta visão hierarquizada é uma miopia epistemológica. Na teia da vida, não existe concorrência entre ecossistemas; existe apenas uma conectividade micro e macro ininterrupta.

A biosfera atua como um organismo único e interdependente. Compreender essa totalidade exige a desconstrução da ideia de que o ser humano é um observador externo ao meio ambiente. A humanidade atua, na verdade, como os "genes" desse grande organismo planetário. Assim como as células humanas respondem aos estímulos do ambiente na epigenética molecular, a Terra responde, em larga escala, às intervenções humanas. Este artigo propõe o conceito de "Epigenética Macro", demonstrando como as ações antrópicas geram um efeito dominó — benéfico ou maléfico — que reverbera em toda a rede vital, provando que se um bioma avança, o todo se fortalece; mas se uma única espécie sofre, o colapso é sistêmico.

Este artigo apresenta três contribuições originais: (i) a proposição do conceito de Epigenética Macro como modelo heurístico de análise sistêmica; (ii) a formalização da metáfora da cicatriz planetária como categoria analítica para intervenções antrópicas; e (iii) a articulação entre saúde planetária e herança epigenética transgeracional no contexto da crise ambiental.

1.1 Procedimentos Metodológicos e Delimitação Epistemológica

Trata-se de uma pesquisa teórico-conceitual fundamentada na teoria sistêmica e na epistemologia da complexidade (CAPRA, 1996; MORIN, 2015). A investigação adota a revisão narrativa interdisciplinar como procedimento metodológico, cruzando literatura biomédica, ecologia profunda e filosofia da educação.

Para garantir o rigor científico e evitar reducionismos biológicos, é imperativo estabelecer uma delimitação epistemológica: o conceito de "Epigenética Macro", proposto neste artigo, opera como um modelo heurístico e uma metáfora estruturante. Ele não propõe uma extensão literal e mecanicista da biologia molecular aos biomas, mas utiliza a lógica da plasticidade epigenética celular para ilustrar, de forma analítica,

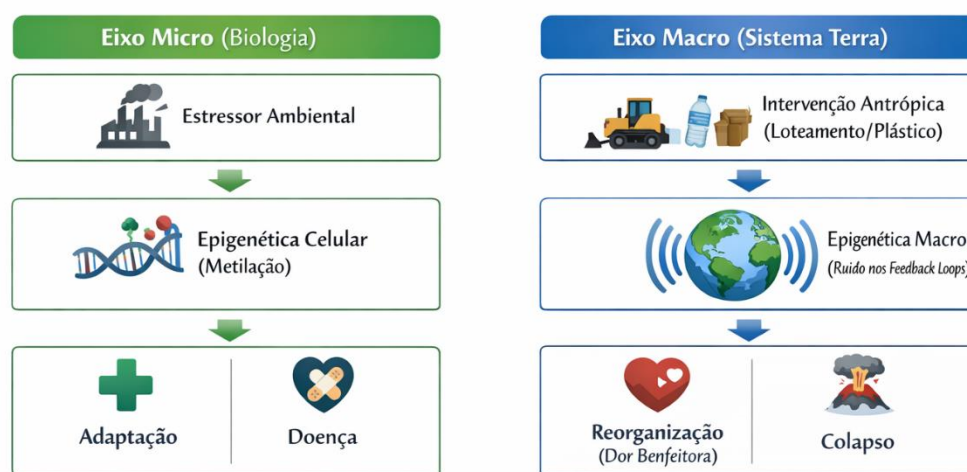
como as intervenções antrópicas atuam como moduladores (ruídos ou estímulos) na regulação homeostática da rede vital planetária.

2. A Cicatriz Ambiental e a Epigenética Macro

Para compreender a dinâmica da Epigenética Macro, é necessário observar a intervenção humana direta sobre o solo. A abertura de um novo loteamento urbano em uma área de preservação não representa apenas uma supressão vegetal localizada; biologicamente, atua como uma "cicatriz" cravada na pele do ecossistema.

Assim como uma cicatriz no corpo humano altera a fáscia, a circulação sanguínea e a sensibilidade do tecido ao redor, a cicatriz ambiental do loteamento altera o microclima, o ciclo hidrológico e o trânsito de espécies na região. O ambiente foi modificado, e essa modificação "liga ou desliga" respostas biológicas sistêmicas. Nós, atuando como o código genético ativo da paisagem, sofremos imediatamente a influência dessa degradação — através do aumento da temperatura local, da escassez hídrica e da perda de qualidade de vida — ao mesmo tempo em que somos os causadores dela. Trata-se de um ciclo de retroalimentação: ferimos o meio, e o meio ferido altera a nossa própria regulação biológica e social.

Figura 1 – O Mecanismo da Epigenética Macro



Fonte: Elaboração própria (2026).

3. O Fim da Hierarquia Ecológica e o Mito do Pulmão do Mundo

A fragmentação cartesiana do saber induziu a ciência e as políticas públicas a categorizarem os biomas segundo uma escala visual de magnitude, forjando uma falsa hierarquia ecológica. Sob essa lente distorcida, consolidou-se o senso comum de que a Floresta Amazônica seria o "pulmão do mundo". Trata-se de uma miopia biomatemática. A literatura ecológica atesta que ecossistemas florestais clímax consomem praticamente todo o oxigênio que produzem em seus próprios processos de respiração e decomposição (ODUM, 1988). Os verdadeiros responsáveis pela regulação primária de oxigênio do planeta são organismos invisíveis a olho nu: o fitoplâncton e as macroalgas marinhas (FIELD et al., 1998).

Contudo, por habitarem o microscópico e o ambiente oceânico, esses seres fundamentais permanecem à margem das grandes considerações políticas. A verdadeira riqueza planetária da Amazônia não reside na exportação de oxigênio, mas sim na sua incomparável teia de biodiversidade e em sua função termodinâmica como "bomba biótica" de umidade (NOBRE, A. D., 2014). A umidade transpirada pela bacia amazônica viaja através dos rios voadores, garantindo a recarga dos aquíferos que sustentam oásis no semiárido, como a Chapada do Araripe. A Amazônia e o Araripe não operam por concorrência estrutural, mas por cooperação indissociável.

4. O Paradoxo do Micro: Polinizadores e Decompositores como Sustentáculo do Macro

Se a análise dos biomas e dos oceanos desconstrói a hierarquia territorial, a observação das dinâmicas do solo e da flora destrói a hierarquia de magnitude física. O modelo de dominação humana tende a valorizar aquilo que é vasto e dominável, negligenciando a base silenciosa que sustenta a vida. É nesse ponto que emerge o paradoxo do micro: organismos sistematicamente ignorados detêm o controle da sobrevivência global.

Considere-se o papel das abelhas polinizadoras e dos vermes terrestres (como as minhocas e os nematódeos). Trata-se de organismos de dimensões ínfimas. No entanto, a atividade subterrânea dos vermes é o que garante a aeração, a ciclagem de nutrientes e a fertilidade estrutural do solo, permitindo que as raízes da biodiversidade se estabeleçam. Na superfície, as abelhas garantem a reprodução da flora angiosperma. A eliminação desses agentes micro desencadearia a falência imediata das cadeias tróficas e da segurança alimentar global. Este cenário ilustra irrefutavelmente que o tamanho físico não é indicativo de importância sistêmica. Na lógica da Epigenética Macro, a abelha e o verme atuam como moléculas sinalizadoras: sua supressão "desliga" a capacidade do planeta de produzir vida.

5. A Camada Sintética e a Mutação Transgeracional: O Microplástico como Ruído Epigenético

A interdependência biológica não se restringe a eixos territoriais específicos, como a conexão entre a Amazônia e o Araripe; ela é planetária, fluindo de forma ininterrupta através das correntes oceânicas e do ciclo global da água, que atua como o verdadeiro sistema circulatório da Terra. Contudo, a intervenção antrópica desordenada vem promovendo um distanciamento letal da nossa matriz biológica original. Ao invés de integrar-se ao ciclo orgânico, a humanidade passou a envelopar a biosfera com uma camada sintética sufocante: uma crosta geológica de lixo e polímeros artificiais.

Essa "plastisfera" não atua apenas como uma barreira física que isola e asfixia a Terra; ela se desintegra e infiltra-se na essência da vida. Fibras de poliéster, microplásticos e nanoplásticos contaminam os lençóis freáticos, as chuvas e, inexoravelmente, a água que consumimos. É neste ponto que a Epigenética Macro encontra a biologia celular humana. O que é descartado no macroambiente (o oceano e o rio) deposita-se no microambiente intracelular (a nossa corrente sanguínea e os nossos tecidos).

Neste distanciamento do que é organicamente original, o ser humano ingere a sua própria degradação. Evidências toxicológicas recentes sugerem que micropartículas sintéticas atuam no organismo como potenciais disruptores endócrinos e estressores epigenéticos (KANNAN; VIMALKUMAR, 2021). Atualmente, elas estão sendo rigorosamente investigadas como potenciais moduladores inflamatórios sistêmicos, cujos efeitos cumulativos de longo prazo ainda estão em estudo. Contudo, sob a ótica da saúde planetária e da herança epigenética transgeracional (SKINNER, 2020), o risco de que o dano ambiental persistente se converta em marcação epigenética hereditária é um alerta severo. O ruído sintético que sufoca o planeta altera significativamente o ambiente modulador da espécie, sugerindo que as próximas gerações tendem a herdar a vulnerabilidade metabólica causada pelos excessos da nossa era. A contaminação planetária atua, portanto, como um vetor de auto-intoxicação evolutiva.

6. A Humanidade como Fator de Expressão Gênica: Do Cinza à Cura Sistêmica

As tecnologias espaciais avançaram ao ponto de nos permitir contemplar a totalidade do nosso belo planeta azul. Contudo, essas mesmas lentes orbitais denunciam a "cicatriz planetária" em tempo real: o verde e o azul cedendo espaço, de forma acelerada, a extensas manchas de cinza e desolação. A urbanização predatória, a desertificação e o silenciamento dos ecossistemas são a expressão fenotípica de um modelo civilizatório doente.

No escopo da ciência dos sistemas complexos, a humanidade atua como um fator de 'expressão gênica planetária' ao alterar os laços de retroalimentação (*feedback loops*) que mantêm a homeostase global. Quando ultrapassamos as fronteiras planetárias de segurança (*planetary boundaries*) (RICHARDSON et al., 2023), não geramos apenas uma crise ambiental localizada, mas uma ruptura na auto-organização sistêmica e na Teoria da Emergência do superorganismo Terra. Ferimos o meio, e o meio ferido devolve esse colapso alterando a nossa própria regulação biológica, gerando um profundo quadro de sofrimento (ROMANELLO et al., 2022). Contudo, se essa crise resultará em um colapso destrutivo ou se atuará como uma verdadeira 'Dor Benfeitora' (NOBRE, 2026a) dependerá exclusivamente da nossa capacidade coletiva de metabolizar esse alerta por meio de uma ação transformadora consciente.

7. Considerações Finais

A ideia de "nós" contra "eles" ou "humanos" contra "natureza" é biologicamente insustentável. O colapso de uma colmeia, a esterilização de um centímetro de solo ou a supressão de uma nascente no Araripe representam, em última instância, amputações no nosso próprio corpo estendido.

A transição inadiável para o Paradigma Biocêntrico (NOBRE, 2026b) não exige apenas uma mudança de discurso, mas o reconhecimento científico da nossa interdependência sistêmica. A vida na Terra opera como uma teia de cuidado mútuo onde a resiliência do macro ecossistema demonstra-se estruturalmente dependente da proteção e manutenção funcional do micro (NOBRE, 2026c). Somente ao aceitarmos que somos, simultaneamente, o agente causador da cicatriz e a única via de cicatrização, poderemos modular a Epigenética Macro em favor da regeneração e da manutenção do nosso pálido ponto azul na imensidão cósmica.

7.1 Limitações e Perspectivas Futuras

O conceito de Epigenética Macro opera como modelo teórico-analítico estruturante e não constitui um mecanismo biológico literal. Sua validação depende do desenvolvimento de métricas sistêmicas transdisciplinares capazes de correlacionar intervenções antrópicas com alterações em indicadores de saúde pública e ecológica. Estudos futuros no contexto do Antropoceno devem explorar modelagens computacionais de cenários climáticos, análise de redes complexas e métricas de Saúde Planetária (*Planetary Health*) para operacionalizar empiricamente este referencial, testando os *feedback loops* entre a regeneração ambiental e a resiliência humana.

Referências

- CAPRA, Fritjof. *A teia da vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996.
- FIELD, C. B. et al. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, v. 281, n. 5374, p. 237-240, 1998.
- KANNAN, K.; VIMALKUMAR, K. A Review of Human Exposure to Microplastics and Insights Into Microplastics as Obesogens. *Frontiers in Endocrinology*, v. 12, 724989, 2021.
- LOVELOCK, James. *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- MORIN, Edgar. *O Método 2: a vida da vida*. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- NOBRE, Antonio Donato. *O Futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica*. São José dos Campos: ARA, CCST-INPE, INPA, 2014.
- NOBRE, Thiago de Castro. A transição inadiável: Do colapso antropocêntrico ao paradigma educacional biocêntrico no contexto da crise climática. *SciELO Preprints*, 2026b.
- NOBRE, Thiago de Castro. Epigenética e Paradigma Biocêntrico: Fundamentos Biológicos para uma Transição Educacional na Era da Crise Ambiental. *SciELO Preprints*, 2026c.
- NOBRE, Thiago de Castro. Teoria da dor benfeitora e da reorganização evolutiva. *SciELO Preprints*, 2026a.
- ODUM, Eugene P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- RICHARDSON, K. et al. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, v. 9, n. 37, eadh2458, 2023.
- ROMANELLO, M. et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, v. 400, n. 10363, p. 1619-1654, 2022.
- SKINNER, M. K. Environmental epigenetics and a unified theory of the developmental origins of health and disease. *Nature Reviews Genetics*, v. 21, n. 4, p. 238-250, 2020.
- SPINOZA, Benedictus de. *Ética*. Tradução de Tomaz Tadeu. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

Declaração de Disponibilidade de Dados Os dados e conceitos que fundamentam os argumentos desta pesquisa teórico-conceitual estão integralmente contidos no manuscrito e nas referências bibliográficas listadas. Não há conjuntos de dados quantitativos externos associados a este artigo.

Declaração de Conflito de Interesses O autor declara não haver conflitos de interesses financeiros, acadêmicos ou pessoais na condução desta pesquisa.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.