

FÍSICA E MEIO AMBIENTE O SUBSTRATO DA ESTÉTICA NA CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA

Marcílio de Freitas

O FIO CONDUTOR A possibilidade de desestabilização ecológica do planeta desdobrando-se no extermínio da espécie humana põe elementos novos para os fundamentos da cultura universal. Problemas que exigem a desconstrução dos fundamentos da civilização ocidental, em especial, dos modos e das formas de intervenção humana nos usos e exploração da natureza, assim como modificações radicais nas relações entre as pessoas, as comunidades e também entre os países. O colapso dos modelos econômicos standard, baseados na exploração e expropriação intensiva dos recursos naturais, aliado ao crescente processo de pauperização dos povos periféricos, em médio prazo agrava esse quadro, reafirmando a importância dos estudos ambientais. O que reserva um “lugar” singular para a física e a ecologia nas configurações societárias projetadas para o século XXI.

O desvendamento das relações das ciências físicas com a ecologia é complexo e contraditório. A crescente reafirmação da ecologia envolve representações simbólicas e materiais, fundindo-a, definitivamente, com o destino do homem. Uma característica instigante são os aspectos suscitados pela sua dimensão simbólica.

A dimensão ficcional da ecologia é uma perspectiva subjetiva que atravessa todas as culturas mundiais, é como se o destino da Terra fosse de responsabilidade de cada um de seus habitantes. Esse processo se intensifica em forma ponderada e numa intensidade proporcional ao grau de destruição ecológica dos lugares, dos países, dos continentes e do planeta. A crença difusa que a Terra encontra-se num crescente processo de desestabilização ecológica constitui uma realidade virtual que atravessará todo o século XXI, movimentando muitas ações e programas institucionais mundiais.

Outro aspecto singular refere-se à reinvenção dos mitos da imortalidade, do mundo-paráiso, do universo-espetáculo e do mundo-fashion, elementos que movimentam o imaginário desse novo patamar civilizatório. Elementos que, em ordem, têm como referências centrais as religiões, a Amazônia, a ciência e a mercadoria virtual como matrizes de significações simbólicas. Representações ficcionais que se articulam entre si e que já se encontram fundidas nos processos ecológicos que projetam a Amazônia como o principal signo da modernidade. A cultura judaico-cristã tem uma matriz, uma gênese ou origem do mundo centrada na condição perfeita perdida, o paraíso. A localização ficcional da árvore da vida (imortalidade) e da árvore da ciência (do bem e do mal) na ecologia tem contribuído para o resgate e a hegemonização de uma concepção

universal ancorada na idéia de ambiente-mundo cujo contexto é o destino da humanidade conforme o pensamento iluminista do século XVIII. Concepção que, virtualmente, tem a preocupação de tornar eterna e invencível o homem-natureza-cultura. Esses fatores, intrínsecos à ecologia, dificultam uma associação analítica entre ela e a física, exigindo a construção de uma linguagem sistêmica ancorada pelo devir material e espiritual; linguagem que tem a estética como principal referência.

O confronto entre as categorias: matéria e espírito; sujeito e objeto; espaço e tempo; liberdade e necessidade; guerra e paz, e suas diversas combinações, que movimentaram todos os processos civilizatórios entre os séculos XVIII e XIX, foi subsumido por uma nova concepção de história do pensamento universal. A fusão do sujeito com o objeto; a indivisibilidade do espaço-tempo; o entrelaçamento da liberdade com a necessidade; a substituição do primado da matéria por entidades físicas que não necessitam de um meio material para se propagarem e para manterem suas identidades – entidades denominadas “campos” que articulam a multiplicidade de possibilidades das propriedades dos fenômenos da natureza com a nossa realidade física –, e a emergência da ecologia, constituem empreendimentos

humanos estruturantes da modernidade, pondo novos paradigmas para o conhecimento organizado. Paradigmas que fundiram definitivamente as ciências da natureza às ciências humanas, abarcando questões amplas e aparentemente desconexas entre si, tais como: história e realidade física; simbolismo e economia; ciência e religião, tecnologia e política, dentre outras.

O incrustamento da ecologia nas pautas dos fóruns políticos, econômicos e científicos hegemônicos, contribuiu para o fortalecimento da condição de indivisibilidade da categoria homem-natureza, desdobrando-se na emergência de cenários hiper-

complexos que movimentarão o século XXI. Cenários que constituem o substrato da estética – campo de conhecimento que potencializa todos os arranjos e combinações dos fluxos de elementos materiais e/ou não-materiais num empreendimento humano. (1) Estética que pressupõe a realidade do conhecimento e da ação (2) enquanto entes entrelaçados entre si e que se movimentam fundindo a natureza na cultura, transfigurando a concepção dos processos civilizatórios, em qualidade e intensidade, e articulando e mediando os processos analíticos e históricos, projetando novas interpretações e sentidos à existência humana e aos processos civilizatórios em curso e, finalmente, redefinindo as relações entre os diversos campos de conhecimento científico, em especial as relações entre as ciências físicas e a ecologia que tem uma gênese centrada na vida.

A FÍSICA, A ECOLOGIA E OS PRINCÍPIOS ESTRUTURANTES DA ESTÉTICA

As relações entre o homem e a natureza passam também pelas relações entre os homens, na guerra e na paz. A antropologia específica que o estudo da relação entre o homem e o seu meio ambiente pode ser feito por dois métodos diferentes: 1- analisa-se a forma com que a cultura, de interesse, intervém e se articula com o seu habitat; ou,

**A DIMENSÃO
FICCIONAL DA
ECOLOGIA É UMA
PERSPECTIVA
SUBJETIVA QUE
ATRAVESSA...**

2- delimita-se um determinado meio ambiente e analisa-se a variação, espacial e temporal, da adaptação cultural em limites pré-determinados. (3) A matriz epistemológica da antropologia abarca, necessariamente, o entrelaçamento da cultura com o meio ambiente, com delimitações próprias do objeto de pesquisa. Entretanto, o conceito de natureza é mais amplo e sofisticado que o conceito de meio ambiente, o que requer a utilização de mais campos de conhecimento e outros métodos científicos para a análise de uma relação do tipo: homem-natureza. O conceito de natureza envolve não somente o que é externo ao homem; envolve também o que lhe é interno e a necessária articulação do local com o universal buscando um sentido cósmico à existência humana; um sentido de pertencimento ao mundo.

O conhecimento acumulado sobre a natureza retrata uma época, diversas formas de intervenção humana nos processos naturais, abarca também a existência, a relação e a condição humana em todas as suas dimensões. Nesse entrelaçamento recíproco, o “homem-natureza” se movimenta, gestando uma história para o mundo, novas formas não cessam de se criar, a reinvenção dos cosmos continua se projetando como um mito com o pensamento universal reafirmando a inexistência de civilização eterna ou ideologia definitiva. Cristaliza-se a tese de que a dialética não é somente a vida do pensamento, mas a vida da natureza, a idéia de que a natureza não pode ser concebida sem movimento, que o movimento é inseparável da matéria, da idéia de totalidade orgânica e de vida, em todos seus graus de complexidade, e que nada no mundo está isolado (4); é possível dizer que existe uma estética da vida que na pós-modernidade tem privilegiado os processos científicos, em detrimento de empreendimentos pluriculturais e ecumênicos.

A concepção transdisciplinar e multidimensional da estética moderna constrói seus pilares com elementos teóricos centrados em problemas próprios da existência humana, da estrutura e da dinâmica dos processos socioeconômicos, dos processos psíquicos e de prevalência do libido, em processos imbricados na essência das coisas, em princípios de contestação da ordem social e em projeções cósmicas da natureza, conforme linguagens elaboradas, respectivamente, por Schopenhauer, Marx, Freud, Heidegger, Marcuse e Einstein. Ela encontra-se incrustada nos fundamentos dos cenários que movimentam a história da humanidade abrangendo a multiplicidade cultural que permeia os processos socioeconômicos mundiais. A concepção hegemônica da matriz da estética da vida que nos é projetada ainda encontra-se ancorada no determinismo e na eugenia; invenções européias que têm em Newton e em Darwin as suas principais matrizes. A transposição deformada e mutiladora dos princípios estruturantes das obras desses cientistas, “Princípios matemáticos da filosofia natural” e “A origem das espécies” para os processos socioeconômicos, corroborou para a interpretação de um processo civilizatório plasmado sobre os princípios de acumulação e individualização; esquema que também contribuiu para a rápida consolidação e disseminação do capitalismo durante os séculos XIX e XX, incrustando definitivamente o etnocentrismo, a miséria e a destruição ecológica do planeta na história universal. Essas são questões complexas que impulsionaram a articulação das ciências da natureza

com os megaprocessos econômicos e políticos mundiais, possibilitando a irradiação planetária dos modelos de desenvolvimento dos países centrais.

O macro-cenário físico prevaiente até o final do século XIX, estabelecia que o universo se desenvolvia no espaço tridimensional da geometria, conforme estabelecido por Euclides, e os eventos, os fluxos e as transformações se faziam presentes num substrato chamado tempo. Nesse quadro, o espaço e o tempo são representados como dois receptáculos de toda a realidade física, onde não se pode evitar se colocar dentro dos mesmos, certa matéria substanciável. O espaço sendo um receptáculo único a três dimensões e o tempo, independentes entre si. Através de movimentos adequados seria possível projetar geometricamente um aparato com todos os momentos da história universal, cósmica e humana, sobre uma trajetória única, onde a simultaneidade é expressa por uma coincidência exata dos fatos representados, com a sucessão e a ordem relativa dos acontecimentos sendo intuitivamente manifestos. Este cenário constitui um simulacro dos processos civilizatórios; constitui também a negação da condição humana.

A divisão da natureza entre o mundo dos vivos e o mundo dos não-vivos, continua a ser um dos impasses para a construção de uma concepção holística e sistêmica sobre os processos da natureza. A natureza é simultaneamente, um processo de escolha e de determinação; como todo processo de escolha exhibe dentro de si uma consciência sensível, ele não pode dar alguma explicação sobre o caráter da natureza. Tudo que pode ser feito é utilizar a linguagem que permite mostrá-la especulativamente. (5)

Este quadro-síntese reafirma a concepção na qual o pensamento universal, a cultura e os sistemas filosóficos que movimentam os processos científicos e tecnológicos ocidentais estão, definitivamente, cindidos em duas grandes vertentes: os estudos sobre os fenômenos da natureza, considerando esta entidade como parte isolada do homem, e os estudos sobre o homem, sobre as comunidades, as sociedades, os processos civilizatórios, enfim, sobre os processos materiais e culturais que dão suporte aos elementos organizativos e dinâmicos da sociedade, considerando-os como independentes da natureza. As ciências exatas isolaram o homem da natureza e as ciências humanas privilegiaram os processos sociais sobre os naturais, com procedimentos metodológicos que fortaleceram, cada um a seu modo, a negação da unicidade homem-natureza e o refutamento de um referencial epistêmico interdependente. (6)

A evolução (física, biológica e humana) pode ser considerada não somente como produto de dialéticas entre os processos de organização e desordem, mais também como o produto da dialética entre sistemas e acontecimentos que, a partir do momento no qual se constituem os seres vivos, faz aparecer as condições de regressões e desenvolvimento. (7) O que se desdobra no definitivo incrustamento da condição humana na estética da natureza, transformando-a em estética da vida; estética que também incorporou, definitivamente, a noção de desenvolvimento em seu universo existencial.

Um fundamento importante para a estética é a unidade. Muito embora o empreendimento humano possa se manifestar em forma fragmentada, a dinâmica dos elementos e dos fenômenos da natu-

reza evolui com a mediação de uma unidade sistêmica. As coisas da natureza se nos apresentam ao mesmo tempo como concretas. As flores, por exemplo, têm muitas qualidades – cor, cheiro, sabor, forma, etc –, mas todas estas qualidades estão em uma mesma entidade física. Elas não estão separadas umas das outras, o cheiro aqui, a cor ali, mas a cor, o cheiro, o sabor, etc. estão configurados numa unidade, ainda que apareçam como distintas. Tampouco se pode construir mecanicamente esta unidade. Cada parte da folha tem todas as propriedades que tem a folha inteira. (8)

Outro exemplo é o descrito por Ernest Mach. Num caso extremo, Mach propôs a eliminação do espaço como causa ativa no sistema da mecânica, campo de conhecimento que estuda os movimentos. Ele desenvolveu a hipótese que não é em relação ao espaço que um ponto material se move com movimento não acelerado, e sim em relação ao centro de todas as massas do universo. É como se existisse uma interdependência entre todas as massas existentes no universo. É como se o movimento “isolado” de um corpo dependesse da configuração de todos os demais corpos do universo, o que reafirma a tese da unidade e da interdependência sistêmica entre as entidades que compõem a natureza, pelo menos na concepção machiana. (9, 10)

Ao se movimentar, o espaço-tempo se historiciza, seja como forma de exprimir relações entre eventos ou como substratos das idéias, das estruturas linguísticas, dos mitos, do imaginário ficcional das pessoas, dos sentimentos humanos, das relações entre as sociedades e os povos; pode também constituir parte dos fundamentos científicos e tecnológicos que movimentam o mundo tecnificado. Universo no qual as ciências da natureza, em especial a física, a química e a biologia – tendo como meta a construção de novas realidades físicas –, num ritmo ininterrupto, inventam novos fundamentos explicativos para os cenários da natureza; cenários que são, continuamente, recriados com outros sentidos e alcances (11) transfigurando as projeções estéticas dos processos civilizatórios.

Outro aspecto peculiar próprio da estética é o contínuo devir da forma e do conteúdo das entidades, objeto do processamento do conhecimento; devir caracterizado e comprometido com a história universal. Fato que põe a questão estética em um outro patamar de complexidade que compreende um conjunto de processos entrelaçados que abarca à lógica da razão, a sensibilidade e a inteligibilidade, os preceitos éticos e a noção de um empreendimento humano de natureza cósmica. (12)

Nesse enfoque, o confronto natureza-cultura cria desdobramentos surpreendentes. A condição humana, fonte da cultura, pode ser reinventada, enquanto matriz geradora do progresso, do desenvolvimento de elementos que se encontram plasmados nos processos da natureza; ela apreende e é transfigurada pelos empreendimentos humanos novos que movimentam a cultura, rompendo com as condições e os processos geradores através de rupturas, também, irreversíveis.

Dito de outra forma: o desenvolvimento, através da natureza, recria os empreendimentos próprios da condição humana, enquanto esta última, mediada, por agentes externos e por complexos mecanismos

internos, operacionaliza novas formas de desenvolvimento. Natureza e cultura se confundem entrelaçadas uma à outra, os confrontos e as contradições de cada uma delas perdem suas identidades e passam a constituir, estruturalmente, uma nova temporalidade, um novo universo epistemológico. Passa a existir uma contradição sistêmica, do particular ao universal, da unidade à multiplicidade, entre o contingencial e o necessário, o finito e o infinito, o contínuo e o discreto que se manifestam num contexto dinâmico, criando novas estéticas, não necessariamente comprometidas com o destino da humanidade.

É nesse cenário multidimensional que as ciências físicas, mediadas pela estética, se entrelaçam com a ecologia para formar parte do substrato de sustentação das realidades históricas e científicas que compõem os atuais quadros sociais, econômicos e políticos e aos que se projetam para o futuro. Esse painel histórico põe novos problemas para os especialistas; problemas do tipo: Quais os compromissos éticos das ciências físicas com a desconstrução de um processo civilizatório centrado na naturalização da condição humana? Em que sentido e quando a física, enquanto campo de conhecimento organizado, se compromissará com a construção do futuro de todos? De que forma e em que intensidade a física privilegiará a condição humana no confronto natureza-cultura? Como e em que medida o confronto da totalidade versus unidade mediará os programas de estudos e pesquisa em física? Que modificações devem ser incorporadas aos fundamentos da física nessa nova ordem mundial? Em que forma e intensidade os processos estéticos subsumem as métricas espaço-temporais originando novos sentidos e linguagens explicativas dos processos culturais em curso?

Os sentidos que orientam as questões expostas são possibilidades paradigmáticas ou novos contornos transdisciplinares para as ciências da natureza e as relações humanas. Não se esgotam em si próprios, tanto quanto o conhecimento e a ação que intervêm sobre a realidade e nela se recriam. Transcendem os campos disciplinares e os explodem em novos arranjos e entidades de agregação, articulação e desarticulação. Nesse nível superam aparatos metodológicos e tecnológicos, suprimem e/ou fundem paradigmas em novas representações. São aqui o substrato da estética que subsume a ética de época e vislumbram outros “campos” ou feixes de modos e fenômenos de intervenção. Emerge desses fluxos simbólicos e materiais, outro universo cultural e artístico. É a política do paroxismo, em seu estado de arte mais avançado e sofisticado, aquele que submete o conhecido, o esperado, o vivido e todos os outros constituintes simbólicos. É nesse âmbito que o futuro conclama as novas decisões.

Estas são questões complexas imbricadas em estudos das ciências naturais e humanas e da filosofia que precisam ser desvendadas para melhor compreensão das relações entre esses campos de conhecimento e a ecologia. Finalmente, as relações entre física brasileira e estudos ambientais, em todas as escalas espaciais e temporais, perpassam necessariamente, por um compromisso cívico e institucional, das pessoas e das instituições nacionais com a Amazônia, principal signo ecológico da modernidade.

A CONDIÇÃO HUMANA, FONTE DA CULTURA, PODE SER REINVENTADA...

Marcílio de Freitas é professor do Departamento de Física da Universidade Federal do Amazonas desde 1978. Marcílio é especialista em processos de transporte e autor, em parceria com outros professores, de vários livros sobre a Amazônia, entre eles: *Amazônia e desenvolvimento sustentável*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004; e *Amazônia – a natureza dos problemas e os problemas da natureza*, V. I. Manaus: EDUA. 2005.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Freitas, M. *Projeções estéticas da Amazônia: um olhar para o futuro*. Manaus, Editora Valer. 2005. (em processo de lançamento).
2. Bakhtin, M. *Questões de literatura e de estética - A teoria do romance*, 3ª. Edição, pp 69, 32. São Paulo: Editora Unesp-Hucitec. 1993.
3. Meggers, B., J. *Amazônia, a ilusão de um paraíso* São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, p 29. 1987.
4. Garaudy, R. *Para conhecer o pensamento de Hegel*. Tradução de Suey Bastos. Porto Alegre, L&PM Editores, pp 22-30, 124. 1983.
5. Whitehead, A., N. *Le concept de nature*. Tradução de Jean Doucheument. France, Librairie Philosophique J. Vrin, pp 178-179. 1998.
6. Frioux, D. *Nature et culture*. Paris, Armand Colin. 2001
7. Morin, E. *Science avec conscience*. Paris, Editions du Seuil, p 235. 1990.
8. Hegel, G. W. F. *Introdução à história da filosofia*. Tradução de Euclidy Carneiro da Silva. São Paulo, Hemus Editora, p 47. 1983.
9. Einstein, A. *O significado da relatividade*. Traduzido por Mário Silva. Coimbra, Portugal, Armênio Amado, Editor, Suc, p 68. 1958.
10. Farago, F. *La nature*. Paris, Editora Armand Colin, p. 224. 2000.
11. Freitas, M.; Silva Freitas, M., C.; Marmoz, L. *A ilusão da sustentabilidade*. Manaus, EDUA. 2003.
12. Jonas, H. *Le principe responsabilité*. Paris, Editora Champs Flammarion, pp 30-56. 1990.

FÍSICA E ESPORTE

Marcelo Andrade de Filgueiras Gomes

Em 2005 se comemora não apenas o Ano Internacional da Física, mas também o Ano Internacional do Esporte e da Educação Física. A física, como esperado, controla o que uma pessoa pode ou não fazer em termos de esportes. Neste trabalho, discutiremos aspectos físicos fundamentais relacionados à prática esportiva. Menos esperado é o fato de que muito da física relevante ao esporte é objeto atual de pesquisa e também fonte de controvérsias importantes. Considerações físicas da maior relevância nessa área, tais como hipóteses de escala e de resistência dos materiais, nasceram com a própria ciência física no século XVII, como se constata no último e mais importante livro de Galileo Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, publicado em Leiden, em 1638.

A POTÊNCIA Problemas não-triviais já aparecem ao nível da potência P dissipada por um organismo vivo em repouso (potência basal). Essa quantidade, ou taxa de perda de calor, dQ/dt , para um animal de tamanho característico L , escala com a sua área total A : $P \sim A$. Usando $A \sim L^2$ e massa $= M \sim L^3$, temos $P \sim M^{2/3}$. 1

Desde 1930 os fisiologistas (1) fizeram medidas precisas do dispêndio energético em animais em função da massa corporal, encontrando:

$$P \text{ (Watts)} = 3,6M(\text{kg})^{0,73} \text{ (Lei de Kleiber), 2}$$

para quase seis décadas de variação de M . Assim, uma pessoa de 70kg consome, em média 80 Watts de potência. Uma explicação da origem da equação 2 foi dada em 1973 por Mc Mahon (2), assumindo as hipóteses: (i) a massa do animal é dada pela soma de massas distribuídas em partes cilíndricas de comprimento L e diâmetro d , i.e. $M \sim L \times d^2$, e (ii) $L \sim d^{2/3}$, implicando em $M \sim d^{8/3}$. Por outro lado, pela *Lei de Hill* da potência muscular, P escala com a força muscular F , i.e. com d^2 , e daí $P \sim d^2 \sim M^{3/4}$, resultado muito próximo ao encontrado experimentalmente por Kleiber. Esta última expressão é, no entanto, diferente de 1, pois o expoente da lei de potência é 12,5% maior.

Em 1997, West, Brown e Enquist (3) apresentaram uma segunda argumentação para justificar um expoente $3/4$ na lei da potência dissipada, em detrimento do expoente $2/3$, como exposto na equação 1. O modelo desses autores baseia-se na minimização da energia dissipada no transporte de nutrientes por uma rede ramificada interna de tipo fractal (o sistema vascular do animal). Dois anos após, Banavar, Maritan e Rinaldo (4), também chegaram a $P \sim M^{3/4}$, mas usando hipóteses diferentes às das referências 2 e 3, a saber minimizando o volume total de nutrientes (sangue) e sem necessidade de assumir estruturas tipo-árvore para o sistema vascular. Surpreendentemente, em 2001, Dodds, Rothman e Weitz (5) reanalisaram todos os dados experimentais disponíveis de potência basal versus massa