

# Um chamado à reforma da metafísica da ciência<sup>1</sup>

Robert E. Ulanowicz<sup>2</sup>

## Precisão ou imaginação?

Saber se a ciência precisa de novas abordagens criativas ou de maior precisão analítica vem a ser, basicamente, uma questão metafísica. Alguém poderia responder levianamente que ambas são necessárias, mas tal truísmo ignora as restrições históricas que as crenças metafísicas do Iluminismo puseram ao tratamento da questão.

Agora, alguns evitam qualquer menção à metafísica na abordagem científica, pois estão convencidos de que a ciência é um empreendimento racional, construído com base em verdades auto-evidentes. Os fundamentos da ciência são claros e imutáveis: tudo é determinado pela atividade da matéria e de acordo com leis científicas. Caso alguma temática pareça estar confusa ou caótica, mais esforço analítico é requerido para pô-la no foco. Assim, na visão de mundo atual, a precisão analítica parece ter uma prioridade clara em relação à imaginação criadora.

Essa perspectiva pressupõe em grande medida o neoplatonismo: o mundo tem uma essência fixa; a mudança vem a ser mais uma ilusão do que parte integrante do cosmos. O acaso vem do erro de apreensão do real ou, no pior dos casos, deve se relegado ao mundo morto e microscópico.

Certos críticos dessa visão de mundo – a qual proveio dos eleatas – precederam aqueles que apareceram na época pós-moderna; entre eles se incluem Charles Saunders Peirce, Alfred North Whitehead, Karl Popper, Robert Rosen, Walter Elsasser e Gregory Bateson. Na verdade, esse último autor (1972) considerava a metafísica científica convencional como uma farsa total que produzia (e, possivelmente, já produzira) um enorme sofrimento humano. Ele afirmou a necessidade de realizar uma mudança radical de perspectiva para fazer a ciência voltar a correr num leito mais humano e sustentável. Para ele, a busca para aumentar a precisão analítica do conhecimento científico seria uma ideologia enganosa ou, na melhor das hipóteses, algo perfeitamente inútil. A prioridade, segundo ele, deveria ser dada à imaginação criadora na busca de uma reconstrução das bases da ciência.

## O quadro iluminista

Dois pilares da ciência iluminista estão implícitos no parágrafo precedente: fechamento e determinismo (Depew e Weber, 1995). O fechamento exige que o discurso científico legítimo se limite às causas mecânicas e materiais. O determinismo significa que, dadas certas condições iniciais suficientemente precisas, os estados futuros de um sistema podem, em princípio, ser previstos dentro de limites especificados.

O *modus operandi* da investigação corrente se assenta no pressuposto adicional do *atomismo*. Os sistemas são considerados fortemente decomponíveis em unidades rigidamente determináveis, com base nas quais podem também serem reconstruídos.

---

<sup>1</sup> Publicado em Ludus Vitalis, vol. XVII, número 32, 2009, p. 459-463. 460.

<sup>2</sup> Professor emérito da Universidade de Maryland (Center for Environmental Sciences) e do Departamento de Botânica e Zoologia da Universidade da Flórida (Gainesville, Florida, USA). Correio eletrônico: Ulan@cbl.umces.edu.

Além disso, as leis fundamentais da física são simétricas e, portanto, conservativas (Noether 1905), de tal modo que a reversibilidade caracteriza todos os eventos. Finalmente, as leis da física são consideradas universais. Eles se aplicam em todos os lugares, em todas as épocas e em todas as escalas. Em combinação com o determinismo, a universalidade implica que nada acontece, a não ser que seja produzida por uma lei física fundamental.

Essas cinco suposições fundamentais sobre a natureza evoluíram durante o século XVIII, na esteira dos *Princípios* de Newton. Mal tinham eles sido formulados e graves exceções se tornaram aparentes. Sadie Carnot, por exemplo, demonstrou que um processo termodinâmico real é irreversibilidade. Cerca de trinta anos depois, Charles Darwin, invocou um papel para a história (irreversibilidade e indeterminismo) em sua teoria da evolução. No início do século XX, a relatividade e a teoria quântica surgiram trazendo sérios desafios à universalidade e ao determinismo nomológico.

Apesar da erosão produzida por essas descobertas, a maioria hoje conserva firmemente os desgastados restos da metafísica iluminista. O fechamento causal, por exemplo, é rigorosamente aplicado na teoria neodarwinista da evolução (Dennett 1995). O atomismo e o reducionismo dão suporte à biologia molecular contemporânea, mantendo assim a sua proeminência. Mesmo o determinismo continua sendo adotado por uma surpreendente minoria; esta continua afirmando o caráter aparente da probabilidade, sustentando que ela vige sobre um determinismo subjacente (por exemplo, Bohm, 1989).

O apelo desse materialismo rígido reside em sua simplicidade; porém, se a ciência se mantém ancorada nesse fundo minimalista, torna-se difícil conciliá-la com a história da evolução do universo. No cenário do *big-bang*, por exemplo, a matéria tal como agora é conhecida não apareceu senão depois de vários períodos na história do cosmos. Além disso, a matéria que permanece em equilíbrio vem a ser uma fração insignificante da massa do universo. Por que, então, escolher como fundamento da filosofia natural algo que não tem precedência na escala do tempo e que não é predominante no devir do universo?

### A idade da complexidade

O calcanhar de Aquiles da metafísica iluminista foi apreendido claramente por Bateson (1972) quando apontou para o caráter genérico dos objetos da Física (ou seja, a matéria e a energia), que é distinto do caráter individual das coisas vivas. Homogeneidade e repetibilidade, porém, são elementos centrais não só da física clássica, mas também da teoria das probabilidades. Walter Elsasser (1969) alertou para o seguinte fato: se os eventos podem ser distinguidos uns dos outros qualitativamente, então a teoria da probabilidade já não tem nada a dizer sobre eles. E isto é válido principalmente se as ocorrências aleatórias e únicas produzem eventos compostos que tem predominância sobre os eventos simples e genéricos.

Considere, por exemplo, o aparecimento simultâneo de 75 entidades distintas, sejam elas organismos em um ecossistema, indivíduos em um fórum público ou qualquer outra coisa. A probabilidade de que essas mesmas combinações de 75 entidades venham a ocorrer de novo, em certo momento, por mero acaso, é menos de 1 (uma) em  $75!$  (fatorial de 75). Ora, como  $10 \cdot 10^6$  eventos simples (no máximo) podem ter ocorrido no universo desde o *big-bang*, a probabilidade de recorrência dessa combinação de eventos físicos é totalmente irreal. O evento composto pode seguramente ser considerado como único (e, portanto, fora do alcance da teoria da

probabilidade). Mas, na ecologia, eventos compostos não são raros. Eles acontecem o tempo todo, em todos os lugares e em todas as escalas.

Os cálculos de Elsasser valem igualmente no horizonte das leis físicas. Há quatro leis físicas de força e dois princípios de termodinâmica. Estas leis poderiam ser responsáveis por cerca de 720 (6!) combinações de parâmetros. Em comparação, um organismo possuidor de 35 características, o qual pode mudar gradualmente e de forma independente, pode se transformar ao longo de aproximadamente 1.040 diferentes caminhos. Mesmo sendo os organismos altamente (e de modo interno) constrangidos, é óbvio que um número enorme de combinações possíveis escaparia de determinadas restrições postas por uma determinada especificação particular das leis físicas. Isto é, as leis sempre restringem o que acontece, mas elas são insuficientes para determinar seqüências exatas de acontecimentos.

### **A origem da ordem nos sistemas vivos**

Mesmo se a preponderância de eventos singulares parece ser um fator perturbador no universo físico, a ordem e padrões estáveis persistem nas criaturas vivas. O que, então, se não leis, poderia explicar tais regularidades? Em uma única palavra, a resposta é propriamente “processo”. Aqui processo é entendido como interação de eventos aleatórios com um conjunto de restrições físicas, de tal modo que o resultado não é aleatório, mas indeterminado (Ulanowicz 2009). Um exemplo artificial desse tipo de processo é aquele da urna de Polya (Cohen 1976). Trata-se um experimento em que se retiram uma a uma sucessivas de bolas de uma mistura de bolas vermelhas e azuis, fazendo com que retornem imediatamente em dobro de acordo com a sua cor. Conforme o processo continua, a razão entre as bolas azuis e vermelhas converge para um número entre zero e um. Se o processo é iniciado novamente, no entanto, ele converge sempre para uma razão completamente diferente da anterior.

Essa dinâmica indeterminada aparece freqüentemente na natureza por meio de processos de realimentação. E os resultados mais intrigantes derivam de um tipo de realimentação chamado autocatálise. Aí cada elemento de um circuito fechado de processos acelera seu vizinho imediatamente à frente. Por exemplo, se um processo facilita outro processo, B, e B catalisa C, o qual por sua vez aumenta A, então atividade A sustenta a si mesma de certo modo. O mesmo vale para B e C. Os constrangimentos gerados pela autocatálise, quando impactados por eventos aleatórios singulares, dão origem a fenômenos que se caracterizam por serem não-mecânicos:

Em primeiro lugar, a autocatálise impõe uma pressão seletiva sobre todos os componentes do sistema. Por exemplo, se houver um aumento arbitrário na intensidade do processo B e essa mudança fizer com que B fique mais propenso a incrementar A, ou melhor, para catalisar C, então essa sua maior atividade será recompensada. Por outro lado, se a alteração tornar B menos sensível ao componente A ou um facilitador mais pobre de C, então B irá receber menos estímulos de A. Ou seja, mudanças que reforçam a facilitação serão recompensadas, enquanto aquelas que interferem negativamente na dinâmica da catálise serão prejudicadas. Note-se que a pressão seletiva é exercida pela autocatálise dentro da configuração do sistema – não a partir de uma fonte externa (tal como acontece com a “seleção natural” darwiniana).

Um atributo relacionado à autocatálise é ainda mais central para os sistemas vivos. Todo processo orgânico requer energia e material para ter continuidade. Disso se conclui que um aumento em qualquer entrada de um processo circular de realimentação será devidamente recompensado. O resultado líquido é que a atividade autocatalítica

atrai cada vez mais recursos para a sua esfera por meio de todas as possíveis entradas. E este fenômeno é chamado de “centripetalidade”.

Fica claro, assim, que a centripetalidade orienta o crescimento do sistema – algo que costuma ser muito negligenciado na concepção darwinista. Disso resulta que a centripetalidade gerada por múltiplas estruturas autocatalíticas, em situações em que prevalece escassez de recursos, vem a ser aquilo que induz a concorrência no interior de configurações ecológicas. Fazendo essa observação de um modo simples, pode-se dizer que a concorrência não pode surgir sem que um processo de cooperação (e de reciprocidade) já esteja ocorrendo na infra-estrutura do sistema (Ulanowicz 2009).

### **Reforma por meio da ecologia**

A concepção ampliada de evolução apenas esboçada acima repousa sobre três pressupostos fundamentais: primeiro, reconhece-se que eventos singulares afetam o sistema (se aceita, pois, apenas um determinismo restrinido). Em segundo lugar, se abriga a idéia de que causalidade pode surgir no interior do próprio sistema por meio de processos de realimentação (o que é uma violação do princípio newtoniano do fechamento causal). Em terceiro lugar, para que a autocatálise possa persistir, a história do sistema deve estar armazenada em seus próprios materiais constitutivos ou em suas estruturas dinâmicas (o que está em antítese com o princípio da reversibilidade dos processos naturais). O atomismo e a universalidade da lei são simplesmente irrelevantes para essa concepção. Ora, esses três pressupostos constituem o fundamento de uma metafísica de um evolucionismo ecológico – a qual está em contradição com a metafísica do Iluminismo.

Em conclusão, verifica-se que, ficando no contexto da metafísica clássica, uma maior precisão analítica contribuirá pouco para uma melhor compreensão do fenômeno da vida. Novos e mais penetrantes *insights* devem advir provavelmente de pressupostos ecológicos. Porém, a força da abordagem clássica reside nas ferramentas matemáticas que têm sido capaz de empregar. Frente a isso, o tratamento quantitativo das configurações típicas das redes ecológicas continua incipiente (Ulanowicz 2004). Assim, para entender melhor o fenômeno da vida, é necessário um tratamento mais abrangente que apreenda quantificar as configurações de fluxos dos processos naturais. A satisfação dessa necessidade vai exigir, entretanto, uma abundância de imaginação!

### **Referências**

- Bateson, Gregory – *Steps to an Ecology of Mind*. New York: Ballantine Books, 1972.
- Bohm, David – *Quantum Theory*. Mineola, NY: Dover, 1989.
- Cohen, J. E. – Irreproducible results and the breeding of pigs. In: *Bioscience*, 1976, vol. 26, p. 391-394.
- Dennett, D. C. – *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. New York: Simon and Schuster, 1995.
- Depew, David J. and Bruce H. Weber – *Darwinism Evolving: Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1995.
- Elsasser, Walter M. – A causal phenomena in physics and biology: A case for reconstruction. In: *American Scientist*, 1969, vol. 57, p. 502-516.
- Noether, A. – *Gesammelte Abhandlungen*. Ed. Nathan Jaconson. New York. Springer Verlag, 1983.

Ulanowicz, Robert E. – Quantitative methods for ecological network analysis. In: Computational Biology and Chemistry, 2004, vol. 28, p. 321-339.  
\_\_\_\_\_. – *A Third Window: Natural Life beyond Newton and Darwin*. Templeton Foundation Press, West Conshohocken, PA, 2009.