

ORIGENS DAS RESTRIÇÕES BIOLÓGICAS

Romeu Cardoso Guimarães¹

Resumo

Células ou quaisquer organismos são sistemas de fluxo metabólico, essencialmente dependentes do ambiente, portanto sem autonomia. São descritos mais adequadamente como agentes ativos de transformações (degradação) ambientais, formando sistemas relacionais. Reprodução faz parte dos mecanismos promotores do fluxo e gera populações com diversidade, o resultado mais notório e espetacular da plasticidade biológica. Propõe-se que a plasticidade seja considerada o caráter mais fortemente definidor das propriedades celulares.

Palavras-chave Autonomia; Plasticidade; Agentes; Sistemas de Fluxo; Identidade.

Discuto alguns aspectos dos princípios básicos da bioética conforme apresentados neste colóquio tentando, em especial, contribuir com preceitos extraídos dos fundamentos da biologia para o tópico da autonomia e introduzir considerações pertinentes aos preceitos ecológicos.

Sistemas de fluxo Seres vivos são sistemas metabólicos que captam nutrientes do ambiente geoquímico, transformam-nos em seus próprios constituintes e eliminam resíduos. Presume-se que surgiram por evolução no interior de algum sistema de fluxo geoquímico preexistente, ainda desconhecido, e cumpririam a função de contribuir para estes fluxos ou outros de ordens mais amplas no universo. Pode ser considerado que os diversos tipos de atividades e comportamentos desenvolvidos e elaborados na evolução são auxiliares e contribuintes para o fluxo.

Evolução Transformações evolutivas são mudanças de estado, p. ex. em componentes dos fluxos geoquímicos, provocadas pelas interações entre agentes que manifestam ou exibem energias livres. Os sistemas percorrem estados que amansam ou acomodam tais energias livres alcançando formas com graus de estabilidade; enquanto livres provocam turbulência e agitação desestabilizadoras. Dois percursos, aparentemente contraditórios, são possíveis: (1) Os agentes de perturbação se separam uns dos outros ou até excluem alguns do sistema. As liberdades individuais são preservadas e não há identificação de integração sistêmica. Exemplo seria a expansão do universo, com redução das densidades de energias ou

¹ Lab. Biodiversidade e Evolução Molecular, Dep. Biologia Geral, Inst. Ciências Biológicas, Univ. Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte MG Brasil - Tel/Fax +55-31-32744988, romeucardosoguimaraes@gmail.com.

resfriamento. (2) Os agentes se acomodam em subconjuntos onde eles encontram parceiros que se amansam mutuamente. Nos subconjuntos com energias amortecidas internamente, as energias livres restantes são diferentes das originais e poderão gerar novos passos evolutivos.

No âmbito químico, observam-se a formação de átomos a partir das partículas ou de moléculas a partir dos átomos, depois as estruturas maiores, como cristais, polímeros etc.

Ao se configurar um sistema, não há preservação integral das liberdades individuais e permanece algum grau de tensão.

Restrições Um aspecto da ética corresponde às restrições a que se submetem os indivíduos ao conviverem em populações e nichos limitados. Tais conjuntos atingem algum grau de organização ou integração onde se identificam o todo sistêmico e os diversos tipos de componentes. Há um grau de hierarquia na imposição das restrições, no sentido do todo mais amplo para as unidades menores: do meio ambiente ou nicho para as populações e destas sobre os indivíduos.

Tensões Outro aspecto considera a tensão que é gerada quando os indivíduos têm que ajustar algumas de suas prerrogativas de liberdade e de iniciativas ao conjunto, às vezes preservando outras vezes modificando a organização pré-existente. Este último caso é o da evolução. A tensão exhibe dinâmica multifacetada e com retroatividade não-linear. Os indivíduos constroem o conjunto a partir de suas iniciativas, o que é chamado de causação de baixo para cima, mas os interesses de cada um podem diferir dos de outros, de modo que a acomodação do conjunto é conflituosa. Surgem restrições às liberdades individuais e pode ser sugerido que elas derivam da nova entidade que é o conjunto, o que é chamado de causação de cima para baixo.

Força vital? Os seres vivos são entidades que exibem potenciais evolutivos acelerados, são muito inquietos, apresentam dinâmica exuberante, são especialistas em diversidade. Indica-se que deve haver neles excesso de energias livres que configuram o impulso endógeno, a sua ânsia por permanecerem nesse estado dinâmico. De onde vem esse ímpeto? Já se procurou muito, alguns até propuseram a existência de uma força vital específica dos seres vivos e diferente das forças que a física identifica. Esse conceito de força vital foi abandonado por exaustão na procura infrutífera, mas a mera exclusão não satisfaz a mente inquiridora que procura uma resposta afirmativa ou uma asserção positiva que substitua a simples negação de proposições consideradas insuficientes.

A **inquietude** pode ser remetida à sua constituição, à sua matéria prima que são as fitas poliméricas dos ácidos nucleicos (RNA, DNA) e das proteínas, chamados de polímeros

genéticos (sejam geradores ou gerados). Os monômeros são unidos, sintetizando os polímeros, por reações que eliminam uma molécula de água a cada união. Do mesmo modo, mas inversamente, na presença de excesso de água, que é o solvente que embebe toda célula, há a tendência a esta reverter o processo de síntese. A água tende a penetrar o local da união e refazer os monômeros, quebrando ou degradando a união que os colava juntos um do outro; esse processo é o de hidrólise. Assim se vive, no embate constante entre sínteses e degradações, construção e dissolução, mas é essencial que as sínteses superem as degradações e que os construtos biológicos sejam razoavelmente estáveis. Essa fragilidade constitutiva é a base da dinâmica vital.

Força vital As reações de síntese requerem materiais para comporem os monômeros e dispêndio de energia química, que é transferida de ligações entre fosfatos, geralmente do ATP, para as ligações dos polímeros genéticos. As reações de hidrólise liberam energia, mas esta é de difícil conservação, geralmente só produzindo calor que é dissipado. Assim, uma medida da força vital seria a quantidade de materiais e de energia necessários para sustentação do organismo. No caso humano, cerca de 1 kg/dia de alimentos de composição balanceada.

Agentes Os organismos são agentes (ver Stuart Kauffman em ref. 2) ativamente mantenedores do fluxo, constantemente à procura de, pelo menos, os nutrientes necessários. Tais atividades são espontâneas neles, mas a espontaneidade não indica autonomia; pelo contrário, indica a dependência.

Memórias Outro aspecto que pode sugerir a utilização do termo autonomia é o da autoconstrução, muito valorizada na teoria da autopoiese. No entanto, também aqui a dinâmica interativa prevalece e o que se constrói não é sempre o mesmo. Desde que sempre há modificações e adaptações, na ontogênese e na filogênese, a identidade do organismo é cambiante. Assim, é mais adequado o termo de autoconstrução com referência a memórias (ver ref. 1). Há desde as memórias de dinâmica muito acentuada, prevalecentes em prazos mais curtos como nas redes metabólicas e neurais, até as mais estáveis em prazos mais longos, como nos genes.

Fronteiras Com tal fragilidade, os seres vivos são dependentes de ambientes amenos e de nutrição adequada. A dependência é essencial, de modo que a própria noção de fronteiras e de demarcação dos limites físicos dos organismos é questionável. Pode-se considerar que o organismo vivo é composto também pela parte do ambiente que lhe é necessária, sem a qual não há organismo vivo. Esta proposição radicaliza as anteriores, p. ex. a de Lewontin (ref. 3). A porção do ambiente que pertence ao organismo é dinâmica, em modificação e renovação

constante e perene; só pode parar em períodos curtos, correspondentes ao esgotamento das reservas dos organismos.

Regulação Os organismos mais simples podem não ter freios. Algumas bactérias comem, crescem e se reproduzem enquanto há nutrientes e, simplesmente, param de crescer quando os nutrientes não estão disponíveis. Mas as bactérias são os organismos mais antigos de todos e passaram por extenso, se não também intenso, processo de ('aprendizado') evolução. Pode-se dizer que aqui se iniciaram alguns primórdios de bioética, como em aprender a sobreviver e a conviver em populações e ambientes limitados, com regulação. Indico somente alguns exemplos, sem preocupar em ser exaustivo. A listagem se refere à biodiversidade e pode ser tomada como introdução ao tema da plasticidade. Os caracteres podem ser isolados em certas linhagens, especialmente nas pequenas bactérias, mas podem ser agrupados e combinados nos organismos maiores e mais complexos como os eucariotos.

Fig.3

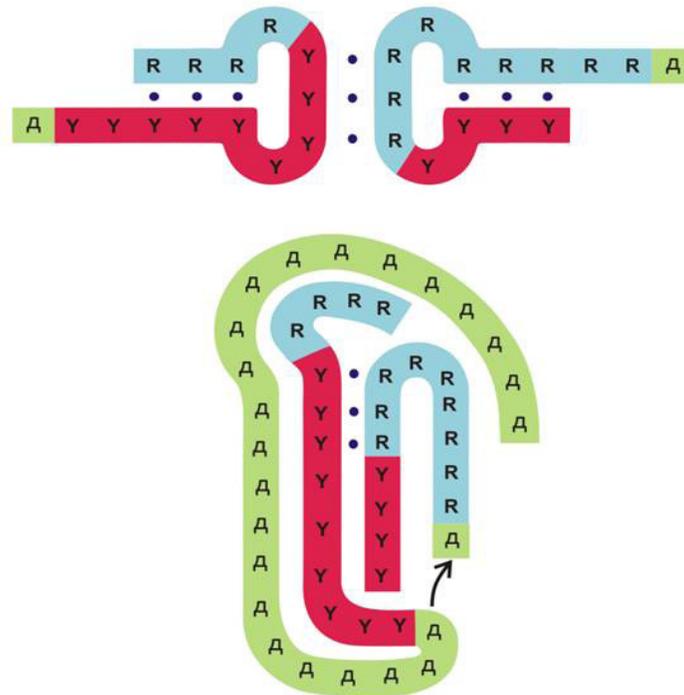


Figura 1. Alto: dímero de tRNAs pareados pelos anticódons, mimetiza o pareamento entre códon e anticódon; Baixo: dímero em conformação que propicia a síntese (seta) de proteína (cadeia de aminoácidos em verde); esta se agrega ao dímero e o conjunto RNP (ribonucleoproteína) mimetiza a dupla syntetase/tRNA e o ribossomo. Os sítios de interação (agregação)

(a) **Estabilização** Não se deve crescer sem estar preparado para os momentos de escassez. Enquanto se está crescendo, há sempre mecanismos ativos de degradação de erros cometidos nas sínteses ou provocados por tóxicos ambientais ou produzidos endogenamente, que deveriam ter sido excretados. No entanto, pode ser catastrófico, em momento de escassez, simplesmente parar de sintetizar enquanto se deixam livres os mecanismos de degradação.

Então, os primeiros aprendizados devem ter sido já bastante complexos: correr atrás dos nutrientes; dispor adequadamente dos resíduos; regular a degradação, inibindo-a ou protegendo-se dela em momentos de escassez. Isto significa procurar garantir estabilidade ecológica, os primórdios dos preceitos da sustentabilidade.

(b) Passo seguinte, em ordem de complexidade crescente, é o de gerar **formas de resistência** das células aos estresses, que são formas de diferenciação celular. Em linhas gerais, o processo de diferenciação induzido por estresse é desencadeado por sensores que geram reações em cascata amplificadora, de modo que a célula reage rapidamente e evita danos sérios. A opção de formar cistos ou esporos resistentes é frequente em organismos unicelulares, mas não é disponível a nós mamíferos muito grandes; há tentativas de se obter congelamento, mas ainda incipientes. Muitas vezes o processo de gerar as formas de resistência é metabolicamente dispendioso de modo que a célula passa por algum grau de autodigestão ou autofagia.

(c) Modos mais interessantes pela complexidade, ainda em bactérias, podem ser vistos como precursores da **comunicação** proto-social, até de intercâmbios genéticos proto-sexuais, e da formação de **organizações** comunitárias. Há sensores de densidade populacional (quórum) que é sinalizada por secreções de bactérias e regulam o crescimento da população; crescimento em taxa menor pode resultar em obtenção de mais tempo para outras reações ou adaptações. Em condições adversas, algumas bactérias produzem secreções que promovem agregação e adesão, assim formando os biofilmes onde pode haver organização do tipo tecidual ou multicelular e facilitação da sobrevivência.

(d) **Sexo** Nos unicelulares eucarióticos, mais complexos do que as bactérias e que possuem cromossomos englobados nos núcleos celulares, os protozoários, algas e fungos, o processo sexual já é plenamente desenvolvido, envolvendo a participação da meiose e dos gametas. Também esse processo se mostra vinculado ao desencadeamento por estresses, evidente em muitas espécies. Indica-se que o estresse nos pais é respondido com mudanças nas memórias

genéticas dos filhos, por misturas de gametas: responde-se ao estresse com geração de diversidade; ambos são imprevistos.

Organismo e ‘seu’ ambiente Como surge a dinâmica de fluxo no organismo? Ainda não há estudos conclusivos, mas sugere-se que tal organização está enraizada em fluxos geoquímicos (pré- ou proto-bióticos) e depende da plasticidade dos biopolímeros. Na ausência de fluxos, a plasticidade gera somente flutuações desencadeadas, p. ex. pelas movimentações moleculares térmicas, mas o fluxo proporciona orientação e direção. Os fluxos originais decorrem de gradientes de concentração de matéria e energia externas, mas quando os organismos iniciaram a captação e as biossínteses, instaurou-se o fluxo interno, vinculado às estruturas dos biopolímeros. Como é de ocorrência ampla nos biosistemas, a dinâmica é circular: o fluxo organiza as estruturas que geram o fluxo; este é determinado por gradientes de sínteses e degradações, promovidas por enzimas e organizadas pelo fluxo de precursores.

A estrutura circular é aplicável desde à metáfora de Abraham Lincoln sobre a democracia ‘pelo povo, com o povo, para o povo’ até à da interdependência dos processos de auto-organização espontânea e de seleção natural baseada em desempenho adaptativo. O sistema exhibe atividades espontâneas (‘auto’) no sentido de se manter e modifica ou degrada o ambiente (retira nutrientes e devolve resíduos); depois, tem que se acomodar ao acúmulo dos resíduos. A necessidade do fluxo introduz um caráter difuso à fronteira onde uma porção do ambiente faz parte integral da entidade orgânica. O organismo constrói estruturas de entradas, saídas e trocas, evitando faltas ou bloqueios ao fluxo. Em suma, pode-se considerar o organismo como promotor da função de ralo ou dreno metabólico, centrado na síntese de proteínas; seria modelável como análogo dos sumidouros, torvelinhos ou os ‘olhos’ dos ciclones. A ‘autonomia’ do ser vivo se refere somente aos modos de operação internos, permanecendo integral a dependência do ambiente. Logo, o preceito da dedicação ecológica não é artefato intelectual ou afetivo, mas necessidade constitutiva fundamental; manter e cuidar do que nos é essencial.

Essências Dois aspectos da caracterização das essências dos seres vivos foram esboçados: (1) as bases de sua inquietude e (2) as suas respostas adaptativas e evolutivas às limitações. Ambas dependem do caráter plástico dos constituintes nucleoproteicos. Estimo que estejamos, neste caso, já ‘raspando o fundo do poço’ e que não deverá haver outras opções de procura. Os biopolímeros são de dois tipos, mas se associam em um ciclo de produção mútua e de interdependência absoluta: o mundo dos agentes proteicos e o das memórias genéticas se encontram no fulcro do código genético; os genes produzem as proteínas que produzem os

genes. O caráter ‘auto’ é do ciclo associativo, propriedade complexa, derivada; autonomia nunca é plena, é sempre parcial e em graus diversos.

Plasticidade Na associação que forma os agregados nucleoproteicos pode se ver a expressão primordial da plasticidade (Figura 1). A aquisição de conformações espaciais tridimensionais funcionais dos biopolímeros se baseia em: cada ligação singular ou pontual entre as ‘letras’ é fraca e dinâmica, exigindo que os sítios adesivos sejam oligoméricos (média de ~8 nucleotídeos ou aminoácidos); aumenta-se estabilidade utilizando combinações de sítios múltiplos; cada sítio também é combinatório a partir de repertórios – alfabetos – de 4 bases ou 20 aminoácidos; os componentes de cada sítio funcional são obrigatoriamente redundantes ou degenerados porque os tipos de funções são muito mais numerosos do que os alfabetos. Resulta comportamento analógico da combinação de pontos singulares digitais. Outros termos englobados na plasticidade são: flexibilidade, maleabilidade, mutabilidade, adaptatividade, evolutividade, diversidade, polimorfismos etc. Na divindade grega Proteu está a raiz do nome atribuído aos polímeros de aminoácidos, as proteínas, utilizado para indicar seu caráter multiforme (Figura 2). Proteu é divindade marinha, pastor dos peixes grandes e das focas. Tinha conhecimentos do passado e do futuro, mas não gostava de repassá-los. Somente o fazia quando subjugado, mas conseguir isso era tarefa árdua; ele sempre escapava, escorregando e ressurgindo em outro local sob outra forma. Também é sugestivo o nome dos animais moles e quase transparentes – água-viva (Figura 3); a estrutura interna é de gel reforçado por trama dinâmica e esponjosa, como no brinquedo infantil geleca ou na ‘Carne Trêmula’, título de filme de Pedro Almodóvar. Os comportamentos plásticos são tipicamente expressões de curiosidade com buscas constantes, passeios aleatórios com exploração e vasculhagem expansiva de todo o espaço ambiental.

A plasticidade biológica supera as propriedades rígidas dos replicadores (desde Manfred Eigen até Richard Dawkins e o mundo do RNA); os erros dos últimos se tornam qualidades nos primeiros, e os genes são melhor descritos como memórias. Organismos são perenemente dinâmicos e constitutivamente frágeis, com alta frequência de lesões; a reposição e o reparo são imperfeitos. Resulta identidade inconstante que produz indivíduos em trajetória ontogenética cambiante e populações em trajetória filogenética evolutiva, ambos concorrendo para o produto mais espetacular, a (bio)diversidade adaptativa. A constância é do fluxo, não das identidades. O caráter cambiante é o fundamento que garante a sobrevivência prolongada do processo vital, que já dura $\geq 3,5$ Ga. O processo vital não perduraria sem a dinâmica cambiante da plasticidade, com adaptação individual, de populações e de espécies.

Logo, o preceito da biodiversidade é também mandatário, não modismo ecológico da hora. Indica-se que a biodiversidade é saudável e deveria ser preservada ou estimulada; sua perda traz riscos

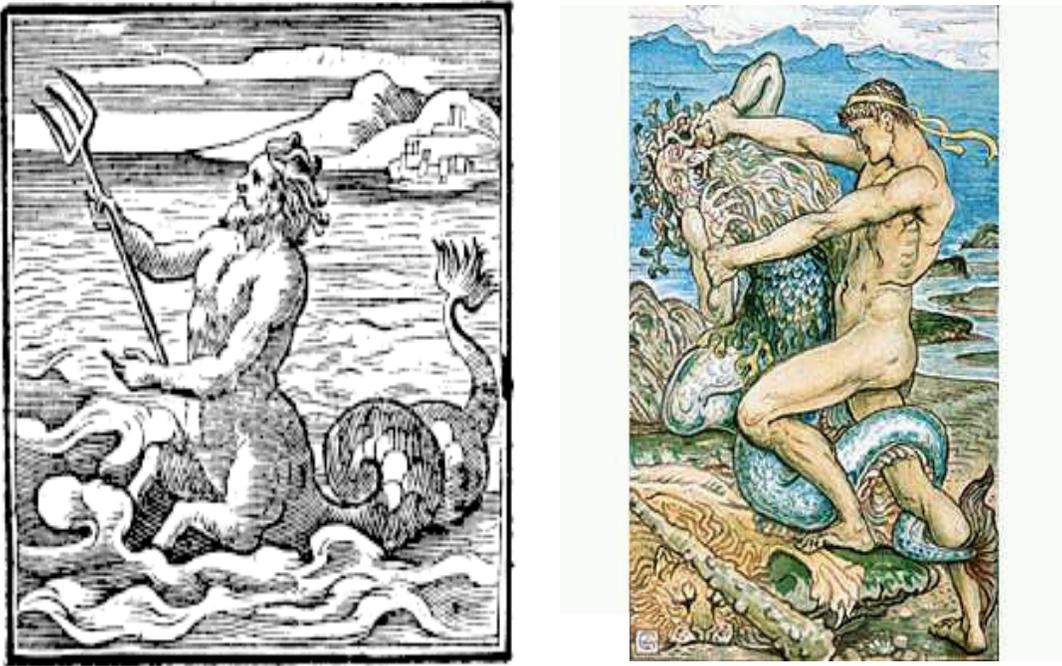


Figura 2. Proteu altivo e domado



Figura 3. Água-viva, Mãe-d'água, Medusa, animal do grupo Cnidários, com organização corporal e neural primitiva, radial, e 'esqueleto' macio, fibroso-esponjoso.

adaptativos e deve exigir preocupação e cuidados. Vertebrados compõem o grupo menos diverso e em maior risco.

Humanos Os animais complexos mantêm as características dos unicelulares, todos estressados. A comparação é somente piorada, em nosso desfavor, quando se observa o percurso mais recente decorrente da devastação provocada pela industrialização. Esperamos que isso possa ser revertido por combinação feliz de ecologia com tecnologia, o que exigirá sabedoria. Preocupa também a entrada, prevista para breve, em estado próximo de saturação do ambiente terráqueo (muito bem dito, terra + água), onde as dinâmicas (populacional / reprodutiva, socioeconômica etc.) poderão ser reduzidas, o que gerará estresse.

Referências

Romeu Cardoso Guimarães 2013 Formation of the genetic code – update November 2012.

<http://www.icb.ufmg.br/labs/lbem/pdf/GMRTgeneticcodeNov12.pdf>

Revisa e atualiza o Modelo Auto-Referente para a formação do código genético; consolida o conjunto das publicações originais que podem ser obtidas de

https://www.researchgate.net/profile/Romeu_Guimaraes

A URL <http://www.icb.ufmg.br/labs/lbem/> oferece uma gravação .pps com áudio ~23 min

~63MB ‘*Transfer RNA dimer-directed formation of the genetic code*’, apresentada

(21/maio/2013) ao **Target Meeting**’s 2nd World Genetics and Genomics Online Conference;

clicar onde se lê ‘Novo: áudio-palestra com o Prof. Romeu ‘A origem do código genético’ [se o Chrome não reproduzir o áudio, utilize Internet Explorer ou Mozilla].

Origins of Life and Evolution of Biospheres 2010 Special Issue: Defining Life 40 (2): 119-244. J Gayon - Defining life: synthesis and conclusions, 231-244.

Lewontin R 2000 The Triple Helix – Gene, organism and Environment. Harvard UP, Cambridge Mass. EUA.

ORIGINS OF BIOLOGICAL RESTRICTIONS

Abstract

Cells or any organisms are metabolic flow systems essentially dependent on the environment, therefore not autonomous. They are better described as active agents of transformation (degradation) of the environment, forming relational systems. Reproduction is part of the mechanisms promoting the flow and generates populations with diversity, which is the most notorious and spectacular result of biologic plasticity. It is proposed that plasticity should be considered the strongest defining character of cellular properties.

Keywords: Autonomy; Plasticity; Agency; Flow Systems; Identity.