

*Articles*

**Ecosystem theory of evolution and social ethics**

V. A. KRASSILOV \*

1. Aim
2. Cause
3. Direction
4. Mechanism
5. Sociocultural implications

**ABSTRACT:** *Ecosystem evolution is driven by general laws for open systems aiming at immortality (first genetical then also cultural) of its components. Evolutionary impulses spread downward from ecosystem disturbances to population strategies to genome structures (opposite to the upward causation of traditional theory). Environmental cycles work as winding engine pushing evolution a step further at each round. Natural selection is being slackened with time while memory elaborates to conscious level. General trend is from unsustained growth to stability, individuation, increased diversity, standing biomass to productivity to dead mass ratios. Progressive evolution is interrupted by biospheric crises, or backward developments. Human activities contribute to the latter while for sustainable existence it will be necessary to switch from the crisis to the progress scheme. Human morals are grounded in million years of pre-human and pre-historic human evolution. However to be taught by nature means to comply with its progressive rather than backward tendencies. Human history as a continuation of the animal history is a perpetual struggle against natural selections.*

\* Institute of Nature Protection and Reserves (UNIPriroda), Moscow 113628, Russia

## 1. AIM

Ecosystem theory of evolution and the relevant models are sketched in my previous paper (KRASSILOV, 1992). Here I attempt more systematic outline of the theory. I believe that evolutionary theorising need not wince at the methabiological questions of the aim, cause, direction and moral consequences. Aim of a natural system is here conceived as predictable ultimate state of its development, e.g. crystal of crystallisation, definite state of ontogenesis or climax of ecological succession. Even for continuing unique processes aim can be defined as the state of minimal entropy production rate (PRICOGINE, 1980) or, for organic evolution, minimal death rate; that is immortality (KPASSILOV, 1986). At the beginning of organic evolution immortality was sought in self-copying of organic molecules. However environmental changes interfered with the copying process rendering it ineffective. To cope with environmental instability the matrices had to be protected by some envelopes which with time were elaborated into conventional organisms, their features enclosed in the copying process. But even now "envelopes" seem dispensable not only in viruses but also in humans whose major religions treat bodies as temporary receptacles for eternal souls. The Old Testament identified soul with blood (Levite, 17:11), a conventional genetic matter, while for Homerian Greeks souls were images of the mortals endowed with their characteristic attributes such as Hercules' club or Orpheus' lyre. Culture was created as a special world for souls. These intuitive notions gave rise to the Platonic concept of soul as an essence which embraced most of the later ideas, even so erratic as the Carthesian res cogitans placed in pineal gland or Dante Rossetti's fair lady in greenish gray robe speaking archaic English in "Hand and Soul". Essence combined genetic and cultural aspects of a soul which became doubly immortal or at least persisted as long as the respective gene pool and/or culture.

## 2. CAUSE

Traditional evolutionary theory uses upward causative sequence from occasional phenomena at molecular level to populational and communal events caused by natural selection. Not only the basic mutational events are indeterminate but also speciation depends on accidents of geographical isolation or other incidental disruptions of gene flow. Communities are seen as spurious aggregates of species using common resources - a point of view precluding any assumptions on regularities of their evol-

ution. Before admitting indeterministic nature of evolution as inevitably issuing from superposition of irregular occurrences let us assume for a moment that the traditional cause and effect model is upside down. Rather than seeking *causa prima* at the lowest level of molecular events we shall start with the post-Darwinian notions of biosphere and its constituent ecosystems, functional units of biotic and abiotic matter bound up in biogeochemical circuits. Ecosystem structure is adapted to maintaining circuits a certain level of efficiency. Resource utilization efficiency is a driving force for all populations which undergo coherent evolution (KRASSILOV, 1986 etc). At genomic level evolution is canalised by a limited number of potentials for improving phenotypic efficiency (HO and FOX, 1988; BATESON, 1988). All ecosystems, however, experience diurnal and seasonal changes of activity. Impacts of longer periodicities, such as fluctuations of orbital parameters, could be felt as unpredictable, disrupting ecosystem resilience. Global tectonic and climatic events triggered by rotational perturbations (as described in KRASSILOV, 1985 and briefly under "rotational model" in KRASSILOV, 1992) simultaneously affect major ecosystems in which incoherent evolution processes are setting out in parallel. For example, global cooling, regression of epicontinental seas and concomitant changes of oceanic circulation system from thermohaline to psychrospheric at the end of Cretaceous period c. 65 mln.years ago have simultaneously disrupted the terrestrial dinosaur, larger planktonic foraminifer, rudist reef and soft bottom recliner mollusc-brachiopod communities with innovation signal spreading up trophic chains to cephalopod, marine fish and bird communities (KRASSILOV, 1985). During transitional period they were replaced by the small mammal-predaceous bird, smaller foraminifer and bryozoan reef communities (recliner niche shrank or was partially filled by scallops), that is by the less trophically specialized, more tolerant, faster reproducing organisms which in the course of replacement might underwent paedomorphic changes and then gave rise to new lines of adaptive radiation. While ecosystem structures break loose and efficiency is no longer at stake populations switch from the specialist to the generalist strategy. Less strained competition allows a release of latent variability as well as genetic enrichment by introgression or microbial transduction of alien genes. These processes result in highly polymorphic species which in the next coherent stage split into monomorphic ecotypes (cyclic speciation: KRASSILOV, 1989; 1992). At the organismic level incoherent evolution is driven by the increase of reproductive potentials which can be most readily achieved through accelerated development. Predictable developmental events are abbreviation, condensation, or paedomorphic transformation of ontogenetic processes. Relevant genomic events are directed by

these prevailing tendencies. Downward causation apparently leaves little room for chance events. Each round of adaptive radiation converges on the preceding round (as placental and marsupial carnivores converged on carnivorous therapsids) but pushes evolution a step further. Biospheric cycles are, thus, acting as a winding engine of progressive evolution.

### 3. DIRECTION

Evolutionary thought was inspired primarily by the succession of life forms from the lowest organisms to man or, as it was called, scale of nature. Traditional theory, however, failed to define progress (complexity, efficiency, reproductive potentials and other conventional criteria did not work when comparing organisms of different lineages). After Darwin progress was tacitly eliminated from evolutionary discourse as anthropocentric notion of little scientific meaning or, at best, as another name for increasing fitness. There are more ways of beating about the bush but sooner or later progress will emerge as indispensable evolutionary concept. A newspaper story of a storm which covered beaches with decaying sea weeds and shrimps, killed a few dozen birds, stranded several dolphins and wounded one fisherman now safe in hospital gives a fair metaphor of evolutionary progress. For living world is one open system driven by thermodynamic law to minimal entropy production rates which is a metaphor for death rates. Both unicells and humans are fairly capable of survival, but unicells survive as a race at the expense of billions of individual deaths while humans normally sacrifice less and care much more for individuals except during wars and other crises when they behave rather like unicells. Evolutionary progress is an intricate matter but in most general terms a species is the more advanced the more it cares for each individual existence (respective gains in morphological or behavioural complexity, physiological homeostasis, parental care, consciousness, etc. are mutually compensative and non-linear). General direction of evolution is, thus, from the highly entropic "Niobe strategy" of investing maximum energy in reproductive effort to the less entropic "Leto strategy" of having fewer but better provided offsprings. Not only primaeval organisms but also pioneer stages of ecological succession, or sere, show higher death rates than the later stages. Moreover, the pioneer stages have comparatively small standing biomass (B), high productivity (P), low taxonomic diversity (N species per n individuals) and short trophic chains (T) rendering them excessively wasteful: a larger part of the organic production accumulates as dead mass (M).

Through sere there is an appreciable increase in the standing biomass, biomass to production and production to dead mass ratios as well as taxonomic diversity and trophic structuring. Thus the formula for ecological succession will be :

$$> B, B/P, P/M, N/n, T$$

As phylogeny is retraced by individual development so ecosystem evolution is briefly repeated in a sere: both are governed by the same general law. Primaevial biosphere might consist of thin films of organic molecules on mineral particles. However its productivity and refuse were enough for oxidizing atmosphere and depositing great thicknesses of banded iron ores. In the present day ecosystems of great biomass and complexity, such as tropical rain forest, productivity is rather moderate even in absolute values and the total amount of litter is very small. Populations are sustainable at low density which opens way to minute niche partitioning and spectacular taxonomic diversity. Evolutionary formula will be like for sere above. However evolutionary progress is punctuated by biospheric crises marked in the fossil record by mass extinctions. Major crises sweeping out about one half of all then existing species (like one that exterminated dinosaur faunas 65 million years ago or mammoth faunas ten thousand years ago) happened each  $6^6$ ,  $2.5^6$ ,  $0.4^6$ ,  $0.1^6$ , years. The periodicity of biospheric crises coincides with galactic and/or orbital cycles (cf., RAMPINO and STROTHERS, 1984). During crises extinctions were not compensated by appearances of new taxa resulting in overall decrease of biological diversity which had been used by the XIX century geologists to draw stratigraphic boundaries and were then confirmed by the modern calculation methods (SEPKOSKI et al., 1981). Even more important than numbers of extinct taxa was selectiveness of extinction which affected in the first place dominant groups of plants and animals (KRASSILOV, 1978). According to the climax cut-off model (KRASSILOV, 1992), environmental impacts have truncated ecological successions rendering the later stage or climax species - ecologically dominant groups of their epochs - vulnerable and often driving them to the complete disappearance. Climax cut-off meant also a decrease of total biomass and structural complexity of biotic communities while productivity and dead mass accumulations were kept at comparatively high level as evidenced by coal accumulation (with one of the maxima in the lower Palaeocene immediately above the dinosaur extinction level), carbon isotope ratios and other indices. Crisis formula then will be:

$$< B, B/P, P/M, N/n, T,$$

indicating backward development. Human species has adopted the pioneer strategy of population growth sustained by the carrying capacity of environment alone. In their natural environments humans are tending to increase productivity at the expense of standing biomass and biological diversity. In other words, human activities follow the crisis formula while for sustainable existence it will be necessary to switch to the progress scedule (above).

#### 4. MECHANISM

In the natural selection paradigm biospheric crises, if acknowledged, are seen as special periods of acute selection removing what became obsolete to clear the way to the new. Actually, however, crises as extinctions of the fittest dominant species have relaxed competition allowing evolutional experiments. While competition dominated normal development, crises were necessary indeed for the new to break through. It is well known, that major breakthroughs, such as origin of eucaryotic cells from symbiotic procaryotes or multicellular organisms from colonial unicells have been achieved by cooperation rather than competition. Natural selection is entropic mechanism increasing both physical and genetical death rates. One can therefore expect slackening of natural selection in the course of evolution. With advent of sexual reproduction allowing compensation of genetic defects selection acquired less severe forms. In the higher animal societies it is manifested in the form of social dominance which is inherited by human societies. Human history can be seen as a struggle against natural selection until egalitarian principle struck it a decisive blow. However evolution was not halted. On the contrary, the less severe natural selection the faster evolution. There should be, therefore, alternative mechanism which, unlike natural selection, was gaining efficiency with time. An ubiquitous mechanism of adaptation is memory. As a trace of experience memory occurs in any biological system preadapting it to further experience of the same kind. Immunity and genetic code are familiar examples of adaptive memory. Correlation between transcription activity and replication rates (particulary manifested in underreplication: WOODCOOK and SIBATANI, 1975) could serve as a mechanism of genetic memory (KRASSILOV, 1980; 1992). More advanced conscious memory is based on various memorising processes. In particular the synaptic memory in the form of long-term potentiation involves a number of events at the molecular level, notably gene transcription of mRNAs or protein kinases and other enzymes (BLISS and COLLINGRIDGE, 1993). Repeated stimulation of synaptic excitatory path-

ways could perhaps canalise fixation of the respective gene activity modifications by certain structural changes. Signal distributed along the neural network could then induce adequate change elsewhere. Anyway while genes are involved in conscious memory genetic memory is no longer a metaphor.

## 5. SOCIOCULTURAL IMPLICATIONS

First moral prescripts were taught by tabouing certain natural objects. Classical cynics saught ethical principles in nature stating that animals were morally superior to humans. Animals avoid permanent warfare by being adapted to different ways of life and content with what is necessary for survival.

Diogenes even imitated migratory birds and mammals in their seasonal change of habitats. St. Francis of Assisi taught much similar attitudes to Christians. In modern times these ideas have been most forcefully revived by J.J. Rousseau and romantics who saw nature as a fair opposite to evil society. They inspired considerable public interest in natural philosophy. Coleridge was friendly with Erasmus Darwin, a poet himself. Bonaventura cited him in the *Nachtwachen* while Byron referred to Cuvier in *Cain*. Schopenhauer in *Die Welt als Wille und Vorstellung*, published ten years after Lamarck's main evolutionary work, sketched much similar sequence of life forms as objectivation of the world will. He however diverged from the romantic tradition of nature-worshipping by introducing Überwältigung as a moving force of evolutionary succession which implied permanent struggle in nature. He could read *The Origin* in the last year of his life. At the same time, industrial development resulted in an army of paupers while social security system was still in its infancy. While Byron and other romantics supported the Luddite case, Malthus voiced a more pessimistic opinion of the earth being not intended for so many people which are bound to compete with each other. Charles Darwin as a young traveller was influenced by the romantic ideas. In his adult years he reluctantly accepted the Malthusian views of both nature and society. He became convinced that nature was not peaceful refuge as romantics saw it but rather a stage of cruel combat. Man as a biological species has issued from uncompromised struggle therefore not complying with the Rousseauistic concept of harmonious natural creature. These conclusions delivered a heavy blow not only to the romantic worldview but also to the whole ethical philosophy based on the belief in man's intrinsic goodness.

In the Darwinian evolution "nothing may be attained except at a disproportional prise of pain and dying" (SERMONTI, 1992). It is, thus, a highly

entropic process. Darwin was reverently cited by both Marx and Nietzsche. His theory set out a string of thought known as socio-Darwinian as well as eugenic practices and, as a reaction, a surge of antiscientistic writings by Flaubert, Daudet, Tolstoy, Bourget, etc.. Disappointment in rationalistic ethics based on natural science brought up a concept of existential absurdity (with possible exception of religious existence sensu Kierkegaard) premonitive of the darkest moral chasms of XX century. Is it that social ethics has nothing to do with natural history or do we just need a different concept of natural history? If willing to be taught by nature one has to adopt its progressive rather than backward developments. Overproductive wasteful communities, competition, selection and extinctions are bad things in both nature and society. Natural laws are manifested in the parallelism of ecological succession and economic development evolving from rapid growth with negative feedback and frequent crises to sustainable existence. To follow nature means to comply with its goal of individual immortality by projecting individual existence beyond the life span. In the course of evolution, with advancing life experience and complexity genetic immortality was complemented and then surpassed by the non-genetical transmission of behavioural traits which gave rise to human culture. Ancient cultures reflected communal spiritual life while cultural evolution aimed on projection of personal spiritual experiences, as incipiently achieved, with many backward lapses (e.g., mass culture) in the modernistic art..

To ensure genetic immortality one has to protect a certain gene pool - a rationale for biological altruism. With cultural inheritance altruism received a new incentive of providing for survival of the cultural tradition as prerequisite of individual cultural immortality. Although an individual depends on other people to give his or her soul a longlasting cultural life - which is a major premise for treating other people morally - he or she has to be fairly insulated to make it worthwhile. And although competition fosters productivity it is hardly a factor of social progress for only alike individuals compete and the more alike they are the less likely their personal contributions to culture. Competition is relaxed as a result of the ever increasing psychocultural diversity of humans. Also a more diverse, flexible and capacious cultural structure is needed to ensure preservation of multiple individual contributions. Any attempt at standartization of people or cultural conformity counters this progressive trend. For example ethical norms could be fixed genetically or ossified with religious prescripts. Any innovation then costs many physical and genetical deaths or at least painful change of prescripts. In fact human history is a long train of ethical crises. Ethics, a normative attitude of one living creature to another, first appeared as a special attitude be-

tween sexes encouraging copulation. It spread then to the parent-offspring, intratribal and intraspecies relations. Modern humans inherited several million years of animal and pre-historic ethics forming subconscious stratum of the present day ethical structure.

Aprioristic moral concepts could be the residues of animal ethics preserved in our genetic memory rather than divine revelations as they were seen by generations of religious philosophers. Socially acquired ethics interfered with the genetically inherited instinctive norms in various ways partly raising them to conscious level but mainly eroding the residues of animal morals. That is why humans are less ethical than most social animals, while for several millennia of human history social morals hardly raised above intratribal level. Humanism is a still unaccomplished attempt at creating intraspecies ethics. There is however an incipient trend leading beyond humanism to even more comprehensive interspecies ethics eventually encompassing the whole biosphere. Sustainable existence depends on ability of human species to cooperate with other components of biological diversity and to act as stabilizing rather than conquering force.

In primitive societies totemistic practices promoted normative attitude to nature. Pagan religions have further reinforced this attitude by introducing a pantheon of deities each in control of a certain brook or grove, and the Biblical God created man primarily to keep the garden. But under the consumeristic philosophy which came to the forth after Renaissance and especially in the XIX-XX centuries, nature became "environment" or even "natural resources", a thing for us to consume. And even now, despite the growing awareness of the nature intrinsic values neither these values, nor the relevant human values and goals have been clearly defined. We need entirely new philosophy of existence which will be more friendly to nature.

In the course of evolution no less then 100 million species died out while the average animal species duration was about 0.5 million years. Could biosphere pay less for the evolutionary progress? It could if there were any repair service as in genetic and other telic systems. It is predictable that biosphere would develop some repair agency sooner or later. Just this seems to happen when intellect has appeared and especially when *Homo Sapiens*, a bearer of higher mentality, has appeared. Modern man is in power to repair biosphere and to stabilize nature by cultural impact much in the same way as human body, an object of culture since at least the ancient Greek time, was protected from further evolutionary change by esthetic criteria. One can say that all this is hardly more than a wishful thinking, modern man being dangerously disturbing rather than stabilizing factor at the moment. But modern humans exist about 40

thousand years - a species in its infancy by all evolutionary criteria. While it is approaching the most versatile adolescent stage it seems like high time to formulate major goals of existence. And to serve as the biosphere repair agent is a noble and historically justified goal. Repair means not only to restore endangered species but also to support equilibrial states and balances between various components of natural ecosystems, notably the balances between successional and climax communities. But first of all it means radical changes in our attitudes: we for nature rather than nature for us.

Moscow, June 1993

#### *Articoli*

#### **La teoria sistemica dell'evoluzione e l'etica sociale**

1. Scopo
2. Cause
3. Direzione
4. Meccanismo
5. Implicazioni socioculturali

#### **1. SCOPO**

La teoria ecologica (ecosistemica) dell'evoluzione e i modelli relativi sono stati tracciati in un precedente lavoro (KRASSILOV, 1992). Tento qui una descrizione più sistematica della teoria. Penso che la teorizzazione evolutiva non debba ritrarsi di fronte alle questioni metabiologiche di scopo, causa, direzione e conseguenze morali.

Lo scopo di un sistema naturale è concepito come una prevedibile condizione ultima del suo sviluppo, il cristallo della cristallizzazione, lo stato finale dell'ontogenesi o il climax della successione ecologica. Anche per i singoli processi lo scopo può essere definito come lo stato di minima entropia (PRIGOGINE, 1980) o, per l'evoluzione organica, come mortalità minima, cioè come immortalità (KRASSILOV, 1986).

All'inizio dell'evoluzione organica l'immortalità era cercata nell'auto-copiatore delle molecole organiche. I cambiamenti ambientali interferivano tuttavia con il processo di copiatura rendendolo inefficiente. Per resistere all'instabilità ambientale le matrici dovevano essere protette da qualche involucro che, col tempo, fu

elaborato nell'organismo convenzionale, le cui caratteristiche erano codificate nel processo di copiatura. Anche ora gli "involti" sembrano indispensabili non solo ai virus ma anche agli uomini, le cui grandi religioni trattano i corpi come temporanei ricettacoli di anime eterne.

L'Antico Testamento identificava l'anima col sangue (Levitico, 17:11), come fosse la sostanza genetica, mentre per i greci omerici le anime erano immagini dei mortali dotate dei loro attributi caratteristici come la clava di Ercole e la lira di Orfeo. Clave e lire sono anch'esse eternate. La cultura fu creata come uno speciale mondo per anime.

Queste nozioni intuitive dettero origine al concetto platonico di anima come essenza, che comprese quasi tutte le idee successive, anche se così erratiche come la cartesiana *res cogitans* situata nella ghiandola pineale o la *fair lady* di Dante Gabriele Rossetti in abiti verdi-grigiastri, parlante inglese arcaico in *Hand and Soul*. L'essenza combinava gli aspetti genetici e culturali dell'anima, che diveniva doppiamente immortale o almeno duratura quando i rispettivi patrimonio genetico e/o culturale.

## 2. CAUSE

La teoria evolutiva tradizionale usa una sequenza causale verso l'alto, da fenomeni occasionali a livello molecolare a eventi popolazionari o comunitari prodotti per selezione naturale. Non solo gli eventi mutazionali sono indeterminati ma anche la speciazione dipende da accidenti di isolamento geografico o altri incidentali interruzioni del flusso genetico. Le comunità sono viste come spuri aggregati di specie che usano risorse comuni - un punto di vista che preclude ogni possibilità di regolarità nella loro evoluzione.

Prima di ammettere la natura indeterministica dell'evoluzione come inevitabile conseguenza della sovrapposizione di eventi irregolari, supponiamo per un momento che il modello tradizionale causa-effetto sia capovolto. Piuttosto che cercare la causa prima ai livelli inferiori degli eventi molecolari, partiremo con le visioni post-darwiniane di biosfera e dei suoi ecosistemi costituenti, unità funzionali di materia biotica e abiotica, connessi in circuiti biogeochimici. La struttura ecosistemica è adatta a mantenere i circuiti ad un certo livello di efficienza. L'efficienza nell'utilizzare risorse è una forza portante per tutta la popolazione, che è soggetta a una evoluzione coerente (KRASSILOV, 1986; etc.). Al livello genetico l'evoluzione è canalizzata da un numero limitato di possibilità di migliorare l'efficienza fenotipica (HIO e FOX, 1988; BATESON, 1988).

Tutti gli ecosistemi sono tuttavia soggetti a cambiamenti diurni e stagionali di attività. Gli effetti di più lunghe periodicità, come fluttuazioni di parametri orbitali, potrebbero essere percepiti come resilienza a imprevedibili alterazioni dell'ecosistema. Gli eventi globali, tettonici o climatici, provocati da perturbazioni rotazionali (descritte in KRASSILOV, 1985 e brevemente, sotto "modello rotazionale" in KRASSILOV, 1992), influenzano simultaneamente i grandi ecosistemi nei quali processi evolutivi incoerenti si stabiliscono in parallelo.

Per esempio, il raffreddamento globale, la regressione dei mari epicontinentali e i cambiamenti concomitanti dei sistemi di circolazione oceanica (da termoalina

a psicosferica) alla fine del Cretaceo (c. 65 milioni di anni fa) hanno simultaneamente distrutto i dinosauri terrestri, i più grandi foraminiferi planctonici, le comunità di molluschi brachiopodi delle scogliere e dei fondali reclinanti, con segnali innovativi diffusi attraverso le catene trofiche, a comunità di cefalopodi, pesci marini e uccelli (KRASSILOV, 1985).

Durante il periodo di transizione essi furono rimpiazzati da piccoli uccelli predatori di mammiferi, e da comunità scogliari di piccoli foraminiferi e biozoi (le nicchie sui declivi si ridussero o furono parzialmente riempite da conchiglie, cioè da organismi meno troficamente specializzati, più tolleranti, più prolifici che, durante il rimpiazzamento, subirono forse cambiamenti pedomorfici dando luogo a nuove linee di radiazione adattativa).

Mentre le strutture ecosistemiche si disfano e l'efficienza non è più al massimo, le popolazioni passano dalla strategia specialista a quella generalista. Una competizione meno tesa consente il rilascio di una variabilità latente e l'arricchimento genetico per introgressione o trasduzione microbica di geni estranei. Questi processi risultano in specie altamente polimorfiche che nel successivo stadio coerente si dividono in ecotipi monomorfici (speciazione ciclica: KRASSILOV, 1989; 1992).

Al livello organismico l'evoluzione incoerente è sostenuta dall'aumento della potenzialità riproduttiva che può essere raggiunta al meglio attraverso lo sviluppo accelerato. Eventi di sviluppo prevedibili sono l'abbreviazione, la condensazione o la pedomorfosi. Eventi genomici rilevanti sono diretti dalle tendenze prevalenti.

La causalità verso il basso lascia evidentemente poco spazio agli eventi causali. Ogni ciclo di radiazione adattativa converge nel ciclo precedente (come i carnivori placentati e marsupiali convergessero nei carnivori terapsidi), ma spinge l'evoluzione un passo avanti. I cicli biosferici, allora, agiscono come una macchina rotante di evoluzione progressiva.

### 3. DIREZIONE

Il pensiero evolutivo fu inizialmente ispirato dalla successione di forme vitali dai più bassi microorganismi all'uomo o, come fu chiamata, dalla *scala naturae*. La teoria tradizionale, tuttavia, non riuscì a definire il progresso (complessità, efficienza, potenziale riproduttivo e altri criteri convenzionali non funzionavano quando si comparavano organismi su diverse linee). Dopo Darwin il progresso fu tacitamente eliminato dal discorso evolutivo come nozione antropocentrica di scarso significato scientifico o, al più, come un altro nome dell'aumentato adattamento. Ci sono vari modi di menare il can per l'aria, ma prima o poi il progresso riemerge come un indispensabile concetto evolutivo.

Una buona metafora del progresso evolutivo è fornita da una storia giornalistica di una tempesta che coprì le spiagge di alghe e gamberetti in disfacimento, uccise decine e decine di uccelli, fece arenare vari delfini e ferì un pescatore ora fuori pericolo all'ospedale. Perchè il mondo vivente è un sistema aperto sospinto dalla legge termodinamica verso tassi di produzione di minima entropia, che è una metafora dei tassi di morte.

Sia gli unicellulari che gli uomini sono ben capaci di sopravvivenza, ma gli unicellulari sopravvivono come razza a spese di miliardi di morti individuali, mentre gli uomini si sacrificano di regola meno e si prendono molta più cura degli individui, salvo durante le guerre ed altre crisi quando si comportano piuttosto da unicellulari. Il progresso evolutivo è una questione intricata, ma nei termini più generali una specie è tanto più avanzata quanto più si cura dell'esistenza di ogni singolo (aumento di complessità sia morfologica che comportamentale, omeostasi fisiologica, cura parentale, coscienza, etc. si compensano reciprocamente e sono non-lineari).

La direzione generale dell'evoluzione va quindi dalla entropica "strategia di Nibe" di investire il massimo dell'energia nello sforzo riproduttivo (ebbe 14 figli, N.d.T.), alla meno entropica "strategia di Latona" di avere una discendenza minore, ma meglio provveduta (Apollo e Diana, N.d.T.).

Non solo gli organismi primordiali ma anche gli stadi pionieristici delle successioni ecologiche, o sere, mostrano tassi di morte più alti di quelli degli stadi successivi. Inoltre i primi hanno biomasse che rimangono relativamente più piccole (B), più alta fecondità (P), bassa diversità tassonomica (N specie per n individui) e brevi catene trofiche (T) che li rendono eccessivamente sciuponi: una più larga parte della produzione organica si accumula come massa morta (M). Le sere presentano un apprezzabile incremento di biomasse, di rapporti biomassa/produzione e produzione/massa morta, così come di diversità tassonomica e di strutturazione trofica. Così, la formula della successione biologica (sere) sarà:

$$> B, B/P, P/M, N/n, T$$

come la filogenesi è ricapitolata dallo sviluppo individuale, così l'evoluzione di un ecosistema è ripetuta brevemente in un sere: ambedue sono governate dalla stessa legge generale. La biosfera primeva potrebbe essere consistita in sottili pellicole di molecole organiche su particelle minerali. La sua produttività e i suoi scarti erano tuttavia sufficienti per ossidare l'atmosfera e depositare un grande spessore di materiali ferrosi e strati. Negli attuali ecosistemi di grande massa e complessità, come le foreste dei tropici, la produttività è piuttosto moderata anche in valori assoluti e l'ammontare totale dei rifiuti è piccolissimo. Le popolazioni sono sostenibili a bassa densità, il che apre la via a una minuta ripartizione in nicchie e a una spettacolare diversità tassonomica. La formula evolutiva sarà come quella del sere sopraindicato.

Il progresso evolutivo è tuttavia interrotto da crisi della biosfera segnate nella documentazione fossile da estinzioni di massa. Grandi crisi che hanno spazzato via circa la metà delle specie esistenti (come quella che ha sterminato i dinosauri 65 milioni di anni fa o i mammut diecimila anni fa) si verificano periodicamente in coincidenza con cicli galattici e/o orbitali (cfr. RAMPINO e STROKES, 1984).

Durante le crisi le estinzioni non erano compensate dalla comparsa di nuovi taxa, col risultato di una diminuzione generale della diversità biologica, che fu usata dai biologi dell' 800 per disegnare i confini stratigrafici e confermata poi dai calcoli moderni (SEPKOSKI et al., 1981). Ancor più importante del numero dei taxa estinti era la selettività dell'estinzione, che colpì in primo luogo i gruppi dominanti di piante e animali (KRASSILOV, 1978). Secondo il modello del taglio

del climax, le influenze ambientali hanno troncato le successioni ecologiche rendendo le specie al tardo studio o al climax (gruppi ecologicamente dominanti nella loro epoca) vulnerabili e spesso precipitandole nella totale scomparsa. Il taglio del climax significò anche una diminuzione della biomassa totale e della complessità strutturale delle comunità biotiche, mentre la produttività e gli accumuli di masse morte erano mantenuti a un livello relativamente alto, a giudicare dall'accumulo di carbone (con uno dei massimi nel basso Paleocene subito sopra il livello dell'estinzione dei dinosauri), dai rapporti isotopici del carbonio e da altri indici. La formula della crisi sarà allora:

$$< B, B/P, P/M, N/n, T$$

che indica un retrosviluppo.

La specie umana ha adottato la strategia pionieristica di un aumento di popolazione sostenuta dalla capacità portante del solo ambiente. Nei loro ambienti naturali gli uomini tendono ad aumentare la produttività a spese della biomassa e della diversità biologica. In altre parole, le attività umane seguono la formula della crisi, mentre sarà necessaria, per una accettabile esistenza, passare alla formula del progresso (v. sopra).

#### 4. MECCANISMO

Nel paradigma selettivo, le crisi biosferiche, se registrate, sono viste come speciali periodi di selezione acuta che rimuova l'obsoleto per aprire la strada al nuovo. In realtà, invece, le crisi come estinzioni delle specie dominanti (più adatte) hanno attenuato la competizione permettendo esperimenti evolutivi. Mentre la competizione dominava lo sviluppo normale, le crisi erano necessarie proprio per nuove aperture. È ben noto che le più grandi innovazioni, come l'origine delle cellule eucariotiche da simbionti procarioti, o degli organismi multicellulari da colonie monocellulari sono state raggiunte per cooperazione piuttosto che per competizione.

La selezione naturale è un meccanismo entropico che aumenta la mortalità sia fisica che genetica. Ci si può perciò aspettare un rallentamento della selezione naturale nel caso della evoluzione. Con l'avvento della riproduzione sessuale, che permette la compensazione dei difetti genetici, la selezione acquisì forme meno severe. Nelle società animali superiori essa si manifestò nella forma della dominanza sociale che venne ereditata dalle società umane. La storia umana può vedersi come una lotta contro la selezione naturale, sinché il principio egualitario le dette il colpo finale.

L'evoluzione non si è perciò fermata. Al contrario, meno severa è la selezione naturale, più veloce è l'evoluzione. Dovrebbe esserci perciò un meccanismo alternativo che, diversamente dalla selezione naturale, aumentasse di efficienza col tempo. Un meccanismo ubiquitario di adattamento è la memoria. Come traccia dell'esperienza la memoria si ritrova in ogni sistema biologico e lo preadatta a ulteriori esperienze dello stesso tipo. L'immunità e il codice genetico sono esempi familiari di memoria adattativa. La correlazione tra l'attività trascrittiva e le

velocità di replicazione (WOODCOOK e SIBATANI, 1975) potrebbe servire come meccanismo di memoria genetica (KRASSILOV, 1980; 1992).

La memoria cosciente è basata su vari processi mnemonici. In particolare la memoria sinaptica in forma di potenziamento a lungo termine implica una quantità di eventi a livello molecolare, come la trascrizione degli mRNA o le chinasi proteiche e altri enzimi (BLISS e COLLINGRIDGE, 1993). Ripetute stimolazioni dei sentieri eccitatori sinaptici potrebbero forse canalizzare la fissazione delle modifiche della rispettiva attività genica attraverso certi cambiamenti strutturali. I segnali distributivi lungo la rete neurale potrebbero poi indurre adeguati cambiamenti altrove. Comunque, mentre i geni sono implicati nella memoria cosciente, la memoria genetica non è più una metafora.

## 5. IMPLICAZIONI SOCIOCULTURALI

Le prime prescrizioni morali furono impartite rendendo tabù certi oggetti naturali. I cinici classici cercarono i principi etici nella natura, affermando che gli animali erano moralmente superiori agli uomini. Gli animali evitano lo stato di guerra permanente, essendo adattati a diversi modi di vivere e contenti di ciò che necessita loro per la sopravvivenza. Diogene imitò persino gli uccelli e i mammiferi migratori nel cambio stagionale dell'habitat. S. Francesco d'Assisi insegnò ai cristiani molti atteggiamenti del genere.

Nei tempi moderni queste idee sono state appassionatamente rivisitate da J. J. Rousseau e dai romantici che videro la natura come la buona contrapposizione alla cattiva società. Essi ispirarono il grande interesse del pubblico nella filosofia naturale. Coleridge fu in buoni rapporti con Erasmo Darwin, lui stesso un poeta. Byron fece riferimento a Cuvier in *Cain*. Schopenhauer nel *Mondo come volontà e rappresentazione*, pubblicato dieci anni dopo il fondamentale lavoro di Lamarck sull'evoluzione, presentò una analoga sequenza di forme viventi come obiettivazione della volontà del mondo. Egli si allontanò tuttavia dalla tradizione romantica dell'adorazione della natura introducendo l'*Überwältigung* (superamento, N.d.T.) come forza motrice della successione evolutiva, che implicava una lotta permanente nella natura. Egli poté leggere *The Origin* nell'ultimo suo anno di vita.

Allo stesso tempo, lo sviluppo industriale risultò in un esercito di poveri, mentre il sistema di sicurezza sociale era ancora nella sua infanzia. Mentre Byron e altri romantici sostenevano la tesi buddista, Malthus espresse un'opinione più pessimistica sulla Terra come non destinata per tanta gente, obbligata a competere tra sé.

Charles Darwin come giovane viaggiatore fu influenzato dalle idee romantiche. Nella maturità egli accettò di mala voglia le vedute malthusiane sulla natura e sulla società. Egli si convinse che la natura non era un pacifico rifugio come la vedevano i romantici, ma piuttosto un paleosecenico di crudeli combattimenti. L'uomo come specie biologica è emerso da una lotta senza quartiere, non aderendo pertanto al concetto rousseauiano di armoniosa creatura naturale. Queste conclusioni infissero un duro colpo non solo al paesaggio romantico, ma anche all'intera filosofia etica fondata sulla fede nella intrinseca bontà dell'uomo. Nell'evoluzione darwiniana "niente può essere conquistato senza un prezzo sproporzionato di dolore e di morte" (SERMONTI, 1992). È quindi un processo altamente entropico.

Darwin fu citato con reverenza sia da Marx che da Nietzsche. La sua teoria fondò una linea di pensiero noto come darwinismo sociale, insieme a pratiche eugenetiche e, come reazione, un'ondata di scritti antiscientifici di Flaubert, Daudet, Tolstoi, Bourget, etc. Il rifiuto di un'etica razionale basata sulle scienze naturali portò a un concetto di assurdità esistenziale (con la possibile eccezione dell'esistenzialismo religioso di Kierkegaard) premonitrice del più oscuro baratro morale del XX secolo.

Allora, o l'etica sociale non ha nulla a che fare con la storia naturale, o noi abbisognamo di un differente concetto di storia naturale. Volendo apprendere dalla natura si devono adottare i suoi sviluppi progressivi piuttosto che regressivi. Le comunità sovraproduttive e dissipatrici, la competizione, la selezione e le estinzioni sono perverse sia nella natura che nella società. Le leggi naturali si manifestano nel parallelismo tra la successione ecologica e lo sviluppo economico, evolentesi da crescita rapida con *feedback* negativo e frequenti crisi ad una esistenza sostenibile.

Seguire la natura significa conformarsi al suo fine di immortalità individuale proiettando l'esistenza individuale oltre il corso della vita. Nel corso dell'evoluzione, con l'avanzare dell'esperienza vitale e della complessità genetica l'immortalità fu integrata e poi sorpassata dalla transizione non genetica di caratteri comportamentali che dettero origine alla cultura umana. Le antiche culture riflettevano la comune vita spirituale mentre l'evoluzione culturale mirava alla proiezione delle esperienze spirituali personali, come si comincia a realizzare, con molti passi indietro (per es., la cultura di massa) nell'arte modernista.

Per assicurare l'immortalità genetica si deve proteggere un certo complesso genetico - una razionalizzazione dell'altruismo biologico. Con l'eredità culturale, l'altruismo ricevette il nuovo incentivo di provvedere alla sopravvivenza della tradizione culturale come condizione per la immortalità culturale individuale. Benché un individuo dipenda da altri per dare alla sua anima una durevole vita culturale - che è la prima premessa per trattare il prossimo moralmente - egli od essa deve essere ben isolato perché ciò abbia valore. E benché la competizione promuova la produttività, è difficile che sia un fattore di progresso sociale perché solo individui simili competono e più simili essi sono meno è probabile il loro personale contributo alla cultura.

La competizione si attenua come risultato di una crescente diversità psicoculturale tra gli uomini. Una più diversificata, flessibile e comprensiva struttura culturale è anche necessaria per assicurare la preservazione di molteplici contributi individuali. Ogni tentativo di standardizzare la gente o ogni conformismo culturale si oppongono a questa tendenza di progresso. Le norme etiche possono, per esempio, essere fissate geneticamente o ossificate nelle prescrizioni religiose. Ogni innovazione costa allora molte morti fisiche e genetiche o almeno un doloroso cambiamento di regole. In realtà la storia umana è una lunga serie di crisi etiche.

L'etica, come atteggiamento normalizzato di una creatura vivente rispetto alle altre, è comparsa dapprima come uno speciale rapporto tra i sessi, per incoraggiare l'accoppiamento. Si diffuse poi alle relazioni genitori-figli, intratribiali e intraspecifiche. Gli uomini attuali hanno ereditato diversi milioni di anni di etica animale e preistorica che ha formato lo strato subcoscienziale della presente struttura etica. I concetti morali aprioristici potrebbero essere i residui dell'etica ani-

male preservata nella nostra memoria genetica, piuttosto che rivelazioni divine come sono stati visti da generazioni di filosofi religiosi.

L'etica socialmente acquisita ha interferito in vari modi con le norme istintive ereditate geneticamente, sollevandole parzialmente al livello della coscienza, ma principalmente eliminando i residui delle moralità animali. Ecco perché gli uomini sono meno etici della maggioranza degli animali sociali, mentre per molti millenni di storia umana la morale sociale si è appena elevata oltre il livello intratribale. L'umanitarismo è un tentativo ancora irrealizzato di creare un'etica intraspecifica. C'è tuttavia una tendenza incipiente che conduce al di là dell'umanitarismo ad un'etica interspecifica ancor più comprensiva, che abbracci infine l'intera biosfera.

Un'esistenza sostenibile dipende dalla capacità della specie umana di cooperare con le altre componenti della diversità biologica e di agire come una forza di stabilità piuttosto che di conquista. Nelle società primitive le pratiche totemiche promuovevano un atteggiamento normativo verso la natura. Le religioni pagane hanno rinforzato ulteriormente questo atteggiamento introducendo un pantheon di divinità, ognuna al controllo di un certo ruscello o boschetto, e il Dio biblico creò l'uomo principalmente per creare il giardino. Ma con la filosofia consumistica che si affermò dopo il Rinascimento e specialmente nei secoli XIX-XX, la natura divenne "ambiente" o addirittura "risorse naturali", qualcosa per il nostro consumo. Persino ora, nonostante la crescente consapevolezza dei valori intrinseci della natura, né questi valori, né i relativi valori e fini umani, sono stati chiaramente definiti. Abbiamo bisogno di una filosofia dell'esistenza interamente nuova che sia più amichevole verso la natura.

Durante l'evoluzione non meno di 100 milioni di specie si sono estinte, mentre la durata media di una specie animale è stata di circa mezzo milione di anni. Potrebbe il progresso evolutivo costare un po' meno alla biosfera? Potrebbe, se ci fosse qualche servizio di riparo come nel sistema genetico e in altri sistemi teleonomici. Si può predire che la biosfera sviluppi prima o poi qualche sistema di riparo. Sembrò che ciò fosse accaduto quando apparve l'intelletto e specialmente quando l'*Homo sapiens*, portatore di una intelligenza superiore, fece la sua comparsa. L'uomo moderno ha il potere di riparare la biosfera e di stabilizzare la natura con la sua cultura, in modo simile a come il corpo umano, oggetto di cultura almeno dai tempi dell'antica Grecia, fu protetto da ulteriori cambiamenti evolutivi attraverso criteri estetici. Si può dire che tutto questo è poco più di un pio desiderio, l'uomo moderno essendo al momento un pericoloso fattore di disturbo piuttosto che di stabilità. Ma gli uomini moderni esistono da circa quarantamila anni - una specie nella sua infanzia con tutti i criteri evolutivi.

Mentre si avvicina al più versatile stadio adolescenziale, sembra davvero il momento di formulare mete più alte di esistenza. E servire come fattore di riparo della biosfera è una meta nobile e storicamente giustificata.

Riparo non significa solo salvare le specie in pericolo, ma anche sostenere gli stati d'equilibrio e i bilanci tra i vari componenti degli ecosistemi naturali, particolarmente i bilanci tra comunità succedentisi e culminanti. Ma prima di tutto ciò significa un cambiamento radicale nel nostro atteggiamento: noi per la natura e non la natura per noi.

Mosca, giugno 1993

## REFERENCES

- BATESON P., 1988 - The active role of behaviour in evolution. In: *Evolutionary Process and Metaphors* (M.-W.Ho and S.W.Fox, eds.), pp.191-207, John Wiley, Chichester.
- BLISS T.V.P., COLLINGRIDGE G.L., 1993 - A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. *Nature* 361, 31-39.
- HO M.-W., FOX S.W., 1988 - Processes and metaphors in evolution. In: *Evolutionary Processes and Metaphors* (M.-W.Ho and S.W.Fox, eds.), pp. 191-207, John Wiley, Chichester.
- KRASSILOV V.A., 1978 - Organic evolution and natural stratigraphical classification. *Lethaia* 11, 93-104.
- KRASSILOV V.A., 1980 - Directional evolution: a new hypothesis. *Evolutionary theory* 4, 203-220.
- KRASSILOV V.A., 1985 - *Cretaceous period: evolution of the earth crust and biosphere*. Nauka, Moscow (in Russian).
- KRASSILOV V.A., 1986 - *Unsolved problems of the evolutionary theory*. Far East Sci.Centre, Vladivostok (in Russian).
- KRASSILOV V.A., 1989 - Vavilov's species concept and the evolution of variation. *Evolutionary theory* 9, 37-44.
- KRASSILOV V.A., 1992 - Ecosystem theory of evolution. *Riv. Biol./B.Forum* 85, 243-245.
- PRIGOGINE I., 1980 - *From being to becoming*. Freeman, San Francisco.
- RAMPINO M.R., STROTHIERS R.B., 1984 - Terrestrial mass extinctions, cometary impacts and the Sun's motion perpendicular to the galactic plane. *Nature* 308, 709-711.
- SEPKOSKI J.J., BOMBACH R.R., RAUP D.M., VALENTINE J.M., 1981 - Phanerozoic marine diversity and the fossil record. *Nature* 293, 435-436.
- SERMONTI G., 1992 - Evolutionary dogma and religious belief. *Riv.Biol./B.Forum* 85, 191-192.
- WOODCOOK D.M., SIBATANI A., 1975 - Differential variations in the DNA of *Drosophila melanogaster* during development. *Chromosoma* 50, 147-173.

—