

Opening lecture	Bollettino Accademia Gioenia Sci. Nat.	Vol. 41	N.° 369	pp. 18 - 27	Catania 2008	ISSN 0393 - 7143
-----------------	----------------------------------------	---------	---------	-------------	--------------	------------------

Considerazioni sulle proprietà dei viventi

GIOVANNI PILATO

*Dipartimento di Biologia Animale "Marcello La Greca" dell'Università,
Via Androne 81, 95124 Catania - Italy e-mail: pilato@unict.it*

RIASSUNTO

Una delle domande più interessanti per i biologi è: come possiamo definire vita? Forse non possibile dare una definizione soddisfacente di esso, ma possiamo sforzarci di proporre almeno una intuizione. Considerando che la vita è una proprietà degli organismi, è necessario capire che cosa è un organismo vivente, vale a dire quali sono le proprietà che ci permettono di definire come un organismo vivente. Essendo formato da tutti gli organismi questione, le loro proprietà dipendono dalle caratteristiche della materia che fanno il loro corpo. Le caratteristiche di base della materia vivente (e di organismi) sono analizzati: l'individualità, la capacità di percepire (hanno la percezione di) stimoli e di reagire ad essi, il metabolismo, ciclo di vita, la manutenzione e le funzioni di forma, di riproduzione, di eredità dei caratteri, mutabilità, la capacità di evolvere, congruenza con l'ambiente. Se queste proprietà sono presenti in tutti gli organismi o esclusivamente in essi è discusso con particolare attenzione ai problemi riguardanti il virus che secondariamente perduti, o fortemente ridotta, alcune attività, perché sostituite da cellule ospiti. Le proprietà degli organismi luogo, ovviamente, da quelli della materia che costituisce, e si può pensare che le molecole del "mondo prebiotico" a poco a poco combinati formando aggregati molecolari più complessi con nuove proprietà. Possiamo concludere che un aggregato molecolare è diventato un organismo vivente, quando ha acquisito tutte le proprietà di cui sopra (alcuni dei quali, come sopra accennato, può essere perso in secondo luogo). Possiamo definire esitazione la vita come il modo di essere di porzioni di materia che forma un sistema adattativo aventi le proprietà specifiche di cui sopra discusso che non sono presenti (o alcune di esse scarsamente accennato), in formato da organismi questione diversamente organizzati. Credo che sia difficile da definire non solo la vita a causa della nostra ignoranza, ma anche perché è stato il risultato di un graduale processo mediante il quale è diventato gradualmente prebiological evoluzione biologica.

SUMMARY

Considerations on the properties of living organisms

One of the most intriguing questions for biologists is: how can we define life? Perhaps it is not possible to give a satisfactory definition of it, but we can strive to suggest at least an intuition. Considering that life is a property of the organisms, it is necessary to understand what is a living organism, i.e. what are the properties that allow us to define a body as living. Being all organisms formed by matter, their properties depend on the characteristic of the matter forming their body. The basic characteristics of the living matter (and of organisms) are analyzed: individuality, capacity of perceiving (have perception of) stimuli and of reacting to them, metabolism, life cycle, maintenance of shape and functions, reproduction, heredity of characters, mutability, capacity to evolve, congruence with the environment. Whether these

properties are present in all organisms or exclusively in them is discussed with particular attention to the problems regarding the viruses that secondarily lost, or deeply reduced, some activities because replaced by host cells. The properties of the organisms obviously rise from those of the constituting matter, and one may think that the molecules of the “prebiotic world” little by little combined forming more complex molecular aggregates with new properties. We can conclude that a molecular aggregate became a living organism when acquired all the above mentioned properties (some of which, as above mentioned, may be secondarily lost). We can tentatively define life as the way of being of portions of matter which form an open adaptive system having the specific properties above discussed that are not present (or some of them scantily hinted) in bodies formed by matter differently organized. I think that it is difficult to define life not only because of our ignorance, but also because it has been the result of a gradual process by which the prebiological evolution gradually became biological evolution.

Nel tempo delle specializzazione, per certi versi eccessiva, negli aspetti applicativi della scienza, ho scelto di soffermarmi su un problema, che nulla ha di applicativo, suggeritomi da una domanda assai frequente e alla quale è assai difficile rispondere. La domanda è: cos'è la vita? Come possiamo definirla? In molti hanno tentato di definire la vita, ma spesso si incontrano definizioni come: “la vita è l'attributo dell'essere vivo” oppure “la vita è l'insieme delle forze che resistono alla morte”, o ancora “la vita è l'insieme delle estrinsecazioni delle attività degli organismi viventi” che sono definizioni che dicono ben poco perché in realtà aggirano il problema. Altre definizioni sono complicate e oscure e mi limito a ricordare soltanto quella di Lamarck (1820) che ha definito la vita come il potere che causa diversi fenomeni e che non ha né finalità né intenzione e che “non può fare che quello che fa”.

Sono poi molti gli autori che prudentemente non rispondono affatto alla domanda; fra questi anche Monod (1970) che pure ha puntato assai efficacemente a chiarire in maniera eccezionalmente brillante alcune caratteristiche dei viventi.

Qualcuno rifiuta programmaticamente il problema come fanno, per esempio Argano ed altri che nel loro trattato del 1991 hanno scritto: "Addentrarsi in problemi del genere in un'opera strutturalmente limitata e di tipo didattico è in definitiva inutile o addirittura dannoso". Il trattato è di 935 pagine, e quindi tanto limitato non è, ma in ogni caso non capisco perché possa essere dannoso cercare di dire quanto e perché sia difficile definire la vita.

Tutti sanno che grosse difficoltà derivano dai Virus a proposito dei quali il biochimico inglese Pirie (1956) si è così espresso: "quando ci viene chiesto se un virus è vivente o non vivente, l'unica risposta sensata è "non lo so" ma un tentativo non costa nulla. Certamente neanche io saprò fornire una definizione del tutto esauriente, ma cercherò almeno di favorire l'intuizione abbastanza precisa del concetto di vita. Per operare in questo senso è inevitabile partire da una prima constatazione che potrebbe sembrare banale perché sotto gli occhi di tutti, ma che tanto banale non è; essa consiste nel fatto che la vita è propria di corpi che definiamo organismi viventi, e che non esiste fuori di essi. Questo fatto ci induce a concentrarci sugli organismi per capire da cosa dipenda il loro essere vivi, ma ci pone immediatamente il problema di sapere stabilire in quali casi un corpo si possa considerare un organismo vivente; dobbiamo cioè cercare se esiste una discriminante precisa fra vivente e non vivente.

Per risolvere questo problema dobbiamo prima prendere in considerazione corpi che non ci lascino alcun dubbio sulla loro appartenenza al mondo degli organismi e analizzarli per capire cosa possedano di esclusivo e che li accomuni tutti quanti, e che possa dunque considerarsi una caratteristica discriminante. Poiché gli organismi sono costituiti da materia, le loro proprietà ovviamente dipendono dalla materia che forma il loro corpo, e quindi, per comodità possiamo indifferentemente parlare di caratteristiche, o proprietà, degli organismi o della materia vivente.

Una prima caratteristica, alla quale ho già fatto cenno, è l'individualità. La materia vivente non costituisce un tutt'uno, uno strato continuo che avvolge la Terra, ma è suddivisa in corpi distinti, i già più volte citati organismi. Le difficoltà funzionali e di coordinamento che si porrebbero a quel macroorganismo sarebbero insormontabili e infatti un organismo siffatto non è mai esistito. Inoltre dato che la continuità della materia vivente nel tempo è affidata alla capacità che gli organismi hanno di riprodursi, è evidente che se la materia vivente formasse un unico macroorganismo che rivestisse tutto il pianeta non ci sarebbe posto per nuovi individui.

Una seconda proprietà consiste nella capacità di percepire stimoli di vario genere e di reagire ad essi con modificazioni che possono tradursi in effetti diversi, più spesso movimenti o secrezioni. Questa proprietà viene definita da alcuni come irritabilità, da altri come eccitabilità, e costituisce la base della più raffinata sensibilità.

Mi sembra superfluo sottolineare il ruolo della irritabilità ai fini della sopravvivenza degli organismi; essa è alla base della capacità di mettersi in relazione col mondo esterno riconoscendo dagli stimoli (chimici, termici e d'altro genere) se essi indicano condizioni favorevoli o sfavorevoli; e contemporaneamente è anche alla base della capacità di percepire le proprie condizioni interne e di provvedere quindi alle necessità. Basti pensare alla necessità di riconoscere il cibo, di sapere se è tempo di procurarselo, alla necessità di riconoscere i predatori e di sfuggire loro, di riconoscere il partner col quale riprodursi nel caso della riproduzione biparentale ecc. Per ciascuna delle proprietà che citerò dovremo chiederci se è esclusiva degli organismi e se è propria di tutti gli organismi.

Variazioni in risposta a modificazioni ambientali si hanno anche in corpi sicuramente non viventi; la dilatazione e la contrazione, i cambiamenti di stato in seguito a variazioni di temperatura si possono considerare nel quadro della irritabilità? Anche se così fosse, bisogna però ricordare che negli organismi la risposta non è necessariamente proporzionale all'intensità

dello stimolo, e generalmente hanno acquistato specializzazioni per esaltare quella proprietà.

A mio parere, anche se limitata alla sola irritabilità assolutamente elementare che si può attribuire alle molecole che li costituiscono, anche i Virus in qualche modo, e almeno in certi momenti del loro ciclo vitale, possono considerarsi dotati di un minimo di irritabilità. Sicuramente in qualche modo essi “sanno” o “sentono” di essere capitati nell’ospite giusto nel quale è possibile riprodursi. La vita parassitaria dei Virus, come in altri parassiti, non ha favorito l’affinamento, o ha secondariamente ridotto al minimo, alcune proprietà che in organismi liberi si sono invece ben conservate o anche affinate.

Un’altra proprietà degli organismi è quella di riuscire, grazie ad una serie complicata di reazioni chimiche, che nel complesso costituiscono il metabolismo, a prelevare dall’esterno e ad utilizzare materia ed energia per mantenere la propria organizzazione, e compiere il lavoro necessario all’espletamento di tutte le funzioni vitali, compresa quella di costruire nuova materia vivente.

Alcuni corpi sicuramente non viventi possono fare qualcosa che somiglia, anche se molto lontanamente, al metabolismo. Per esempio l’accrescimento dei cristalli è stato paragonato alla produzione di nuova materia vivente; la fiamma si mantiene consumando combustibile e ossigeno e quindi la combustione potrebbe essere in qualche modo paragonata ad un metabolismo. Anche accettando questa lontanissima somiglianza, è evidente che in quei casi siamo ben lontani dalla complessità del metabolismo di un qualunque organismo, e ben lontani dai suoi effetti.

Per rispondere alla seconda domanda (cioè se il metabolismo sia proprio di tutti gli organismi) dobbiamo fare i conti ancora una volta con i Virus. In alcuni momenti della loro vita i Virus non hanno metabolismo, e ciò potrebbe fare pensare che non siano organismi viventi. Io ritengo però che prima di giungere a conclusioni sia necessario riflettere sulla differenza fondamentale che passa fra il non effettuare il metabolismo e un eventuale primitivo non avere mai bisogno del metabolismo. E’ indubbio che in alcuni momenti del loro ciclo vitale i Virus non hanno, e non hanno bisogno, del metabolismo, ma al momento della duplicazione (se sono organismi dovremmo dire riproduzione) essi asservono ai loro bisogni il metabolismo dell’ospite e si duplicano; così possiamo concludere che anch’essi, almeno in parte della loro vita, hanno bisogno delle funzioni metaboliche. A mio parere il fatto che essi siano capaci di deviare a proprio vantaggio le attività metaboliche di altri potrebbe considerarsi una acquisizione secondaria, una straordinaria forma di adattamento alla vita parassitaria. Alcuni animali, per esempio gli Acantocefali o i Cestodi e qualche altro, hanno perduto la capacità di digerire, e tutto l’apparato digerente, adattandosi a vivere da parassiti nell’intestino tenue dell’ospite sfruttando la digestione operata da questi. Quegli animali non hanno perduto il metabolismo ma sicuramente hanno perduto una vita autonoma come l’hanno perduta i Virus e numerosi altri organismi simbiotici procarioti ed eucarioti. Evidentemente si possono perdere enzimi importantissimi purché si riesca a sfruttare i corrispondenti di qualcun altro.

Noi non sappiamo con certezza assoluta se la possibilità dei Virus di non effettuare il metabolismo in alcuni periodi della loro vita sia una caratteristica primitiva o secondaria. Ma è possibile immaginare che all’origine essi avessero il corredo enzimatico che permettesse di prelevare dall’esterno le molecole necessarie a montare copie di sé stessi. Organismi così semplici sarebbero scomparsi per l’esaurirsi nell’ambiente esterno delle molecole utili a quelle repliche, ma si può ipotizzare che si sono salvati quelli che, prima dell’esaurimento di quelle scorte, sono diventati parassiti di organismi appena più complessi, comparsi nel frattempo e loro contemporanei, che con il loro metabolismo potevano produrre le molecole necessarie alla duplicazione dei Virus diventati loro parassiti.

Oggi si sa per certo che esistono ribozimi (per la precisione metalloribozimi), ossia tratti di RNA che funzionano da replicasi permettendo la duplicazione dello stesso RNA senza l’intervento di enzimi proteici (Cech et al 1981; Guerrier-Takada et al. 1983; Cech e Bass 1986;

Maizels e Weiner 1998). La scoperta dei ribozimi ha fatto pensare che all'origine gli organismi avessero un codice ad RNA, ed è ammesso da diversi autori che successivamente, e gradualmente, il codice ad RNA sia stato sostituito da un codice a DNA (tranne che in alcuni Virus che hanno ancora il codice ad RNA), e che i ribozimi siano stati sostituiti da enzimi proteici (Cairns -Smith 1985, 1998; Alberts 1986). Se tutto ciò è ammesso come possibile, si può pensare che i Virus discendano da membri del cosiddetto mondo ad RNA e che, diventati parassiti di organismi più avanzati di loro sulla via di quelle sostituzioni, invece di sostituire i propri enzimi ad RNA con enzimi proteici si siano adattati ad utilizzare gli enzimi proteici dell'ospite.

Alcuni Virus sembra che abbiano conservato traccia di un primitivo corredo enzimatico proprio. Infatti possiedono una propria polimerasi che entra, ed è indispensabile, nel processo di duplicazione dei Virus cui appartiene. Questa situazione ha tutta l'aria di essere intermedia fra quella degli ipotetici Virus primordiali liberi e autonomi provvisti di ribozimi, e quella di organismi che hanno sostituito i ribozimi con enzimi proteici; altri Virus più specializzati si sarebbero spinti fino a rinunciare del tutto ad avere enzimi propri

Addirittura possiamo pensare, anche se solo ipoteticamente, che la capacità dei Virus di non effettuare il metabolismo in alcuni momenti della loro vita sia un adattamento secondario che favorisce il passaggio da un ospite all'altro, passaggio al quale sono obbligati tutti i parassiti. Sarebbe qualcosa di analogo, ma di più spinto grazie alla loro semplicità strutturale, alla quiescenza frequente nel mondo vegetale e alla criptobiosi di alcuni animali (nei Tardigradi in criptobiosi il metabolismo è ridotto di almeno 600 volte rispetto a quello degli animali in attività, e qualcuno pensa che sia del tutto sospeso).

Un argomento che mi sembra decisivo al fine di considerare i Virus come organismi è inoltre rappresentato dal fatto che essi possiedono le altre proprietà tipiche degli organismi viventi. Una di queste consiste nell'esistenza di un ciclo vitale.

Ogni organismo deriva da un altro (o di due nel caso della riproduzione biparentale). Il nuovo individuo, deve andare incontro quanto meno ad un accrescimento, più spesso anche ad una complicazione, fino a diventare simile al generante; gradualmente poi andrà incontro alla senescenza e infine alla morte. Ogni individuo di una determinata specie attraverserà gli stessi stadi dalla nascita alla morte.

Nei Virus possiamo considerare forme giovanili quelle contenute nell'ospite e ancora prive di capsidi; praticamente, sperando che nessuno si scandalizzi, i giovani Virus coincidono con le molecole-codice frutto della duplicazione prima che vengano rivestite dal capsido. E' difficile trovare qualcosa di simile al ciclo vitale fuori dagli organismi. Qualcuno potrebbe trovare una vaga analogia nell'accrescimento dei cristalli; qualcuno può dire che praticamente ogni cosa col tempo si trasforma, ma quelle trasformazioni appaiono ben diverse dall'ordinato e ripetitivo ciclo vitale legato alla riproduzione degli organismi. La materia vivente, con la parte costruttiva del suo metabolismo, costruisce continuamente nuova materia uguale a sé stessa. Così si realizzano la conservazione della forma e delle funzioni proprie di ciascun organismo per tutta la durata della sua vita (con i cambiamenti legati però al ciclo vitale). Proprietà assai importante perché finché l'ambiente non cambia quegli organismi continuano a trovarsi bene. In molti organismi la conservazione della forma si evidenzia in maniera macroscopica anche nel fenomeno della rigenerazione.

E' evidente che la conservazione della forma e delle funzioni dipende dal fatto che la materia vivente possiede un progetto ben determinato di sé stessa, ossia un codice che guida lo svolgimento di tutti i processi vitali. Non possiamo negare che un progetto organizzativo sia proprio anche dei corpi non viventi, ma è esclusivo degli organismi la presenza di molecole che funzionano da codice e che regolano la conservazione della forma e delle funzioni. Le proprietà finora analizzate incidono direttamente sulla sopravvivenza del singolo individuo, ossia provvedono ad assicurare la continuità dell'individuo per la durata del suo ciclo vitale; ma gli

organismi possiedono altre proprietà che consentono alla materia vivente di durare al di là della vita dei singoli individui che essa costituisce. La prima di queste proprietà è la capacità di riprodursi, ossia di dare origine spontaneamente a nuovi individui simili al generante.

Ovviamente la forma primordiale di riproduzione doveva consistere nella semplice divisione del corpo del generante in due o più parti; da quelle parti derivano nuovi individui completi uguali al generante, e quindi uguali fra loro, per la presenza del codice genetico capace di duplicarsi e di essere trasmesso dal generante ai figli. Il fatto che un corpo possa dividersi in due o più parti, e che ciascuna parte possa continuare ad esistere, non è raro né sorprendente, e quindi non è esclusivo degli organismi viventi. Lo possono fare, in opportune condizioni, singole macromolecole. Erano certamente capaci di dividersi gli aggregati molecolari prebiotici; ma se si divide in due o più parti un corpo qualunque, cioè che non sia quello di un organismo con il suo codice, è molto improbabile che le sue frazioni diventino poi, come è la regola per gli organismi, nuovi corpi completi e perfettamente identici a quello del generante e che conservano tutte le funzioni.

Ci dobbiamo anche chiedere come considerare le molecole che sono capaci di duplicarsi, ossia di dare copie esatte di sé stesse. A questa osservazione possiamo rispondere che la capacità di duplicarsi di certe molecole costituisce certamente la base della vita ma essa, da sola, non è la vita. Quelle molecole, per quella capacità, sono state fondamentali per trasformare aggregati molecolari in materia vivente, ma esse, da sole, non sono capaci di fare quel salto di qualità che è possibile soltanto quando sono associate ad altre molecole con le quali formano un insieme con tutta una serie di proprietà aggiunte che fanno la differenza fra una molecola capace di duplicarsi e la materia vivente. Alla riproduzione è legata un'altra proprietà degli organismi: l'ereditarietà dei caratteri.

Ogni cellula di ogni individuo possiede un codice genetico che si duplica continuamente; una copia di esso passa ordinatamente in ciascuno dei figli e ciò permette, da una lato a conservazione della forma e delle funzioni per tutta la vita di un individuo; e dall'altro la conservazione del, al di là della vita del singolo e, se nulla cambia, anche al di là della vita di numerose generazioni di suoi discendenti. L'ereditarietà dei caratteri non ha eccezioni fra gli organismi e non esiste al di fuori di essi. Se vogliamo riferirci ancora una volta alle molecole capaci di duplicarsi e che funzionano da codice negli organismi, possiamo ripetere che una sola proprietà non costituisce la vita; quelle molecole, entrando a far parte di aggregati molecolari prebiotici, hanno dato il tocco decisivo per il salto di qualità della materia, ma quel salto di qualità è stato possibile perché quelle molecole ne hanno incontrate altre, ed è l'insieme, che acquistando altre proprietà per l'interazione che si è realizzata, ha iniziato quella straordinaria avventura che è la vita. I vantaggi offerti dalla ereditarietà dei caratteri si possono così riepilogare: ciò che funziona bene in un determinato ambiente è bene non modificarlo. Ma nessun ambiente è veramente immutabile per tempi estremamente lunghi, e quindi prima o poi i portatori di un determinato codice non sarebbero più adatti alle nuove condizioni ambientali, e tutto il ceppo finirebbe con l'estinguersi. Per inciso possiamo dire che se il codice genetico fosse stato veramente immutabile non sarebbe esistita la grande varietà di organismi che invece esiste.

Per fortuna il codice genetico non è veramente immutabile, e la sua mutabilità è un'altra fondamentale proprietà della materia vivente. Semplificando al massimo, possiamo dire che durante la duplicazione di ogni molecola-codice possono essere commessi degli errori casuali che modificano, di poco o di tanto, il progetto originario. Talvolta quelle mutazioni non hanno grandi effetti manifesti; il più delle volte sono dannose e non si diffondono nella popolazione.

Qualche volta però un errore nella duplicazione della molecola-codice determina la comparsa di un nuovo carattere che risulta vantaggioso; in questo caso gli individui che ereditano quella novità hanno ottime probabilità di sopravvivere e di trasmetterla ai figli; così il

nuovo gene, o la nuova variante di un gene, che determina quel nuovo carattere aumenta di frequenza ed entra stabilmente nel patrimonio genetico della popolazione. La mutabilità stempera dunque la stabilità del codice genetico nel susseguirsi delle generazioni. Con l'accumularsi delle mutazioni, con il loro trasmettersi ai figli, con il loro mescolarsi grazie alla sessualità che si lega alla riproduzione, i figli non sono perfettamente identici ai genitori e differiscono fra loro; così la popolazione presenta una più o meno ampia variabilità genetica.

Da un lato dunque l'ereditarietà dei caratteri tende a conservare il modello morfo-funzionale, dall'altro la mutabilità tende a variarlo, e troviamo affermati meccanismi, che al momento della riproduzione, tendono ad incrementare di generazione in generazione la variabilità genetica della popolazione.

La mutabilità è propria di tutti gli organismi viventi e, con le caratteristiche indicate, non sembra esistere fuori di essi. Sulla variabilità genetica delle popolazioni è fondata un'altra proprietà degli organismi viventi: la capacità di evolversi, cioè la capacità di cambiare col susseguirsi delle generazioni. Per effetto della pressione selettiva operata costantemente dall'ambiente, avranno maggiori possibilità di sopravvivenza gli individui i cui patrimoni genetici risultano più adatti a svolgere tutte le funzioni vitali in quell'ambiente; poiché col tempo l'ambiente cambia, la scelta da parte della selezione naturale non sarà orientata sempre nello stesso senso ma sarà ovviamente orientata verso nuove direzioni. Così il progetto secondo il quale gli individui di una popolazione sono costruiti, col susseguirsi delle generazioni, andrà cambiando anch'esso secondo direzioni diverse. Le modificazioni del codice sono casuali ma la pressione selettiva dell'ambiente non è affatto casuale in quanto premia gli individui che presentano i caratteri che in quelle condizioni sono i migliori.

Il risultato è che le specie si evolvono, e in ogni momento ogni specie risulta congruente con l'ambiente, ossia presenta caratteri che la rendono perfettamente adattata all'ambiente in cui vive. La congruenza con l'ambiente è l'ultima delle proprietà fondamentali della materia vivente e degli organismi. In genere diciamo che la congruenza con l'ambiente è il risultato dell'evoluzione, e così è, ma in realtà potremmo anche dire che la necessità di essere congruente con l'ambiente, pena l'estinzione, è contemporaneamente la spinta che ha selezionato positivamente la capacità di evolversi. Col tempo qualunque corpo può modificarsi, ma è evidente che il meccanismo di quelle modificazioni è diverso da quello che determina l'evoluzione dei viventi, e l'effetto non è la loro continua congruenza con un ambiente che si va modificando. In conclusione, dunque, la materia vivente costituisce un sistema aperto estremamente complesso che da un lato tende a mantenersi inalterato ma che è anche adattativo; cioè esso, nel tempo, si va gradualmente modificando perché sulla sua mutabilità fa presa la pressione selettiva dell'ambiente, e ciò significa che quel sistema in ogni momento risulta non soltanto figlio della sua lontana origine ma anche figlio della sua storia.

Abbiamo accennato alle proprietà degli organismi viventi per individuare una discriminante fra esseri viventi e corpi non viventi. In prima approssimazione possiamo definire organismi viventi quei corpi che presentano contemporaneamente tutte quelle proprietà prima illustrate. Si può obiettare che questo criterio può lasciare qualche incertezza per due motivi: a) perché esistono corpi che sembrano viventi ma mancano di una di quelle proprietà; b) perché esistono corpi che presentano qualcosa di simile ad alcune di quelle proprietà che potrebbero quindi non essere esclusive degli organismi.

La prima obiezione si riferisce chiaramente al metabolismo dei Virus, ma abbiamo visto che le necessità metaboliche di questi sono soddisfatte da quelle di un ospite che funziona da sostituto.

Se qualcuno non vuole considerare i Virus come organismi non è che la situazione migliori, anzi ci viene meno un modello strutturale che stia fra gli aggregati molecolari prebiotici e i procarioti, e si allunga così il segmento oscuro della nostra ignoranza. A mio parere una maggiore ignoranza è da preferire soltanto quando l'unica alternativa è una ipotesi

chiaramente errata. Nel caso specifico non mi sembra che considerare i Virus come organismi sia una scelta chiaramente errata; può essere non provata, ma ancor meno è provato che sia errata. La seconda obiezione, ossia il fatto che si riscontrano alcuni corpi, anche semplici molecole, che presentano qualcosa di simile a qualcuna delle proprietà degli organismi viventi, può essere facilmente ridimensionata. Innanzitutto quei corpi presentano soltanto alcune delle proprietà, e soltanto analoghe a quelle degli organismi; e in ogni caso mancano completamente della maggior parte delle altre proprietà.

Ma a mio parere bisogna soprattutto riflettere sul fatto che, escludendo ipotesi che esulano dalla scienza, le proprietà degli organismi ovviamente derivano da quelle della materia, e non può dunque sorprendere che corpi non viventi possano mostrare proprietà lontanamente somiglianti a quelle della materia vivente.

Via via che molecole del mondo prebiotico (qualunque sia stato l'ambiente in cui ciò sia avvenuto) si univano formando aggregati molecolari prebiotici, si sono sommate e hanno interagito le proprietà dei costituenti vecchi e nuovi conferendo al complesso anche proprietà nuove; su quegli aggregati molecolari e sulle loro proprietà ha fin dall'inizio agito una selezione prebiologica che ha favorito le molecole e gli aggregati più duraturi che hanno avuto quindi maggiori probabilità di unirsi ad altre molecole con la possibilità di perfezionamento delle proprietà già acquisite e con la possibilità di acquisirne di nuove. Fra i nuovi aggregati alcuni si avviarono a diventare materia vivente, e fra questi sono stati favoriti ancora quelli con proprietà più utili alla sopravvivenza; qualcuno di essi ha finalmente acquisito le caratteristiche costitutive e strutturali che hanno dato tutte le proprietà che abbiamo prima esaminato e che inducono a dire che una determinata materia, anzi una determinata frazione di materia, è diventata vivente ed ha costituito un organismo.

A mio parere le difficoltà nel definire la vita dipendono proprio dal fatto che questa deve essere stata il risultato di un processo graduale; di quel processo che comunemente indichiamo come evoluzione prebiologica, che a sua volta è sfumata gradualmente nella evoluzione biologica.

Il passaggio dalla materia non vivente a quella vivente è stato possibile grazie al fatto che i costituenti avevano determinate proprietà che possiamo considerare alla stregua di prerequisiti necessari alla realizzazione della vita; non ci deve quindi sorprendere il fatto che qua e là nel mondo dei corpi non viventi si riconoscano tracce di proprietà che però si manifestano tutte e pienamente soltanto in corpi costituiti da materia che ha acquistato una composizione chimica e una organizzazione tali da conferire quelle proprietà che segnano il passo evolutivo dal mondo dei non viventi al mondo dei viventi.

E' evidente che capire come funziona un organismo è un problema un po' diverso dal capire da cosa dipenda l'essere vivi, e quindi dal riuscire a definire la vita. Se vogliamo volgere la nostra attenzione a quest'ultimo problema dobbiamo guardare agli organismi più semplici ed individuare tutto ciò che determina il particolare tipo di organizzazione della materia vivente; dobbiamo dunque guardare alla natura delle categorie molecolari che formano la materia vivente, alla loro struttura, alle loro proprietà, ai rapporti che si possono stabilire fra quelle categorie di molecole, e alle nuove proprietà che la materia vivente acquista da tutto l'insieme delle caratteristiche dei suoi costituenti.

E' ovvio che tale analisi è ben lontana dall'essere completa e oggi se vogliamo avventurarci nella ricerca di una definizione della vita, ci dobbiamo accontentare di definizioni che permettono soltanto di intuire ciò che in realtà ancora ci sfugge perché non dipende soltanto da un unico fattore determinante.

Se proprio volessimo provarci, potremmo dire che la vita è un modo di essere di frazioni di materia che per la particolare composizione chimica, per la particolare organizzazione che deriva dalla qualità e dalla struttura dei suoi costituenti, per le proprietà di questi e per le interazioni fra queste proprietà, costituiscono un sistema aperto adattativo con le

proprietà specifiche che abbiamo visto prima e che non si riscontrano (o alcune sono appena accennate) in corpi costituiti da materia organizzata in maniera differente.

Non è una definizione soddisfacente, lo dico io per primo, e l'ombra della tautologia si allunga su di essa anche se io ho cercato di nascondere un po'. Perché è così difficile definire la vita? Le difficoltà dipendano in gran parte dalla nostra innegabile ignoranza, ma credo che dipendano anche, e forse soprattutto, dal fatto che, come detto prima, la materia vivente è diventata tale nel corso di un processo evolutivo che ha investito la materia; è quindi difficile definire i confini fra le varie tappe di tale processo. I biologi sistematici sanno bene che è difficile, talvolta impossibile, definire perfino cosa sia una specie, e ciò perché le specie, figlie dell'evoluzione, talvolta sono colte nel momento in cui sfumano l'una nell'altra.

Comunemente facciamo una distinzione fra l'evoluzione chimica prebiologica e l'evoluzione biologica; a mio parere fare questa netta distinzione è forse un errore che immette in un circolo vizioso. Ritengo che si faccia quella distinzione perché per tradizione si immagina un punto preciso di passaggio dalla materia non vivente a quella vivente, e il continuare a fare quella distinzione suggerisce surrettiziamente che fra materia non vivente e materia vivente ci sia stato appunto un grande salto.

Ma a mio parere così non è. Io ritengo, come detto prima, che l'evoluzione che ha interessato la materia sia un processo continuo che ha portato alla costituzione di una certa materia che in certe condizioni ha acquistato una determinata organizzazione e alcune determinate proprietà che ce la fanno apparire speciale; l'evoluzione biologica non è altro che il prosieguo di quel processo, che riguarda i corpi costituiti da quel particolare tipo di materia.

I biologi, davanti al problema della definizione della vita continuano giustamente, l'ho fatto anch'io, a sottolineare la propria ignoranza; ma questa autoflagellazione ogni tanto mi fa riflettere, e mi chiedo perché debbano essere sempre e soltanto i biologi a cercare di definire la vita mentre i non biologi, che pure studiano la materia, non si preoccupano con la stessa frequenza di definire la materia non vivente rispetto a quella vivente. Cos'è la non vita rispetto alla vita? Ho l'impressione che rovesciando tutti i discorsi fatti finora essi si troverebbero, e per gli stessi motivi, nelle stesse difficoltà.

BIBLIOGRAFIA

ALBERTS B. 1986 - The function of the hereditary materials: biological catalyses reflect the cell's evolutionary history. *Amer. Zool.*, 26: 781-796.

ARGANO R., DALLAI R., LANZAVECCHIA G., LUPORINI P., MELONE G., ORTOLANI G., SBORDONI V., SCALERA LIACI L. 1991 - *Zoologia generale e sistematica*. Monduzzi Editore, Bologna.

CAIRNS-SMITH A. G. 1985 - *Seven clues to the origin of life*. Cambridge University Press.

CAIRNS-SMITH A. G. 1998 - Argille e origine della vita. In: *Frontiere della vita. I. All'Origine della vita*. Istituto della Enciclopedia Italiana, Treccani: 171-191.

CECH T. R., Bass B. 1986 - Biological catalysis by RNA. *Ann. Rev. Biochem.*, 55: 599- 629.

CECH T. R., ZAUG A. J., GRABOWSKI P. J. 1981 - In vitro splicing of the ribosomal RNA precursor of Tetrahymena: involvement of a guanosine nucleotide in the excision of the intervening sequence. *Cell*, 27: 487-496.

GUERRIER-TAKADA C., GARDINER K., MARSH T., PACE N., ALTMAN S. 1983 - The RNA moiety of ribonuclease P is the catalytic subunit of the enzyme. *Cell*, 35: 267- 272.

LAMARCK J. B. 1820 - *Système analytique des connaissances positives de l'homme, restreintes à celles qui proviennent directement ou indirectement de l'observation*. Belin, Paris.

MAIZELS N., WEINER A. M. 1998 - Il mondo a RNA. In: *Frontiere della vita. I.*

All'origine della vita. Istituto della Enciclopedia Italiana, Treccani: 259-269.

MONOD J. – Il caso e la necessità. Mondadori, Milano.

PIRIE N. W. 1956 - The microbe's Contribution to Biology Khuyver A. J. & Van Neil C, B, eds., Cambridge Mass., Harvard University Press.