

EDOARDO BONCINELLI\*

## Cosa è la vita

Lettura tenuta il 24 gennaio 2013

SALUTO DI FRANCO SCARAMUZZI, PRESIDENTE DELL'ACCADEMIA  
DEI GEORGOFILI

*Non ho la presunzione di essere all'altezza di presentare uno studioso come Edoardo Boncinelli, che peraltro credo tutti conoscano e apprezzino il lavoro.*

*La Scienza universale continua a impegnarsi per scoprire i meccanismi che regolano la vita e le evoluzioni, dal mondo dell'infinitamente grande a quello dell'infinitamente piccolo. Il prof. Boncinelli è uno scienziato impegnato e di grande successo.*

*Nel pieno e dovuto rispetto del diritto alla libertà della ricerca, la Scienza ha segnato grandi progressi, basati su acquisizioni incontrovertibili e con ritmi crescenti, grazie alla possibilità di avvalersi di strumenti sempre più avanzati, a loro volta frutto della ricerca scientifica e tecnologica.*

*Le nuove conoscenze aprono sempre nuovi interrogativi, le cui discussioni e interpretazioni devono essere altrettanto libere, anche se soggettive.*

*L'etica impone il rispetto di tutte queste libertà, salvo che non vengano usate in modo distorto e dannoso per l'umanità. In Sedi come questa, le libertà sono ispirate anche da una lunga tradizione, che anzi stimola il confronto delle idee. Unite alla ragione, esse rappresentano gli elementi essenziali che possono consentirci di progredire civilmente.*

Io sono fiorentino, ho passato a Firenze i primi 27 anni della mia vita, mi sono laureato in fisica con Leonardo di Francia e poi ho cominciato a girare

\* Università Vita-Salute San Raffaele di Milano

per l'Italia. Però Firenze è sempre Firenze e ci vengo sempre molto volentieri, soprattutto a due passi dagli Uffizi e a due passi da Palazzo Vecchio che è uno spettacolo eccezionale.

Io sono un laureato in fisica che si è occupato di biologia per diversi decenni, che da una quindicina di anni si è dedicato alla divulgazione e quindi ho scritto diversi libri sui geni, sulla evoluzione, sul cervello perché ultimamente mi sono innamorato di quella grandissima novità scientifica che sono state le neuroscienze. Però non mi ero mai occupato nel dettaglio di quella che è una delle domande fondamentali certamente per il biologo ma senz'altro per tutti gli scienziati. Cioè: "Che cosa è la vita". Tutti sappiamo cosa è la vita, tutti sappiamo distinguere cosa è un essere vivente da un oggetto inanimato però poi a specificare avremmo qualche problema.

Nel 1944 un grande fisico, Erwin Schrödinger, scrisse un libretto piccolo, *What is life?*, in cui diceva da fisico che cosa lui pensava degli esseri viventi, tentando di dare anche una qualche possibile rappresentazione del concetto di gene; il che vuol dire che nel 1944 si sapeva che i geni esistevano, ma non si aveva la più pallida idea di come fossero fatti.

Questo è stato un libro di una importanza eccezionale, tra l'altro si può leggere ancora anche in italiano nella traduzione di Adelphi, e io l'ho letto quando ero giovanissimo e l'ho riletto qualche anno fa.

Un libro che ha avuto un merito storico incredibile perché con questa domanda lanciata là, che cosa è la vita, da un fisico, ha sfidato un sacco di giovani fisici teorici tedeschi ma ai quali si è unito però anche un italiano, i quali da quel momento hanno deciso che volevano studiare la vita come si studiavano le molecole di atomo, cioè in dettaglio e facendo misure. Il risultato è stato che è nata la biologia molecolare. Quindi con questo libro *What is the life?* di Schrödinger si è avuta l'occasione di fare nascere una scienza che oggi non è più nuova per niente, perché ormai siamo abituati a sentire anche troppe novità nel campo della biologia molecolare e della genetica. Il libro però è stato di eccezionale importanza storica e io l'ho letto e l'ho riletto, la parte fisica è ineccepibile, sulla parte biologica invece per quanto la persona era intelligente, informata e capace di ragionare eravamo a zero. Per cui con gli anni che sono passati da allora forse hanno reputato che valesse la pena ripigliare questo argomento, che è tutto fuori che banale.

Le caratteristiche della vita noi le conosciamo tutti, noi distinguiamo subito un essere vivente; intanto si muove, ma anche se non si muove basta un piccolo microscopio per guardarci dentro e vedere che dentro tutto si muove: è un traffico continuo di molecole, di fluidi, anche di gas, di materia semi liquida che si agita senza posa, quindi il movimento. Poi con la vita è nata la

struttura cioè l'insieme di parti ordinate che si muovono in modo ordinato. La struttura in genere è fatta da altre strutture. Una struttura biologica è fatta di strutture, anche la cellula, che come scrittura è piuttosto grandina è fatta di tanti organelli, di tante parti tutte regolate e mosse con una certa logica. Nella vita colpisce anche la capacità che hanno gli organismi di crescere rimanendo simili a se stessi, e naturalmente di riprodursi. Se facessimo un sondaggio o lo avessimo fatto anche 300 anni fa su quale è la caratteristica saliente degli esseri viventi direi che la riproduzione è quella che verrebbe in mente per prima.

Quindi la vita è interessante già di per sé. Però esistono altri due motivi per rendercela ancora più interessante. Intanto il fatto che quando la terra era al centro dell'universo, poiché la terra era piena di vita, si pensava che la vita fosse la regola, non si riusciva a pensare nulla che non avesse vita.

Oggi che la nostra terra non è altro che un pianeta che ruota attorno a una delle tante stelle e qua dintorno di vita non ce ne è; non dico che non esista una lontana stella che non abbia vita, non lo dico perché non lo so, però qua intorno vita non ce n'è nonostante che ogni tanto la Nasa annunci di aver scoperto qualche vestigia della vita su Marte, ma lo fa per avere finanziamenti ovviamente perché in realtà evidenze non ce ne sono. Sulla Luna non c'è vita, su Mercurio e su Venere non se ne parla proprio, forse su un satellite di un grande pianeta ci potrebbe essere qualche forma di vita. Comunque si fa più presto a dire dove non c'è. Nel sistema solare non c'è, non c'è nulla da fare. Allora da essere una regola la vita è diventata una eccezione. Quindi è ancora più interessante capire come mai da queste parti non solo c'è, ma c'è dappertutto. Bisogna prendere gli antibiotici, gli anticriptogamici, bisogna difendersi dalle erbe infestanti, bisogna sparare alle fiere, per difendersi dalla vita. Quindi ce ne è anche troppa, tutta qua. Ripeto il più grande esperimento di biologia si farà se e quando si troverà un'altra forma di vita, da qualche altra parte; però non si vede l'occasione e certamente ammesso che succeda non succederà quando io starò su questa terra.

Il secondo motivo per cui la vita è particolarmente interessante è perché una riflessione fatta unendo fisica e biologia, ha generato nella prima metà del secolo scorso un vero e proprio paradosso. Abbiamo studiato tutti al liceo che spontaneamente in un sistema chiuso tutto procede verso il disordine, naturalmente; basta aspettare un po' di tempo e ce ne possiamo accorgere facilmente, basta costruire un castello di sabbia sulla riva del mare e dopo un po' di tempo se non lo restauri, prima vedi un monticello, poi non vedi più nulla. Quindi dando tempo al tempo, l'ordine viene distrutto. Ma la vita è ordine, la vita è ordine dentro gli esseri viventi e fuori degli esseri viventi; basta guardare questa stanza, spontaneamente non sarebbe mai nata da nessuna

parte, ma se noi smettessimo di ripulirla, di lucidarla, di restaurarla dopo un certo numero di decenni o di secoli, non ci sarebbe più nulla. Quindi la vita è ordine. Quindi il paradosso: il mondo va tutto verso il disordine, la vita è ordine, come si mette questa faccenda. In realtà il paradosso è stato risolto negli anni '60 del secolo scorso e io me lo ricordo perché ero studente liceale e mi ricordo di aver sentito varie conferenze anche da Toraldo di Francia su questo tema che è un tema un po' sottile. In realtà basta prendere carta e penna e fare i conti. Tutte le volte che un organismo cresce crea e mantiene una certa quantità di ordine, ma contemporaneamente disordina tutto l'ambiente circostante. Per cui se si fa la somma algebrica dell'ordine creato e del disordine creato, il risultato è sempre a vantaggio del disordine.

Quindi la vita non viola nessuna legge fondamentale della fisica; semplicemente si arrangia, se la cava, gestendo il margine di possibilità e le leggi che la fisica e la chimica gli danno.

Tutto questo è un preambolo lungo per chiarire che è importante occuparsi seriamente di cosa è la vita anche per gente che ci lavora da sempre.

Perché molta gente fa il medico, fa il genetista, fa il botanico, fa lo zoologo, fa l'ecologo ma non sempre si chiede che cosa è la vita? Io me la sono chiesta, gli ho dato alcune risposte che come vedrete, ma ve lo potrete facilmente immaginare, sono tutto fuorché semplici.

Prima ho dato una definizione, definizione che a noi piacerebbe fosse come quelle matematiche, ma con la vita non si può fare così, non basta una sola affermazione. Bisogna implicare diverse possibili affermazioni. Infatti la prima possibile affermazione che io do di vita è più o meno questa: «Un essere vivente, una certa quantità di materia organizzata limitata nel tempo e nello spazio, capace di metabolizzare, di riprodursi e di evolvere».

E si comincia subito male, quando io tiro in ballo la parola "organizzata", e si comincia male perché non esiste nessuna organizzazione al di fuori della vita. Quindi in un certo senso do per conosciuta una cosa che sto definendo; pensateci bene in natura se prescindete dalla vita ci sono pochissime cose organizzate, ma direi che si tratta di forma e non di organizzazione.

Invece dentro di noi e intorno a noi, tutto è organizzazione, cioè tutto è una organizzazione tra le parti che abbia un senso.

Quindi dire materia organizzata è già una petizione di principio, ma non ci posso fare niente, finché qualcuno non mi trova un termine più neutro di organizzata mi devo fermare lì. Gli esseri viventi sono limitati nel tempo e nello spazio. Sono limitati nel tempo e lo abbiamo detto perché. Perché siccome spontaneamente, tutta la materia va verso il disordine, ciascun essere vivente è praticamente in vacanza, è in un periodo che gli hanno concesso,

quando è nato gli hanno dato un gruzzoletto di ordine e hanno detto: «Fanne buon uso perché quando è finita non ce ne è più». Si può campare ore, si può campare giorni, si può campare settimane, si può campare decenni come facciamo noi esseri umani, ma in un certo momento bisogna saldare il conto, la cambiale va pagata. E questo è una di quelle verità che a noi non piacciono per niente, ma dalla quale non si scappa. L'immortalità è una bella cosa, ma in pratica dal punto di vista materiale almeno, tutto quello che nasce prima o poi deve morire, perché gli scade il gruzzolo di organizzazione.

In realtà non si chiama ordine, per i tecnici si chiama energia libera, ma insomma non la voglio fare troppo lunga... ma quando ciascuno di noi, ma anche un'ape, ma anche un bacherozzo quando è nato gli hanno detto: «Questa è la quota che ti spetta» in realtà quasi uguale per tutti quanti dipende tutto da come la si consuma. Se la si consuma veloce si campa poco, se la si consuma più lentamente si campa di più. Metabolismo, beh che un essere vivente abbia bisogno di energia lo sappiamo da tempo immemorabile, perché la materia da sola non fa nulla.

La materia organica o inorganica ha bisogno di approvvigionarsi di energia, e gli esseri viventi la pigliano da una trasformazione di alcune sostanze in altre, sia per costruire le parti del corpo, sia per carpirci tutta l'energia possibile.

Sulla riproduzione non c'è dubbio abbiamo detto che è una delle caratteristiche salienti degli esseri viventi, forse 60 o 70 anni fa uno che desse una definizione di essere vivente non ci metteva come vincolante necessaria la condizione di evolvere, ma oggi non se ne può proprio fare a meno, anche perché oggi sappiamo con assoluta sicurezza che tutto quello che si replica evolve per forza, che gli piaccia o che non gli piaccia e sappiamo anche perché, nonostante che Darwin, il papà dell'evoluzione, non lo sapesse. Darwin vedeva che in ogni popolazione c'era qualche individuo diverso; fece qualche osservazione inoppugnabile, ma non aveva la più pallida idea del perché fosse così. Noi oggi lo sappiamo, tutta l'informazione necessaria per vivere, la portiamo dentro le nostre cellule in un gigantesco nastro di Dna dove c'è scritto le istruzioni per l'uso per nascere, crescere e al momento opportuno replicarsi. Questo gigantesco nastro è un testo, un testo lineare che oggi è a disposizione di tutti quanti, tutti quanti con un computer possono andare a vedere il genoma di questa o quella specie. Ieri è stato pubblicato *Genoma del cane* che paragonato a quello del lupo si è visto che cambia in una parte dei geni del comportamento, e che il cane ha dei geni per digerire l'amido, gli zuccheri, che il lupo non ha perché il lupo è carnivoro. Il cane da quando ha cominciato a girare nelle nostre case oltre che carnivoro è dovuto diventare anche frugivoro, mangiatore di pane e

di qualcos'altro. Quindi al più tardi di ieri è stato determinato il genoma del cane e paragonato a quello del lupo. Noi conosciamo ormai il genoma, quindi il patrimonio genetico di un sacco di specie. Tutte le volte che una cellula si duplica, cioè che da uno se ne fanno due, questo genoma deve essere copiato, da un enzima che si chiama Dna-polimerasi, la quale è molto affidabile, ma non è perfettamente affidabile. Fa un errore ogni miliardo di nucleotidi inseriti. Pigliarsela con quello sarebbe come pigliarsela con una dattilografa che fa un errore di battitura ogni 500.000 cartelle dattiloscritte, praticamente nulla. Però siccome il genoma nostro è fatto di 3 miliardi di nucleotidi, ogni volta che una cellula nostra si duplica fa per forza qualche errore. Quindi replicarsi vuol dire generare errori. La parola errore nel nostro linguaggio ha una valenza negativa giustamente, perché ci potrebbe essere un testo senza errore e un testo con errore, però dal punto di vista evolutivo non è un errore, sennò vuol dire che noi siamo tutti derivati da errori. Errori in questo caso vuol dire novità, vuol dire introdurre qualche elemento nuovo e immetterlo sul mercato. Dopo di che l'evoluzione, la selezione naturale sceglie alcuni positivamente e sceglie altri negativamente. Quindi evolvere è una condizione necessaria derivata dal replicarsi. Questa definizione, per quanto articolata sia, è una definizione simile a quello che trovate da tante altre parti, ma una così non l'ho trovata da nessuna altra parte. Non è sufficiente a distinguere gli esseri viventi da altre realtà organizzate, attraverso i cristalli, o la vita dei computer o altre particolarità come un tornado per esempio.

E allora io ho pensato che ci voleva dell'altro che bisognava aggiungere a quello che ho detto, anche il fatto che un essere vivente è oggetto di un flusso continuo di materia, di energia e di informazione. L'accento sta sulla parola continuo, perché sennò è ovvio, perché è ovvio? Perché tutto quello che abita questo mondo vivo o morto può essere descritto nei termini di materia, di energia e di informazione.

Materia sappiamo benissimo cosa è, lo sappiamo da tempo memorabile anche se, se qualcuno di voi si diletta di seguire le ultime novità della fisica dello spazio, avrà visto che il concetto di materia sta cominciando un po' a vacillare. Si dice che la materia quale noi abbiamo sempre conosciuta non ha più del 4% del totale, si parla di materia oscura, si parla di energia oscura. Però prepariamoci magari a una conferenza tra 200 anni sui discendenti dei Georgofili, i Georgofilini, in cui qualcuno ci verrà a dire: guardate avete sbagliato tutto, la materia non era fatta così. Però per il momento il concetto di materia non è di quelli che fanno non dormire la notte.

Già con il concetto di energia un po' di sonni vengono turbati; sono stati turbati dalla fine del Settecento e inizio dell'Ottocento a parecchie persone

perché tutti quanti nel linguaggio quotidiano diciamo che l'energia si consuma, infatti si pagano le bollette e si paga il carburante.

Ma un chimico sa che l'energia si conserva non si distrugge, cambia solo natura. Passa da una forma all'altra. O come si dovrebbe dire in termini più precisi, si degrada.

Noi abbiamo bisogno per vivere continuamente di energia da degradare. E questa energia spontaneamente va sempre in giù, non che occasionalmente non possa andare in su, ma bisogna fare una gran fatica e praticamente sprecare più energia di quello che otteniamo. Che cosa è la qualità della energia?

La prima risposta che ci dicono dal liceo è la temperatura, perché il calore va spontaneamente da un'alta temperatura a una bassa temperatura. Se io metto un gelato accanto a una pentola d'acqua bollente non è che l'acqua diventa più bollente e il gelato diventa più freddo, di solito l'acqua si raffredda un po' e il gelato si raffredda un po' perché il calore che è una forma di energia passa da una qualità superiore cioè alta temperatura a una qualità inferiore.

La qualità dell'energia si può anche vedere in un altro modo, si può vedere come il terzo concetto fondamentale che regola le cose di questo mondo che io ho chiamato informazione. Il concetto di energia è ormai scientificamente definito almeno dalla prima metà dell'Ottocento, il concetto di informazione scientificamente definito soltanto dai tempi della seconda guerra mondiale, più o meno intorno al 1945-1946, quando gli studiosi di computer dovettero fare i calcoli su quante cose si possono trasmettere nella maniera migliore. Purtroppo il concetto di informazione non è entrato nel linguaggio quotidiano anche se paradossalmente tutti quanti conoscono l'unità di misura dell'informazione. Succede un po' il contrario di quello che succede con l'energia.

L'energia tutti credono di sapere cosa è però se fai a uno la domanda: "Quale è la unità di energia?" comincia un pochettino ad annaspire. Quindi di solito prima si conosce un concetto e poi si conosce l'unità di misura. Nel caso dell'informazione tutti conoscono i bit e i byte, il byte non è altro che 8 bit e tutti noi ormai parliamo di kilobyte, megabyte, gigabyte.

Tutti quanti sanno che il telefonino, l'iPod, il televisore, contengono tot byte. Bene noi abbiamo bisogno di materia, come ho detto, di energia e di informazione e l'informazione è tutt'uno con la qualità dell'energia. Al liceo ci hanno parlato di entropia e si diceva che l'entropia aumentava soltanto, qualsiasi cosa si facesse in un sistema chiuso l'unica cosa che si poteva fare era aumentare l'entropia.

L'informazione invece diminuisce sempre, basta scrivere su un foglio delle informazioni e lasciare il foglio, state sicuri che l'informazione che ci ho scritto sopra non aumenterà nel tempo, ma si perderà. Ecco che allora qualcuno

negli anni '40 pensò che forse l'informazione era semplicemente l'entropia cambiata di segno.

La qualità dell'energia si chiama informazione. Quindi noi non solo de-gradiamo energia ma abbiamo anche bisogno di avere una quantità di informazione continua. Noi partiamo con una quantità di informazione che è data dal Dna, dall'insieme delle istruzioni per l'uso che stanno scritte nel nostro genoma e che vengono direttamente dai nostri genitori.

In realtà la cosa più difficile di cui rendersi conto proprio perché noi abbiamo bisogno di materia. Tutti sanno che mangiamo, quando siamo piccini perché dobbiamo crescere, quando siamo adolescenti ancora dobbiamo crescere un pochetto, quando siamo quarantenni ci possiamo sviluppare ma, un settantenne, un ottantenne sempre mangia e se pensassero di fare a meno di mangiare andrebbero poco lontano. Perché c'è bisogno di mangiare? Perché nel nostro corpo c'è una continua sostituzione di tutti gli atomi che lo compongono. Le strutture rimangono più o meno le stesse; le cellule, gli organismi subcellulari ma anche il Dna che dovrebbe essere la cosa più stabile del mondo perché porta informazioni di genetica, anche lui va continuamente rigenerato. Perché? Non lo sappiamo perché, ma una risposta abbastanza ovvia e ragionevole è che in questa maniera preveniamo una certa quantità di errori, con il passare del tempo tutto si evolve verso gli errori, se non venissero riparati camperemo pochi giorni, gli errori dentro di noi vengono riparati, però il modo più efficace è quello di non farli proprio venire, prevenire è meglio che curare. E allora noi possiamo pensare che noi sostituiamo quotidianamente tutti gli atomi del nostro corpo per fare un processo di revisione della macchina corpo il più possibile efficace.

Quindi noi sostituiamo tutta la materia, abbiamo bisogno di energia perché per funzionare ci vuole energia, abbiamo bisogno di informazione perché per tenere a lustro il nostro Dna e tutte le informazioni a cascata che vanno dal Dna fino all'ultima funzione fisiologica, c'è bisogno di informazione. Tant'è vero che qualche anno fa gli esseri viventi vennero definiti "informivori", cioè mangiatori di informazione.

Secondo me se vogliamo avere una definizione completa ed esauriente di essere vivente bisogna dire anche che è un oggetto di un flusso continuo di materia, energia e informazioni.

Supponendo che le definizioni che ho dato siano giuste, è abbastanza chiaro che gli esseri viventi sono differenti dagli esseri animati, non dal punto di vista trascendente o mistico, sono proprio diversi da un punto di vista materiale, talmente diversi che qualcuno aveva pensato che obbedissero a due tipi di legge diverse. Oggi noi sappiamo che questo non è vero ma c'è sempre qualcuno che

mi manda qualche manoscritto in cui ha scoperto che gli esseri viventi seguono leggi diverse, in genere sono fesserie, ma mai dire mai in campo scientifico.

Quindi la vita non è un mistero, ma è una delle cose più interessanti che ci siano. Se la mettiamo in questi termini, bisogna dire che la vita è un evento unico che è cominciato quasi 4 miliardi di anni fa e che non si è mai fermato. La vita è una serie di passaggi di staffetta, per cui si passa da una generazione a un'altra con un unico filo di continuità, una cellula e un Dna, cioè un patrimonio genetico. Il patrimonio genetico è dal punto di vista informativo "il riassunto delle puntate precedenti" di tutto quello che è successo nei miliardi di anni prima, da che non si può ricavare altro che l'immagine della vita su questa terra come un unico evento.

Questo più o meno tutti lo sanno ma non lo sottolineano tanto spesso, però pensateci. Se la vita si interrompesse anche solo per qualche minuto non riprenderebbe. Quindi è meglio che non si interrompa, che passi il testimone da una generazione a un'altra.

Questo secondo me fa un certo effetto, fa effetto pensare che tutti gli esseri viventi, che già sappiamo che sono interdipendenti, appartengono allo stesso evento che si chiama vita.

Una cosa che se si spegne non si riaccende almeno in natura è la fiamma, per cui è stata fatta tante volte la similitudine della vita a una fiamma.

Con la nascita dell'essere umano la vita si specchia in se stessa, e uno dei fuocherelli ha detto: "Guarda, vediamo come sono fatto, come son fatte le piante, come son fatti gli animali". Ora senza partirsene di testa e pensare che siamo il frutto unico e finale del processo evolutivo perché non c'è prova, non possiamo non sottolineare il fatto che questo gigantesco evento a un certo momento ha prodotto un fuocherello che ha rispecchiato tutti gli altri.

E accanto a una evoluzione biologica abbiamo una evoluzione culturale che ci ha portato oggi a conoscere tanto dei nostri meccanismi biologici e che potrebbe portare anche a una prima storica eccezionale, una specie, la nostra, che utilizza la sua evoluzione culturale per modificare la propria evoluzione biologica, secondo me nel giro di 20-25 anni vedremo qualcosa del genere.

Allora vediamo quanto siamo furbi, oltre che capaci di rispecchiare il mondo; vedremo quanto siamo capaci di modificare in meglio.

Quindi ho fatto un lungo discorso chiedendomi cosa è la vita, sottolineando che non è una domanda oziosa, ho dato un paio di definizioni di vita, utilizzando concetti della fisica e della chimica, ho portato alla vostra attenzione il discorso che tutti gli esseri viventi sono un unico evento e poi ho sottolineato il fatto che noi siamo esseri viventi un po' particolari, anche se dal punto di vista biologico nessuno è mai stato in grado di trovare qualcosa di diverso.

## RIASSUNTO

Come tutte le cose del mondo un essere vivente è fatto di materia, di energia e di informazione. L'informazione, quella cosa che misuriamo tutti i giorni in *bit* e *byte*, ha un'importanza fondamentale per quanto riguarda gli esseri viventi, che non sarebbero tali senza una gestione molto particolare dell'informazione in essi contenuta. Informazione che parte dal DNA del loro genoma e si trasmette alla cellula che lo ospita e da questa a tutte le altre cellule del corpo in un continuo scambio di informazione e comunicazione. L'informazione contenuta nel DNA però non basterebbe, se non ce ne procurassimo sempre di nuova, mangiando e respirando. Per questo motivo qualcuno ha definito "informivori" gli esseri viventi intendendo che quello di cui veramente non possiamo fare a meno è proprio l'informazione e la sua comunicazione.

Un essere vivente è anche sede di un flusso *continuo* di materia, energia e informazione. Tutto ciò viene introdotto mangiando e respirando. Particolarmente interessante è il fatto che noi introduciamo continuamente materia in noi stessi, non solo quando dobbiamo crescere, quindi aumentare di peso, ma per tutta la vita. Perché? Per sostituire in continuazione tutte le diverse parti del corpo, in un processo di continuo monitoraggio e "revisione".

## ABSTRACT

Exactly as anything else, a living being is made of matter, energy and information. Everybody knows what matter and energy mean, but information is less popular. Information, we measure every day in *bit* and *byte*, is of paramount significance for life; this could not exist without a peculiar handling of its information content. Information is stored in genomic DNA and transmitted to all cells of every organism. On the other hand, this would not be sufficient, if living organisms were not to assume more, by continually eating. It is for this reason that some time ago somebody termed "informivores" living organisms, meaning that they cannot really help handling information every moment of their life. A living being is the seat of a *continuous* flux of matter, energy and information. All this is assumed through food and respiration.