

## I VIVENTI E LE LORO CARATTERISTICHE

Cos'è un essere vivente? Perché soltanto la Terra, nel nostro sistema solare, fino a prova contraria, ospita la vita?

Sono domande a cui cercherò di dare qualche risposta, e sulle quali vi inviterò a riflettere, ma attenzione, la vita è talmente complessa che non si può essere mai sicuri che le risposte siano definitive, non si può mai essere certi di avere risposto a tutto quello che c'è da sapere. E d'altronde, rispondendo a tutto, il lavoro dello scienziato terminerebbe.... E dopo? Che noia!

Gli esseri viventi per lo scienziato sono dei sistemi, ed infatti si parla di **SISTEMI VIVENTI**.

Un sistema è una qualsiasi *porzione di mondo fisico posta sotto osservazione*. In un sistema riconosciamo sempre più parti che sono in continua correlazione tra loro. Sono proprio le relazioni esistenti che rendono il sistema particolare e diverso da tutti gli altri. Scomponendo un sistema nelle sue parti, la conoscenza di ciascuna di esse non ci permette di conoscere il sistema nel suo insieme. Quando si verifica questo, si dice che il sistema è **COMPLESSO**. Pensiamo ad esempio al corpo umano. Esso è costituito da una serie di apparati, e questi sono in continua relazione tra loro permettendone il funzionamento e il buono stato di salute. Conoscere nei dettagli ciascun apparato non implica che conosciamo davvero il corpo umano nel suo insieme. Occorre poter conoscere come le parti interagiscono tra loro, come ciascuna è correlata con le altre, e dato che queste relazioni sono innumerevoli, la conoscenza del sistema è molto più difficile di quanto non possa apparire dalle parti stesse.

I sistemi viventi sono sistemi materiali, e si classificano in **SISTEMI APERTI**, quindi sistemi che scambiano con l'ambiente esterno sia materia che energia. Ricordiamo che esistono anche sistemi materiali chiusi che scambiano solo energia, e sistemi isolati che non scambiano né materia né energia con l'ambiente esterno. Questi ultimi però sono sistemi ideali, in natura non ne esistono di assolutamente isolati.

Non si può dare una definizione di essere vivente in modo sintetico, come se fosse un semplice termine o l'enunciato di una legge o di una teoria. Il vivente, ripetiamo, è molto complesso e ci possiamo limitare a trovare tutte le caratteristiche e proprietà che i viventi presentano in comune tra loro.. Prese singolarmente, molte di esse le possiamo ritrovare anche nella materia non vivente, ma soltanto se le troviamo tutte riunite, un corpo materiale può essere considerato vivente.

Ecco quali sono le proprietà comuni degli esseri viventi, esse vengono indicate con il termine di

### **PROPRIETA' EMERGENTI**

- **ORDINE**

I sistemi viventi sono sistemi ordinati, a basso contenuto di entropia. Questo parrebbe contro il secondo principio della termodinamica, che afferma che ogni sistema tende spontaneamente ad aumentare il proprio disordine interno, quindi ad aumentare la propria entropia. Il mantenimento da parte del vivente di uno stato ordinato è quindi un fenomeno non spontaneo, che per potere avvenire richiede continuamente apporti di energia dall'esterno. Da qui discende la necessità di effettuare continuamente

- **SCAMBI DI MATERIA ED ENERGIA**

La necessità di apporti energetici continui per ostacolare l'inesorabile avanzata del disordine fa sì che il vivente scambi continuamente con l'esterno sia materia che energia. Infatti, l'energia proveniente dall'ambiente non può essere assunta da sola, tranne che in casi particolari (fotosintesi), di norma l'energia di cui fa utilizzo il vivente si trova sotto forma di energia chimica, "intrappolata" nei legami chimici delle sostanze che il vivente trova nella materia. Tale energia è quindi "energia

potenziale” di tipo chimico e le sostanze materiali, in particolare le sostanze organiche, ne contengono una grande quantità, come se fossero dei veri e propri serbatoi. I viventi devono poterla estrarre, incamerare, trasformare, utilizzare, e posseggono pertanto un proprio

- METABOLISMO

Con questo termine si intende l'insieme dei processi chimici e fisici che avvengono all'interno di un organismo vivente. Sono proprio tali processi che permettono la trasformazione continua della materia e dell'energia necessaria al mantenimento dell'ordine interno (metabolé = trasformato). Com'è noto dalla chimica i processi chimici si dividono in due grandi categorie, dal punto di vista degli scambi energetici con l'ambiente: processi o reazioni endoergoniche che assorbono energia (endotermiche se l'energia viene trasferita sotto forma di calore) e esoergoniche che liberano energia (esotermiche se l'energia è sotto forma di calore).

I processi metabolici si possono suddividere idealmente in due grandi categorie:

- processi anabolici, partono da sostanze più semplici e portano alla produzione di sostanze più complesse (ad es. la sintesi di una proteina sarà un processo anabolico, che parte dagli aminoacidi e procede verso la loro condensazione nella macromolecola finale),
- processi catabolici, partono da sostanze più complesse fino a giungere a sostanze più semplici (idrolisi della proteina di cui sopra, oppure l'ossidazione del glucosio ad anidride carbonica e acqua)

Dal punto di vista energetico, dato che i processi anabolici costruiscono, mentre quelli catabolici demoliscono, i primi saranno endoergonici (costruzione= maggior ordine = minore entropia) ossia assorbiranno energia dall'esterno, mentre i secondi saranno esoergonici (demolizione=maggiore disordine= maggiore entropia) liberando energia.

Ci si potrebbe chiedere a questo punto perché i viventi non utilizzano l'energia rilasciata dalle reazioni cataboliche per mandare avanti le anaboliche. In linea di principio potrebbe essere una soluzione ottimale che affrancherebbe il vivente dalle esigenze di scambio con l'esterno. Ma in questo modo si otterrebbe una “macchina perfetta”, un motore perpetuo, che come la termodinamica ancora una volta ci suggerisce con il secondo principio, non può esistere. Ogni passaggio di energia infatti comporta sempre la dispersione di parte di essa sotto forma di calore, l'energia non può essere mai recuperata del tutto in forma utile a compiere lavoro ma gran parte di essa verrà degradata verso forme di qualità man mano inferiori. L'energia libera, quella riutilizzabile passaggio dopo passaggio, diminuisce sempre di più. Ecco quindi la necessità di ottenere energia dall'esterno per rimpinguare queste perdite.

- UNIFORMITÀ CHIMICA

Tutti gli organismi viventi utilizzano, per il loro metabolismo, le medesime sostanze di base. Accanto alle sostanze inorganiche, tra cui spicca per importanza l'acqua che chimicamente costituisce la maggiore proporzione in peso di ogni organismo, i sali minerali, e i gas respiratori, ossigeno e anidride carbonica, vi sono le sostanze organiche chiamate **BIOMOLECOLE**, o molecole della vita. Esse si possono suddividere in 4 grandi famiglie: carboidrati, lipidi, proteine e acidi nucleici. Ogni organismo, dal più semplice al più complesso, costruisce, demolisce ed elabora lo stesso tipo di biomolecole, attraverso vie metaboliche a volte del tutto identiche.

- RISPOSTA AGLI STIMOLI

La ricerca costante di materia ed energia, e lo scambio continuo di esse con l'ambiente, di cui abbiamo parlato, determina una costante interazione del vivente con l'ambiente stesso ed è da queste interazioni che nasce il concetto di ecosistema.

Dall'ambiente il vivente riceve continui stimoli, fisici e chimici, ai quali esso risponde attraverso una risposta attiva., a volte determinando, negli organismi superiori, un certo comportamento. Tale risposta è nettamente diversa da quella che si potrebbe ottenere da un sistema non vivente, che sarebbe passiva e regimentata da semplici processi fisico chimici. Pensiamo ad esempio al ghiaccio

che al di sopra della temperatura di fusione comincia a sciogliersi, questa potrebbe essere considerata una risposta a uno stimolo, ma è soltanto un fenomeno fisico, un passaggio di stato tipico di tutti i sistemi materiali. Se consideriamo invece un aumento di temperatura ambientale per un animale omeoterma vediamo che esso mette a punto delle strategie, delle risposte attive, tipiche della propria specie. Certo esse avranno comunque da soddisfare leggi fisiche, ma impongono comunque un comportamento, con attivazione di processi metabolici particolari (elefante che usa le orecchie molto ampie e sottili – vedi rapporto tra superficie di scambio e volume – per disperdere calore, aiutandosi con lo sventolamento). Ci possiamo chiedere come mai sia così importante rispondere attivamente agli stimoli ambientali, oltre che per motivi di scambio di materia ed energia anche per garantire la....

- OMEOSTASI

L'ordine interno è troppo importante, per esso si spende energia, si fa "fatica", e il vivente non può certo permettersi di comprometterlo. E' importante che il vivente si garantisca il "mantenimento di uno stato costante" ossia l'omeostasi, attraverso processi metabolici e meccanismi di autoregolazione che permettano momento per momento di tenere sotto controllo la situazione di ordine e quindi di buono stato di salute dell'intero organismo. Tantissimi esempi si possono fornire: la temperatura costante negli organismi omeotermi, il tasso di glucosio nel sangue umano (glicemia), gli equilibri idrico-salini, gli equilibri acido-base (sempre ematici), ma anche la quantità d'acqua all'interno di un semplice paramecio....

Un meccanismo di autoregolazione particolarmente efficace è il cosiddetto meccanismo di **feedback**, o di retroazione. Questo termine ha origine addirittura dalle scienze economiche e ci ricorda gli acquisti on line, il cosiddetto e-commerce...

Si possono avere due esempi di feedback, positivo e negativo, ma è quest'ultimo che garantisce il mantenimento di equilibrio in un sistema.

Vediamo come si realizza questo meccanismo:

feedback negativo: dall'ambiente esterno ma anche interno dell'organismo proviene uno stimolo. Questo determina come sappiamo una risposta attiva e tale risposta induce sullo stimolo iniziale un'azione di smorzamento, che a sua volta determina una diminuzione della risposta.

Feedback positivo: in questo caso lo stimolo determina una risposta che anziché portare allo smorzamento dello stimolo lo rinforza, determinando un aumento della risposta che a sua volta rinforza lo stimolo ulteriormente e così via in un crescendo che può essere paragonato ad una reazione a catena. Il feedback positivo si ritrova solo raramente nei sistemi viventi, quando la risposta deve portare a un fenomeno finale parossistico. Si pensi ad esempio all'ormone oitocina che nella gestante, al momento del parto, garantisce l'espulsione del feto (l'ormone determina la contrazione della muscolatura dell'utero, che a sua volta potenzia la produzione dell'ormone e così via finché il feto non viene espulso).

Gli schemi dei due meccanismi sono rappresentati qui sotto e vi invito a comprendere quale tipo di feedback corrisponde a quello che dovete lasciare nei siti internet dove fate acquisti...

Il fatto che i viventi tendono a garantirsi un equilibrio costante non deve farci indurre a pensare che siano imperturbabili o incapaci di subire variazioni nel tempo o addirittura in grado di vivere indefinitamente. Ogni essere vivente infatti ha un proprio ....

- LASSO DI VITA

Anche per il vivente, come in tutti i sistemi naturali, il secondo principio della termodinamica la fa da padrone, prima o poi, in tempi diversi nelle varie specie, l'aumento inesorabile di entropia porta a una diminuzione progressiva dello stato ordinato per cui viene spesa tanta energia, e l'organismo soccombe di fronte al caos giungendo a morte. La vita di un organismo può essere scandita da una serie di tappe: nascita, sviluppo, maturità (riproduzione), declino, morte. Dalla nascita alla maturità prevale l'aumento di ordine, e di conseguenza i processi costruttivi, che richiedono grande apporto di energia, dalla fase di declino riprende il sopravvento l'entropia.

Il lasso di vita non è ugualmente lungo per tutti, si va da casi estremi di cellule isolate che possono vivere pressoché indefinitamente se adeguatamente coltivate in vitro, a esseri animali come elefanti e tartarughe che vivono centinaia di anni, e piante come sequoie e ulivi che vivono anche migliaia di anni. Nel caso dell'uomo, il benessere e la cura maggiore della salute e delle condizioni di vita hanno determinato nel corso della sua evoluzione un aumento della durata della vita, in ogni caso però non possiamo pensare che l'uomo possa vivere così a lungo come uno degli animali suddetti. Pertanto le condizioni ambientali non bastano, dentro ogni individuo si deve in qualche modo trovare una centrale di comando, un insieme di informazioni, ossia il cosiddetto...

- PROGRAMMA GENETICO

Per ogni organismo vivente, cos'è che presiede all'insieme delle proprietà fin qui viste? Chi permette che esse si realizzino, che siano coordinate tra loro in modo armonico, controllate momento per momento, in modo che non vi siano sprechi inutili di energia e che anzi il loro insieme permetta il mantenimento di quel miracolo che chiamiamo vita? Cos'è che rende ogni individuo diverso da tutti gli altri, cosa invece accomuna gli individui di una stessa specie?

Ogni organismo, anche il più semplice, lo dobbiamo immaginare come un qualcosa di programmato, quindi in possesso di un "sistema operativo" in grado di monitorare tutte le attività, il cosiddetto PROGRAMMA GENETICO. Prendendo in prestito il linguaggio informatico, questo programma può essere considerato il software, o meglio l'insieme di tutti quei programmi applicativi che fanno funzionare l'organismo e che ne determinano gran parte delle caratteristiche. L'hardware è costituito da un insieme di macromolecole, gli acidi nucleici, il DNA e l'RNA.

Come nel caso di un computer in cui le informazioni sono trasmesse attraverso un codice basato sulla numerazione binaria, anche nel caso dei viventi il programma si basa su un codice, chiamato CODICE GENETICO, che come vedremo sarà basato sulla sequenza di unità di informazione (CODONI). Ritroveremo le caratteristiche di questo codice quando studieremo più da vicino i due acidi nucleici che ne sono i vettori.

- RIPRODUZIONE

Se le caratteristiche che ho descritto fossero limitate ad un organismo, e si espletassero al suo interno senza che vi potesse essere la possibilità di trasmissione nel tempo, esaurendosi quindi alla fine della vita dell'organismo stesso, ben poca cosa sarebbe la vita, un evento effimero perso nel tempo. Ma ciò che contraddistingue il sistema vivente rispetto a tutti gli altri presenti in natura, è invece proprio la possibilità di propagarsi nel tempo attraverso la capacità di riprodursi. Con la riproduzione non si ha una semplice generazione di più individui, cosa che in via di principio si può rinvenire anche nei sistemi naturali non viventi. Basti pensare all'origine delle stelle dove da una nebulosa possono originare tante stelle, oppure all'origine di cristalli da una soluzione sovrasatura che per evaporazione del solvente dà origine a più nuclei di cristallizzazione. Nella riproduzione dei viventi, avviene proprio la trasmissione dell'informazione genetica e quindi di un programma intero, ai nuovi individui.

Esistono due modalità di riproduzione, la RIPRODUZIONE ASESSUATA, che prevede che l'informazione genetica di un individuo provenga soltanto da un unico genitore che lo genera identico a se stesso, mentre nella riproduzione SESSUATA sono coinvolti i programmi di due genitori diversi, di modo che nell'individuo che nasce vi sia un insieme di informazioni provenienti dai due genitori, a cui esso non è identico.

La possibilità di tramandare di generazione in generazione il programma genetico dipende dal fatto che il DNA può essere duplicato, ossia possono essere prodotte copie identiche a partire da uno stampo iniziale senza perdita di dati. Sempre per ricorrere al gergo informatico, è come se ad ogni atto riproduttivo venissero prodotte copie di backup dell'intero HD dell'individuo genitore. Ciò

sarà possibile grazie a processi metabolici piuttosto complessi in cui saranno coinvolti enzimi specifici.

- COSTITUZIONE CELLULARE

Per concludere con le caratteristiche degli esseri viventi discutiamo adesso l'ultima che in realtà è forse la più importante. Un caposaldo delle scienze biologiche è infatti la costituzione cellulare dei viventi. Ciò significa che ogni vivente è costituito da almeno una cellula ( se una soltanto si parla di UNICELLULARE se invece l'individuo è formato da più cellule si parla di PLURICELLULARE). Si tratta di un'unità di base fondamentale, come un vero e proprio modulo che ha caratteristiche di autonomia ed indipendenza dagli altri.

La TEORIA CELLULARE di Schwann e Schleiden (1839) sancisce proprio questi punti articolandosi in tre postulati:

- 1- Ogni essere vivente è costituito da cellule
- 2- La cellula è la base vivente della materia
- 3- Ogni cellula deriva da una cellula precedente (Virchow)

Pertanto tutto quello che abbiamo qui descritto è possibile applicarlo non solo ad un individuo nella sua interezza, bensì anche ad ognuna delle sue cellule, come dalla più semplice cellula di un batterio fino a quelle più complesse di un animale o di una pianta.

Qual è il vantaggio di essere costituiti da unità assemblate e non da un'unica unità? Gli esseri viventi godono proprio come nel caso di un palazzo, di MODULARITA'. Ogni cellula è un modulo, che ha una sua individualità. Nel caso che una o più cellule vengano distrutte, l'intero edificio non ne risente più di tanto, la riproduzione cellulare garantirà il ripristino delle perdite, e con i meccanismi omeostatici l'organismo nel suo insieme riparerà le ferite, ricostituirà uno stato di nuovo equilibrio. Se fosse invece costituito da un'unica unità, lesionata quella o addirittura distrutta, l'organismo morirebbe. Questo è uno dei tanti fattori che probabilmente ha determinato l'affermarsi della pluricellularità.

Le proprietà e le caratteristiche fin qui affrontate si possono riscontrare a livello di ogni singolo organismo, sia esso unicellulare oppure pluricellulare, nel lasso di tempo in cui si dipana la sua vita. Com'è stato detto ogni organismo si può riprodurre e così facendo trasmette alla discendenza il suo patrimonio genetico, il suo programma.

Se non fossero mai intervenute modificazioni in questo schema, se l'insieme delle proprietà emergenti si fosse sempre mantenuto identico a se stesso, soprattutto per quanto riguarda le informazioni genetiche, allora perché il mondo è popolato attualmente da forme così diverse tra loro? Possibile che ogni organismo abbia avuto origine da uno, o due, a loro volta creati indipendentemente gli uni dagli altri, attraverso un innumerevole insieme di primordiali atti creativi diversi?

- CAPACITA' DI EVOLVERSI

Non è più semplice affermare che le forme viventi attualmente si siano originate attraverso un processo molto lungo di modificazioni progressive, che partendo da pochi individui iniziali e apportando gradualmente cambiamenti, più o meno importanti e rapidi, ha determinato quella grandissima diversificazione esistente tra gli organismi? La capacità di evolversi non riguarda il singolo individuo certamente, ma interi gruppi di individui, le cosiddette POPOLAZIONI, e soprattutto è osservabile nel corso del tempo, non istantaneamente. Organismi appartenenti ad una o più popolazioni diverse, che sono tra sé capaci di fecondarsi e dare origine a prole che a sua volta sarà interfeconda, si dice che appartengono alla stessa SPECIE (*definizione biologica di specie*). Dato che le potenziali capacità di interfecondità non sono sempre valutabili, si preferisce considerare una specie dal punto di vista della sua storia evolutiva, quindi organismi di due

popolazioni diverse appartengono alla stessa specie soltanto se presentano una storia evolutiva comune, e quindi procedendo a ritroso nel tempo troviamo una specie ancestrale, un antenato comune con altre specie, da cui si è distinta per avere acquisito in seguito dei tratti caratteristici. da cui le due popolazioni si sono evolute (*def. filogenetica di specie*).

Se ammettiamo per tutti i viventi un'origine comune, si parla di ORIGINE MONOFILETICA, altrimenti si sarebbe avuto un'origine POLIFILETICA delle specie.

I sostenitori delle teorie evolutive ritengono che le specie non sono immutabili nel tempo, ma subiscono cambiamenti tali da portare all'origine di nuove specie. Le modalità con cui avvengono queste modificazioni sono molteplici ma uno dei capisaldi delle teorie evolutive rimane tutt'oggi il concetto di SELEZIONE NATURALE proposto da Charles Darwin.

Il concetto di evoluzione è importantissimo e tutti i temi che tratteremo nel programma di biologia possono essere affrontati con questo tema di fondo, come una sorta di chiave di lettura che rende molto più semplice e comprensibile lo studio dei viventi. Unità e diversità tra i viventi, se affrontati col sottofondo evolutivo, trovano una migliore spiegazione.

Troppe sono le prove sperimentali a favore di questa teoria unificante, e sempre di nuove ne vengono trovate, perché possa essere messa in discussione, nonostante da più parti provenga attualmente una critica in tal senso e si cerchi addirittura di mistificarla. L'evoluzione è una conquista della conoscenza umana sul mondo che ci circonda, è una finestra aperta anche sulla conoscenza che l'uomo ha di se stesso.

Per esercizio provate a rileggere tutte le proprietà emergenti tenendo in mente il concetto di evoluzione. Sarebbero giustificabili altrimenti? Provate a riflettere.