

L'ORIGINE DELLA VITA

Antichità

Sino dall'antichità l'uomo si è posto il problema dell'origine della vita. Per gli organismi di cui è noto il ciclo vitale è facile riconoscere l'origine a partire dai genitori; non altrettanto avviene invece con gli organismi per i quali, a causa delle piccole dimensioni oppure delle condizioni di vita, il ciclo vitale non risulta evidente. Nella Cina antica, ad esempio, la gente pensava che dai bambù si generassero spontaneamente alcuni insetti, documenti sacri dell'India testimoniano invece della nascita spontanea di mosche dal sudore e dalla sporcizia, mentre secondo i babilonesi il fango dei canali generava vermi. La teoria secondo la quale dalla materia inanimata possono nascere esseri viventi prende il nome di **generazione spontanea**. Nel IV° secolo avanti Cristo Aristotele raccolse su questo argomento le idee dei filosofi che vissero prima di lui, sintetizzandole in una teoria secondo cui gli organismi viventi nascono, in genere, da altri organismi a loro simili, però a volte possono anche scaturire dalla materia inerte. Nella sua Storia Naturale Plinio, parlando dell'anguilla, dà una fantasiosa interpretazione riguardo la sua riproduzione: il filosofo naturalista latino scrive infatti che le anguille, strofinandosi sulle rocce, liberano frammenti di pelle da cui avrebbero successivamente origine nuove anguille. La teoria della generazione spontanea passò indenne attraverso il Medioevo e il Rinascimento. Nel XVI secolo vi era ancora qualcuno disposto a credere che le oche nascessero da alcuni alberi che si trovavano a contatto con le acque dell'oceano o che gli agnelli si formassero all'interno di meloni, come andavano raccontando alcuni viaggiatori al ritorno da lunghi viaggi in Oriente.

Nel XVII secolo finì l'epoca delle leggende e iniziarono le prime sperimentazioni a sostegno della teoria della generazione spontanea. Il medico fiammingo Jean Baptiste Van Helmont¹ annunciò (seriamente) di avere condotto un esperimento mettendo a contatto chicchi di frumento e una camicia sporca, in seguito al quale, dopo 21 giorni, sarebbero nati dei topi. Secondo Van Helmont il sudore umano avrebbe rappresentato il principio attivo necessario per spingere la materia inerte a trasformarsi in materia vivente. Non dobbiamo del resto dimenticare che, a cavallo tra '600 e '700, la generazione spontanea fu sostenuta anche da illustri pensatori come Newton e Cartesio.



L'esperienza di Francesco Redi

Il primo studioso ad effettuare ricerche rigorose su questo argomento fu Francesco Redi (1626-1698), membro dell'Accademia del Cimento, che operò a Firenze sotto la protezione del granduca di Toscana. Redi si proponeva di verificare se "*ogni fradiciume di cadavere corrotto, ed ogni sozzura di qualsiasi altra cosa putrefatta, ingenera i vermi e gli produce*". Le sue "Esperienze intorno alla generazione spontanea degli 'insetti'", pubblicate nel 1668, rappresentano una brillante soluzione del problema. Egli iniziò i suoi esperimenti mettendo in un recipiente aperto una fetta di carne, che in pochi giorni fu ricoperta di vermi. Dopo 19 giorni notò che i vermi cominciarono a diventare immobili e ad avvolgersi in piccole palle dure. Trasferì le palline in un altro recipiente; dopo 8 giorni, da ogni

pallina uscì una mosca. Era forse questa una conferma della generazione spontanea? Era necessario approfondire il problema. L'esperimento conclusivo è importante perché per la prima volta viene introdotto il metodo comparativo, mediante l'uso sistematico di campioni di controllo. Otto flaconi furono riempiti di vari tipi di carne; quattro vennero lasciati all'aria aperta e quattro furono sigillati

¹ Dobbiamo ricordare che agli inizi del '600 Van Helmont aveva condotto importanti esperimenti sui gas, termine che lui stesso introdusse per primo.



ermeticamente. Solo nei flaconi aperti, nei quali le mosche avevano potuto deporre le uova, si formarono larve che dettero origine a nuove mosche. La carne nei flaconi sigillati divenne anch'essa putrida e si decompose, ma senza produrre alcuna forma di vita visibile ad occhio nudo. Il risultato rappresentava un forte argomento contro la generazione spontanea. I sostenitori di tale teoria ecceperono però sulla legittimità della conclusione di Redi in quanto, secondo loro, i recipienti chiusi impedivano che la "Vis Vitalis" presente nell'aria venisse a contatto con la carne. Redi ripeté l'esperimento non chiudendo ermeticamente i flaconi, ma coprendoli con una garza; in questo modo l'aria poteva penetrare nei flaconi e la "Vis Vitalis" poteva conseguentemente agire, ma dalla carne non nacque alcun insetto. Ecco la descrizione dell'esperimento attraverso le parole dello stesso Redi²:

".. Io cominciai a dubitare, se per fortuna tutti i banchi delle carni dal seme delle sole mosche derivassero, e non dalle carni stesse imputridite; e tanto più mi confermava nel mio dubbio, quanto che in tutte le generazioni da me fatte nascere sempre avea io veduto sulle carni, avanti che inverminassero posarsi mosche della stessa specie di quelle che poscia ne nacquero. Ma vano sarebbe stato il dubbio, se l'esperienza confermato non l'avesse. Imperciocché... in quattro fiaschi di bocca larga misi una serpe, alcuni pesci di fiume quattro anguillette d'Arno ed un taglio di vitella di latte; e poscia, serrate benissimo le bocche con carta e spago e benissimo

sigillate, in altrettanti fiaschi posi altrettante delle suddette cose, e lasciai le bocche aperte: né molto passò di tempo, che i pesci e le carni di questi secondi vasi diventarono verminose, ed in essi vasi vedevansi entrare ed uscir le mosche a lor voglia. Ma ne' fiaschi serrati non ho mai veduto nascere un baco, ancorché sieno scorsi molti mesi dal giorno che in essi quei cadaveri furono serrati..."

Al termine delle sue ricerche Redi poteva dunque concludere che la carne in decomposizione genera "vermi" solo quando vi si posano insetti che vi depongono le uova; dai "vermi" nascono insetti della stessa specie di quelli che hanno deposto le uova. In sintesi: la carne da sola non genera i vermi. Lo studio di Redi sulla generazione spontanea rappresenta un momento cruciale nella storia della Biologia, sia per il rigore con cui vennero condotti gli esperimenti, che per l'audacia con cui questo mito venne confutato. Gli esperimenti di Redi rientravano in un programma di ricerca più vasto: lo studio e la descrizione dei parassiti delle specie animali più diverse: dall'uomo agli uccelli, ai rettili, ai pesci, ai molluschi, con grande attenzione all'interpretazione del loro ciclo vitale. La sconfitta della generazione spontanea lo obbligava, ma allo stesso tempo lo confortava, nella ricerca di una origine biologica dei parassiti. Pubblicò i risultati di questi studi nel 1684 in un'opera intitolata "Osservazioni interne agli animali viventi che si trovano negli animali viventi". Rimanevano tuttavia alcuni casi di generazione che non riusciva a spiegare: i vermi intestinali ed altri parassiti, così come la crescita delle galle di quercia.

Più o meno nello stesso tempo in cui Redi compiva i suoi esperimenti, **Anton Van Leeuwenhoek** osservò, per la prima volta, la presenza di microrganismi attraverso il rudimentale microscopio da lui stesso costruito. Le osservazioni al microscopio ben presto si moltiplicarono e la presenza di un numero tanto abbondante di microrganismi all'interno di tutte le sostanze esaminate stimolò nuove ricerche, in quanto dimostravano l'esistenza di un universo fino a quel momento sconosciuto, popolato di "animaletti" ubiquitari e in grado di moltiplicarsi ad un ritmo vertiginoso. Da dove

² C. Singer Breve storia del pensiero scientifico

venivano? Come si riproducevano? I microrganismi sembravano inoltre fornire il collegamento, a lungo ricercato, fra gli organismi visibili e la natura inanimata. Si riapriva quindi la disputa fra teoria della *biogenesi* (la vita deriva dalla vita) e teoria della *abiogenesi* o generazione spontanea (la vita si origina da sostanze non viventi), che si spostava dal mondo macroscopico dei vermi e delle mosche, a quello microscopico, ove le esperienze di Redi non avevano alcuna efficacia: bastava infatti collocare del fieno secco in acqua e, dopo alcuni giorni, compariva una miriade di organismi microscopici a cui venne dato il nome di *infusori*.

John Needham (1713 – 1781) e Lazzaro Spallanzani (1729 – 1799)

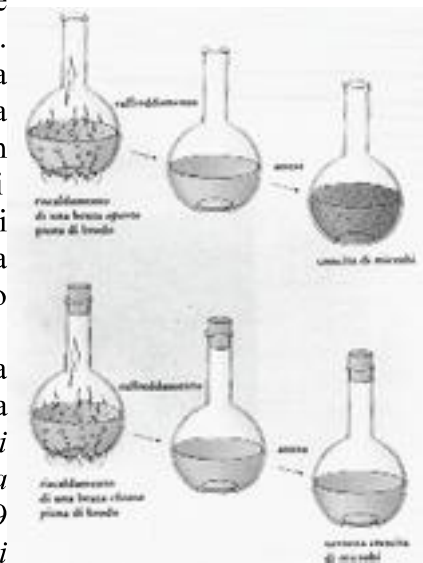
Circa mezzo secolo dopo le osservazioni di Leeuwenhoek, sull'origine degli infusori si sviluppò una delle più celebri dispute scientifiche del '700: quella fra il prete cattolico inglese John Needham e il prete cattolico italiano Lazzaro Spallanzani. Nel 1748 Needham eseguì una serie di esperienze consistenti nel mettere in un vaso del brodo di carne, sigillarlo, a suo dire, ermeticamente e riscaldarlo, ponendolo per alcuni minuti sulla cenere calda. I vasi venivano poi tenuti a temperatura ambiente. Dopo qualche giorno il brodo era pieno di “animaletti”, secondo Needham nati in maniera spontanea dal brodo stesso, grazie all'azione di una “forza produttrice”, visto che il calore avrebbe dovuto distruggere ogni forma di contaminazione dall'esterno. La stessa tesi venne ripresa anche da George Leclerc de Buffon, il quale sostenne che le molecole organiche derivanti dal disfacimento dei corpi possono riunirsi in modo spontaneo per dare origine a nuovi organismi.

Nel 1768 Spallanzani ripeté le esperienze di Needham, aumentando però fino a 45 minuti i tempi di esposizione al calore e serrando i contenitori in modo ermetico: il risultato fu la non comparsa dei microrganismi nel brodo. Needham criticò la durezza dei metodi dell'abate italiano: il calore eccessivo avrebbe distrutto la *forza produttrice* delle sostanze infuse, rendendo quindi impossibile la generazione di nuova vita. Inoltre, sempre a causa dell'eccessivo calore, l'aria sarebbe stata corrotta, perdendo quell'elasticità indispensabile per garantire la sopravvivenza di un essere vivente. Quest'ultima critica venne in seguito sostenuta anche da **Guy Lussac**, il quale dimostrò che i cibi conservati dall'industriale Nicolas Appert³, secondo i principi di Spallanzani, erano sì indenni da ogni deterioramento, ma ciò era dovuto semplicemente al fatto che non avevano traccia di ossigeno e quindi era resa impossibile la presenza di qualunque tipo di vita.

Agli inizi dell'800 tra i fautori della generazione spontanea troviamo anche **Lamarck** (1744-1829), il quale nel 1802 sosteneva che, affinché *"i corpi viventi siano effettivamente prodotti di natura, la natura deve aver avuto, e deve ancora possedere, la capacità di produrre alcuni di essi in modo diretto"*. E nel 1809 scriverà: *"La natura ha cominciato, e ricomincia ancora tutti i giorni, col formare i corpi organici più semplici: essa forma direttamente solo questi, e cioè i primi abbozzi di organizzazione, che designiamo con l'espressione di generazioni spontanee."*

Louis Pasteur (1822 – 1895)

Il problema verrà ripreso, nella seconda metà dell'800, da Pasteur. La produzione di bevande alcoliche, antica di migliaia di anni, era ancora sconosciuta, nel secolo scorso, dal punto di vista scientifico. Si sapeva che la fermentazione dell'uva poteva prendere una strada imprevista, e allora il vino si trasformava in aceto, (i produttori parlavano di "malattia del vino"), così come il latte poteva inacidire. Dopo aver studiato la fermentazione⁴ alcolica, ed essersi convinto dell'origine biologica del fenomeno, legato all'azione dei *fermenti*, Pasteur passa a studiare l'irrancidimento



³ Servendosi dei metodi di sterilizzazione inventati da Spallanzani, Appert, su richiesta di Napoleone, che doveva risolvere il problema della conservazione delle derrate alimentari durante le lunghe campagne di guerra, inventò un metodo di conservazione dei cibi tuttora in uso col nome di appertizzazione.

⁴ La fermentazione è un processo anaerobio, durante il quale l'acido piruvico prodotto dalla glicolisi, processo anch'esso anaerobio, viene trasformato in etanolo e CO₂ (fermentazione alcolica) oppure in acido lattico (fermentazione lattica) Curtis, Barnes Invito alla biologia pag. 123

del burro (1857). Osservando campioni di burro rancido al microscopio osserva un microrganismo mobile (i fermenti erano immobili), di cui intuisce il metabolismo in assenza di ossigeno (tale elemento era fino ad allora ritenuto da tutti indispensabile alla vita, mentre adesso mostra una azione tossica). Conia quindi i termini **aerobiosi** (vita in presenza di ossigeno) ed **anaerobiosi** (vita in assenza di ossigeno), tuttora utilizzati e fonda la **microbiologia**.

Essendo convinto che i fermenti si trovino nell'aria e che da questa si depositino sulle sostanze che poi trasformano, Pasteur si trovò coinvolto nel dibattito che si svolgeva alla metà dell'800 sulla generazione spontanea. All'epoca nessuno sosteneva più che gli esseri viventi visibili ad occhio nudo potessero sorgere in modo improvviso e senza la presenza di un genitore. Il problema rimaneva invece aperto per quel che riguardava i microrganismi, cioè gli esseri talmente piccoli da potersi osservare solo al microscopio, che erano responsabili del deperimento degli alimenti e della putrefazione.

Nel 1859 il naturalista Felix-Archimede Pouchet (1800-1872), pubblicava una lunga opera dal titolo *Hétérogénie ou traité de la génération spontanée*, il cui scopo dichiarato era dimostrare la generazione spontanea sulla base di esperimenti inconfutabili.

Nuovi organismi viventi possono, secondo Pouchet, derivare dalla materia che era stata vivente. La riproposizione di questo problema spinse l'Académie des Sciences ad istituire nel 1860 un premio per il migliore tentativo "realizzato con esperimenti ben condotti, di gettare nuova luce sulla questione della cosiddetta generazione spontanea". L'esperimento svolto al riguardo da Pasteur impiegò un apparato molto semplice, ma geniale, costruito in modo tale da non poter più dar adito a dubbi sulla possibilità che il *principio attivo* possa essere distrutto dal calore o soffocato per mancanza di aria.

Precedenti esperimenti gli avevano infatti rivelato che dei microrganismi possono derivare da particolari cellule chiamate spore. Egli fece allora l'ipotesi che le piccolissime spore siano trasportate assieme al pulviscolo dell'aria: finché esse restano nell'aria sono inattive, ma non appena vengono a trovarsi in un ambiente contenente le sostanze indispensabili alla crescita, ad esempio in un'infusione, ridiventano attive e danno origine a microrganismi, che si moltiplicano poi rapidamente. Pasteur pensò quindi che, per dimostrare che anche nel caso dei microrganismi non vi era generazione spontanea, occorreva impedire che le spore venissero a contatto con l'infusione. I suoi avversari insistevano però sul fatto che, affinché i risultati ottenuti avessero valore, era necessario che l'aria potesse raggiungere rapidamente l'infusione. Si trattava perciò per Pasteur di risolvere un non facile problema pratico, quello di lasciare entrare nel recipiente contenente l'infusione l'aria ma non le spore.

Egli costruì personalmente dei contenitori di vetro con un lungo collo ricurvo (detti, per la loro forma, "palloncini a collo di cigno"), all'interno dei quali veniva riposta la soluzione nutritiva, che era fatta bollire per più di un'ora, lasciando che il vapore uscisse liberamente dall'orifizio terminale del collo ricurvo. In tal modo tutti i microrganismi presenti nell'infusione sarebbero stati uccisi, e inoltre il vapore d'acqua che si sviluppava durante l'ebollizione avrebbe ucciso le spore eventualmente presenti sulle pareti interne della boccia e del collo di vetro. Naturalmente l'aria che sarebbe entrata liberamente nella boccia, quando questa si fosse raffreddata, avrebbe potuto contenere spore frammiste al pulviscolo: tuttavia Pasteur prevede che tali spore sarebbero rimaste intrappolate nella parte iniziale, ricurva, del collo e non sarebbero riuscite a penetrare fin nella boccia. Infatti anche a distanza di diversi mesi l'infuso si conservò limpido, a dimostrazione che



non erano presenti germi di alcun genere, mentre sul tratto più esterno del collo si poteva notare la presenza di polveri e microrganismi, evidentemente entrati fin lì dall'apertura terminale.

L'esperimento di Pasteur era semplice e completo, proprio come dovrebbero essere gli esperimenti per apparire convincenti, e rispondeva in modo chiaro e inequivocabile alle obiezioni avanzate dai sostenitori dell'abiogenesi. Questi infatti sostenevano che, bollendo il brodo per lungo tempo, veniva distrutto il *principio attivo* e la vita non avrebbe più potuto svilupparsi. Pasteur dimostrò invece che un eventuale *principio attivo* presente nella materia non veniva danneggiato dal lungo e intenso riscaldamento. Infatti, rompendo con un secco colpo il collo ritorto, e ponendo il liquido nutritivo a diretto contatto con l'aria, dopo poche ore lo stesso si intorbidiva per la presenza di spore e germi che poi avrebbero continuato a svilupparsi. Inoltre Pasteur, come già detto, lasciando aperto il suo recipiente con il collo ricurvo e consentendo all'aria di entrare e uscire liberamente, seppure attraverso un lungo e tortuoso percorso, sparse sul nascere le obiezioni di coloro i quali sostenevano che il *principio attivo*, senza aria, era impedito nella sua attività.

Caddero così le ultime obiezioni dei suoi avversari e rimase dimostrato senza ombra di dubbio che, come tutti gli altri esseri viventi, anche i microrganismi non derivano da materia non vivente. Fu così scartata definitivamente l'ipotesi della possibilità di una generazione spontanea, mentre si affermò la già citata **teoria della biogenesi**, secondo la quale, nelle condizioni attuali della Terra, tutti gli esseri viventi hanno origine da altri esseri viventi.