



Vedere, guardare.

Dal microscopio alle stelle, viaggio attraverso la luce

Piero Bianucci, *UTET*, in libreria dal 20 gennaio 2015

Pagine 384

UN ASSAGGIO

C'era una volta, 5 miliardi di anni fa, una nebulosa, una delle tante sparse nella Via Lattea, la nostra galassia. Forse per l'innesco dato dall'esplosione di una supernova, la nube di gas e polveri incominciò a collassare, prima lentamente poi sempre più fretta, fino a quando il calore sviluppato dalla compressione gravitazionale raggiunse i 15 milioni di gradi, e allora si accese una stella: il Sole. La sua luce rischiarò i resti della nebulosa addensati in pianeti, alcuni rocciosi, altri fatti soprattutto di gas.

Il terzo pianeta roccioso in ordine di distanza dal Sole aveva un ambiente adatto alla vita.

L'occhio che esplorarono Alhazen, Keplero, padre Scheiner e poi tanti altri scienziati è il punto d'arrivo (provvisorio) di un dialogo che su questo pianeta luce e materia iniziarono miliardi di anni fa sotto la regia della fisica e della chimica. Uno dei primi risultati del dialogo fu la fotosintesi, ed è rimasto il più importante.

La fotosintesi divide i viventi in due grandi categorie: gli autotrofi, capaci di nutrirsi autonomamente utilizzando sostanze minerali e luce solare, e gli eterotrofi, che per nutrirsi dipendono da sostanze organiche prodotte dagli autotrofi tramite la fotosintesi. Il regno animale, in quanto eterotrofo, campa a spese di quello vegetale. Dunque la fotosintesi è il primo anello di ogni catena alimentare. Purtroppo è poco efficiente: i cloroplasti utilizzano l'uno per cento della luce che ricevono. Per un confronto, le migliori celle fotovoltaiche oggi raggiungono una resa del 40 per cento.

Possiamo considerare la clorofilla come un sensore di luce, un "occhio" primordiale comparso un miliardo di anni prima degli occhi veri. Ma la clorofilla è soprattutto una meravigliosa macchina chimica che, usando come carburante la luce del Sole, nel corso di un anno converte in carboidrati 1000 miliardi di tonnellate di anidride carbonica tratta dall'atmosfera, liberando come sottoprodotto 700 miliardi di tonnellate di ossigeno.

Sulla fotosintesi non basterebbe un libro, ci vorrebbe una biblioteca. Quindi ce la caveremo con poche righe inversamente proporzionali alla sua importanza.

Con questa reazione chimica le piante trasformano acqua e anidride carbonica in ossigeno e zuccheri. L'ossigeno va ad arricchire l'aria, gli zuccheri sono la riserva energetica della pianta, racchiusa nei legamici chimici zuccherini. A questa riserva attinge ogni altra forma vivente. Sono le piante a preparare il pranzo per tutti. E i carnivori i peggiori dilapidatori. Occorrono decine di tonnellate di foraggio per far crescere un vitello di un quintale dal quale ricaveremo pochi chilogrammi di bistecche. L'ecologo Raymond Lideman, scomparso nel 1942 a 27 anni, nella sua vita breve ha lasciato il segno: fu il primo ad attirare l'attenzione sulle catene alimentari. Negli oceani, fitoplancton e alghe sono il pasto di molluschi e piccoli pesci che a loro volta danno sostentamento a pesci più grandi e così via. Catene alimentari simili funzionano negli ecosistemi di

terraferma. Fino alle specie che occupano i gradini superiori della piramide biologica. I resti di piante, microorganismi, insetti, molluschi, pesci, erbivori, carnivori etc., oltre a nutrire centomila specie di funghi e miriadi di microorganismi spazzini, nel corso di centinaia di milioni di anni hanno accumulato i giacimenti di carbone, petrolio, metano. Possiamo vedere la biologia come un formidabile impianto di riciclaggio.

La classificazione moderna divide i viventi in cinque regni. Con il latino caro al vecchio Linneo, sono *Monera, Protista, Plantae, Fungi e Animalia*. Rispetto alla massa della Terra quella totale di tutti questi esseri viventi è un centomiliardesimo. Restando fermi all'ingenua divisione in vegetali e animali, potremmo parlare di due regni e una dittatura: i vegetali sono il 97,5% della biomassa, gli animali il 2,5. Al marginale 2,5% i 7,3 miliardi di umani contribuiscono con lo 0.022 per cento, ma poiché nel bene e nel male stiamo cambiando l'ecosistema, possiamo considerarci i dittatori che hanno assoggettato gli altri regni.

Mentre Galileo metteva il Sole al centro del sistema planetario e scopriva i satelliti di Giove, le piante erano un mistero. Jean Baptiste van Helmont (1579-1644), alchimista e medico che di Galileo fu contemporaneo, eseguì un esperimento dal risultato imbarazzante: mise una pianticella in un vaso, la fece crescere per cinque anni, poi pesò la terra del vaso e la pianta: il peso della pianta era aumentato di 164 libbre, quello della terra era diminuito solo di 2 onces. Da dove veniva tutta quella sostanza vegetale? In buona parte dall'energia solare e dall'anidride carbonica dell'atmosfera. Come dirà Jacob Moleschott tre secoli dopo, "la vita è aria tessuta con la luce".

La vita è un miracolo della luce e perché il miracolo si compia la parola magica è clorofilla. Questa molecola è il laboratorio in cui avviene la fotosintesi. Pierre-Joséph Pelletier e Jean-Bienaimé Caventou la isolarono e battezzarono nel 1817. Il fisiologo polacco Daniel I. Arnon nel 1954 estrasse i cloroplasti da una foglia di spinacio e dimostrò che da soli potevano compiere l'intera sequenza chimica della fotosintesi. Fu una tappa importante di una corsa a staffetta che si prolungò per tutto il secolo scorso. Richard Willstaetter nel 1915, Melvin Calvin nel 1961, Robert Burns Woodward nel 1965 e Johann Deisenhofer, Robert Huber e Hartmut Michel nel 1988 vinsero il Nobel per aver segnato progressi nella comprensione della fotosintesi clorofilliana.

Ridotto all'essenziale, il meccanismo base della biologia è semplicissimo: 6 molecole di anidride carbonica (CO₂) reagiscono con 6 molecole di acqua (H₂O) dando una molecola di zucchero (C₆H₁₂O₆, glucosio) e sei molecole di ossigeno (O₂). La "dolce vita" di Dante e di Fellini è in realtà una vita dolce.

La Terra è ricca di acqua e di anidride carbonica. Ma poiché non esistono bar dove i panini siano gratis, perché si formi lo zucchero è necessario un contributo extraterrestre: la luce del Sole, un fiume di fotoni che, investendo la clorofilla, scindono l'acqua in ossigeno e idrogeno: più precisamente, per produrre la molecola di zucchero risultante dalla reazione appena descritta, il Sole deve mettere di suo 48 fotoni, ciascuno con una energia di 1,86 elettronvolt (eV), corrispondente alla luce solare con lunghezza d'onda di 0,68 millesimi di millimetro (siamo nel profondo rosso, per citare un film di Dario Argento).

La scissione delle molecole di acqua è banale, si può fare con una pila e due fili di rame immersi in un bicchiere, dal catodo (polo negativo) gorgoglierà idrogeno, dall'anodo (polo positivo), ossigeno. Purtroppo difficilissimo è capire come ciò avvenga nelle piante. Persino il chimico Primo Levi nel racconto "Carbonio" che chiude il suo libro più bello, "Il sistema periodico", inciampa in un equivoco:

“il nostro atomo di carbonio entra nella foglia, collidendo con altre innumerevoli (ma qui inutili) molecole di azoto e di ossigeno. Aderisce ad una grossa e complicata molecola che lo attiva, e simultaneamente riceve il decisivo messaggio dal cielo, sotto la forma folgorante di un pacchetto di luce solare: in un istante, come un insetto preda del ragno, viene separato dal suo ossigeno, combinato con idrogeno e (si crede) fosforo, ed infine inserito in una catena, lunga o breve non importa, ma è la catena della vita.”

Scrivendo che la luce solare attiva l'anidride carbonica, Primo Levi suggerisce che l'ossigeno liberato dalla fotosintesi venga dall'anidride carbonica. Invece viene dall'acqua, e questo dato è il primo passo per capire la fotosintesi. L'errore ha alcune attenuanti. Con quel “si crede” infilato tra parentesi Primo Levi comunica la problematicità della questione e i dubbi della scienza. Inoltre va detto che la provenienza acqua dell'ossigeno rilasciato nella fotosintesi fu individuata nel 1960. E' vero che “Il sistema periodico” è di quindici anni dopo, ma sappiamo anche che “Carbonio” fu il primo episodio concepito e in parte scritto dal giovanissimo Primo Levi, quando ancora non era finito in un lager nazista, e all'epoca la conoscenza della fotosintesi era grossolana. Neppure oggi, del resto, si può dire che sia del tutto soddisfacente.

Fu Robert Hill in un articolo su “Nature” del 1960 a descrivere la fotosintesi come una reazione a due stadi che nella molecola di clorofilla fanno capo a due fotosistemi distinti. Una particella di luce colpisce il Fotosistema I facendo salire un elettrone a un livello energetico più alto. L'energia dell'elettrone diminuisce a cascata compiendo alcuni piccoli passi molecolari che forniscono l'energia necessaria per produrre ATP (adenosina trifosfato). Alla fine della caduta, l'elettrone approda al Fotosistema II dove un altro fotone lo fa rimbalzare ad un livello energetico ancora più alto: di qui viene trasferito a una molecola di anidride carbonica, avviando la formazione dello zucchero.