

Mark Haw

Nel mondo di mezzo

Il moto browniano tra materia e vita
traduzione di Luisa Doplicher

Chiavi di lettura a cura di
Lisa Vozza e Federico Tibone

indice

1. Piccole cose che non stanno mai ferme	5
2. La scoperta accidentale del mondo di mezzo	21
3. Giardini di delizie, frutteti di determinismo	45
4. Dalla rivoluzione industriale... al risotto	63
5. Giganti della statistica	83
6. Narratori e filosofi, il tempo e la realtà	113
7. Una teoria del mondo browniano	125
8. Dalle palline di gomma agli atomi	149
9. Dalla materia alla vita	169
10. In catene nel mondo di mezzo	175
11. Macchine della vita	207
12. Dominatori del mondo di mezzo	233
13. L'agitazione perenne della materia e della vita	251
<i>Ringraziamenti</i>	262
<i>Lecture consigliate</i>	263
<i>Indice analitico</i>	266

Piccole cose che non stanno mai ferme

Un giorno di giugno dell'anno 1827, in un appartamento di Soho, a Londra, un botanico scozzese cinquantatreenne di nome Robert Brown iniziò a guardare nel suo microscopio. Sotto la lente aveva posto una goccia d'acqua che conteneva granuli di polline estratti da un fiore di *Clarkia pulchella*, una pianta nordamericana della famiglia delle onagracee.

Quello che Brown vide avrebbe finalmente risolto un rompicapo vecchio di duemila anni – il mistero di che cosa costituisca la materia – anche se la soluzione sarebbe giunta soltanto ottant'anni dopo, quando il botanico scozzese era già morto da tempo.

Ma in realtà in quel giorno di giugno, mentre scrutava nel microscopio, Brown non stava pensando alla materia. Si era posto un problema diverso: pensava alla vita, e in particolare alla riproduzione delle piante.

La goccia d'acqua era piena di granuli di polline. Brown si era chiesto: come funziona l'impollinazione? Come fanno queste minuscole particelle a diffondere il messaggio della vita da una pianta all'altra? Che cosa sono, dove vanno, che ruolo svolgono?

Brown passò tutta l'estate a lavorare al microscopio, eseguendo osservazioni scrupolose che trascriveva con cura. Quando la calura di agosto aveva ormai ceduto il passo alla dolce fruttuosità di settem-

bre, egli dovette riconoscere che aveva fallito. Quei tre mesi di esperimenti non gli avevano insegnato nulla di nuovo sulla riproduzione delle piante. Concluse con delusione che, per strano e inspiegabile che fosse, ciò che aveva visto al microscopio non aveva proprio niente a che fare con la vita.

Aveva ragione. Ma aveva anche torto.

Questa è la storia di come alcuni granelli di polline, osservati con tanta meticolosità da un botanico scozzese nell'estate del 1827, hanno dapprima rivoluzionato ciò che sappiamo della materia, e oggi stanno rivoluzionando ciò che sappiamo della vita.

Il sesso nelle piante

Brown era sempre stato un appassionato di piante; era cresciuto perlustrando le colline scozzesi a caccia di nuove specie. Pur non avendo titoli di studio in botanica, divenne un esperto di fama mondiale nel campo. Era un uomo energico dai lineamenti molto espressivi, sempre vestito con grande semplicità in pantaloni e cappotto neri, ed era dotato di un umorismo frizzante che di solito nascondeva dietro una timida riservatezza.

Molto prima che Charles Darwin partisse per il suo memorabile viaggio di scoperta, anche Brown aveva girovagato per gli angoli più remoti del globo, raccogliendo ogni sorta di tesori botanici sconosciuti. Ma nel 1827 ormai non si avventurava più in viaggi per mare e la sua curiosità si era concentrata sulla riproduzione delle piante.

Gli scienziati sapevano che il polline svolgeva un qualche ruolo, ma nessuno capiva di preciso quale. Il pulviscolo di polline che ci ritroviamo sui vestiti, o che rimane attaccato alle zampe di un'ape, è in realtà composto di tantissimi granuli, così piccoli che si possono vedere soltanto al microscopio: misurano circa un millesimo di millimetro, meno di un cinquantesimo dello spessore di un capello sottile.

Brown e i suoi contemporanei sapevano che i minuscoli granellini di polline sono essenziali nella riproduzione delle piante: in qualche modo i vegetali li usano per scambiare caratteri con i propri simili e dar luogo alla generazione successiva. Ma ciò che non sapevano è dove vadano le particelle di polline, e come portino la scintilla in grado di creare nuova vita.

Con il suo microscopio Brown faceva parte di una nuova stirpe di botanici apparsa verso l'inizio dell'Ottocento. In una trentina d'anni di lavoro si era guadagnato la fama di essere tra i migliori botanici dell'epoca. Per lo più svolgeva le attività tradizionali dello studioso di piante: identificare, descrivere, catalogare e ordinare la sorprendente varietà di specie che ricopre il globo. Ma fu anche uno dei pionieri di un nuovo approccio alla botanica. Non gli bastava catalogare e classificare: voleva sperimentare, osservare, vedere con i propri occhi.

Nel corso degli anni Brown si costruì una straordinaria reputazione parallela come esperto di lenti. Uno dei tanti che gli chiesero consigli sui microscopi, intorno al 1830, fu il giovane Charles Darwin che si preparava a imbarcarsi sul *Beagle* come naturalista di bordo.

Così in quel giorno di giugno del 1827 Brown disse nella goccia d'acqua sotto la lente del suo microscopio alcuni granuli di polline di *Clarkia pulchella*. Sperava di poter scoprire qualche cosa in più sull'impollinazione. Invece stava puntando dritto al cuore della materia.

«*I observed many of them very evidently in motion...*»

«Ne ho osservate una moltitudine in moto evidentissimo...»: tutto cominciò con questa semplice osservazione, che avrebbe avuto ripercussioni nel mondo della scienza per i duecento anni successivi.

Brown si aspettava di vedere al microscopio una sospensione calma e immobile di particelle, di trovare sotto la lente polline fermo e tranquillo nella goccia d'acqua, in paziente attesa di essere guardato, studiato, descritto e classificato. Ma vide subito che lo studio delle particelle di polline non sarebbe stato così semplice: non stavano affatto ferme.

Si muovevano in ogni direzione, anzi non si limitavano a muoversi: *danzavano*. Saltavano su e giù, zigzagavano avanti e indietro, vorticavano come in balia di un invisibile ciclone microscopico. E per quanto a lungo Brown rimanesse a guardarle, la folle danza delle particelle di polline proseguiva senza un momento di pausa. Non avevano proprio alcuna intenzione di stare ferme.

Per quanto ne sapevano gli scienziati all'inizio dell'Ottocento, l'unica cosa in grado di dar luogo a movimenti spontanei, continui e in apparenza casuali

era la vita. Doveva trattarsi di esseri viventi. A Brown vennero in mente gli *animalcula*, cioè i protozoi, le minuscole creature acquatiche che – lo si sapeva fin dalle prime osservazioni al microscopio – si muovono in quel modo.

Ma potevano davvero essere vive, quelle particelle di polline, visto che erano molto più piccole del più minuscolo protozoo? Erano forse le unità viventi più piccole e fondamentali, gli «atomi» della vita? Forse era questo il segreto della riproduzione delle piante: durante l'impollinazione venivano trasmessi i portatori microscopici della vita.

La prima ipotesi di Brown fu proprio che le particelle di polline fossero vive. Ma Brown era uno scienziato meticoloso, non gli bastava concepire un'idea e poi sedersi in poltrona ad ammirarla. Nelle settimane seguenti condusse ricerche ad ampio raggio, esaminando al microscopio il polline di un gran numero di specie vegetali e – cosa più importante – anche campioni di sostanze che sapeva non essere organiche, come frammenti di minerali e particelle di fuliggine. Praticamente tutto ciò che gli capitava sotto mano veniva tritato, mescolato a qualche goccia d'acqua e infilato sotto la lente del microscopio.

E dunque la danza del polline era una prova dell'esistenza di minuscoli atomi di vita? Quelle che fluttuavano sotto la lente del microscopio erano davvero le unità fondamentali della vita?

No.

Perché, come Brown ebbe modo di vedere, danzavano anche le cose morte.

Fuliggine, sabbia, minerali, metalli. Anche la polvere più sterile danzava, né più né meno che le particelle di polline di *Clarkia pulchella*. Ogni cosa danzava, purché fosse abbastanza piccola. La danza dei granuli di polline non era dovuta a una microscopica forza vitale: quelli non erano gli atomi della vita.

E fu così che andò in fumo un'idea sbalorditiva. Niente di grave, la scienza è piena di delusioni passeggera. C'era comunque *qualcosa* che faceva danzare senza sosta il polline, la polvere e la fuliggine. E anche se non aveva a che fare con la biologia, era interessante lo stesso: dopotutto c'era una mole consistente di osservazioni in merito, raccolte da Brown in tre mesi interi di lavoro... Così, come si è sempre fatto nella storia della scienza, anche quando i risultati sono negativi, Brown pubblicò.

Il suo resoconto degli esperimenti svolti nell'estate del 1827 divenne un articolo sulla rivista britannica *Philosophical Magazine*, intitolato «Breve relazione sulle osservazioni microscopiche eseguite nei mesi di giugno, luglio e agosto 1827 sulle particelle contenute nel polline delle piante, e sull'esistenza in generale di molecole attive nei corpi organici e inorganici».

All'inizio ci fu un'effimera ondata di entusiasmo, dovuta al diffondersi di voci secondo cui Brown aveva davvero trovato gli «atomi della vita». Ma a parte questo la storia del polline danzante non fece di Brown una celebrità. Nei cinquant'anni successivi i suoi esperimenti rimasero per lo più ignorati e dimenticati. E anche quando qualcuno se ne ricordava, venivano profondamente fraintesi.

Il muscolo danzante

Facciamo ora un salto in avanti di centosessant'anni, fino agli anni Novanta del Novecento. E dalle particelle di polline passiamo alle proteine dei muscoli.

L'energia chimica è immagazzinata in tutta la materia attorno a noi, ma da sola non basta a produrre movimento: per muoversi servono i muscoli. Possiamo spostarci, camminare e sollevare oggetti grazie ai muscoli collegati alle ossa, i cosiddetti muscoli scheletrici. Un muscolo scheletrico è un fascio di fibre fatte di lunghi filamenti formati dalla proteina *actina* e connessi alle ossa e alle articolazioni per mezzo dei tendini. Quando usiamo un muscolo, i filamenti di actina si contraggono e tirano i tendini che, a loro volta, tirano le ossa: così, grazie alle articolazioni, lo scheletro può muoversi.

Ma che cosa fa contrarre i filamenti di actina? A questi filamenti sono intrecciate catene formate da un'altra proteina specializzata, la *miosina*. Per mettere in tensione un muscolo le catene di miosina afferrano chimicamente il filamento di actina più vicino e lo stratonano, in una sorta di tiro alla fune microscopico. I filamenti di actina contraendosi tirano i tendini, i tendini tirano le ossa e il corpo si muove, solleva oggetti, si alza o salta.

Naturalmente usare i muscoli richiede energia. La miosina deve sfruttare l'energia chimica per produrre la forza necessaria a tirare i filamenti di actina.

L'energia per i processi biologici è fornita di solito da una sostanza chiamata *adenosina trifosfato* o ATP. Quando la molecola di ATP si trasforma in *adenosina*

difosfato, o ADP, essa rilascia una parte della propria energia chimica, che diventa disponibile per altri usi. Così ogni molecola di miosina usa l'energia chimica contenuta in una molecola di ATP per generare movimento meccanico e tirare il filamento di actina adiacente*.

Ma come funziona in realtà questo processo microscopico? Il modello più semplice vede il muscolo più o meno come una normale macchina a ingranaggi, che segue precise regole meccaniche: una molecola di miosina riceve una molecola di ATP, la «brucia» e usa l'energia chimica così liberata per dare un singolo strattone al filamento di actina adiacente: si sposta lungo il filamento e, così facendo, lo porta a contrarsi nella direzione opposta. Mettiamo insieme un gran numero di queste coppie miosina-actina ed ecco un muscolo: miriadi di molecole di miosina che tirano filamenti di actina, che a loro volta tirano tendini e ossa. Ci muoviamo insomma grazie a un minuscolo tiro alla fune.

Il lato attraente di questo modello meccanico del muscolo è la sua somiglianza con le macchine della nostra vita quotidiana: si immette un'unità di carburante, la miosina fa un passo e tira un filamento di actina; un'altra unità di carburante, un altro passo, un altro strattone... proprio come le macchine che conosciamo bene, per esempio il motore a combustione

* Nel corso di una giornata il corpo di una persona sedentaria sintetizza e poi «brucia» fino a 40 kg di ATP. Un maratoneta può utilizzarne la stessa quantità in un'ora circa.

interna di un'automobile, dove i pistoni spinti nei cilindri fanno girare l'albero a camme, generando movimento a ciclo continuo.

Con questa immagine familiare pare di poter comprendere un processo biologico complicato, il funzionamento dei muscoli, nello stesso modo in cui un meccanico analizzerebbe gli ingranaggi sotto il cofano di una Ferrari. Forse la vita non è altro che ingegneria in scala ridotta: basta prendere le nostre macchine grandi e rimpicciolirle fino al mondo del minuscolo, delle cellule.

Il problema è che questa rappresentazione meccanica del muscolo, per quanto attraente nella sua quotidiana semplicità, è sbagliata.

Come Robert Brown nel lontano 1827, è raro che gli scienziati si dichiarino soddisfatti finché non vedono le cose con i propri occhi. Nel caso delle proteine dei muscoli (e di molti altri processi cellulari) intorno al 1990 i ricercatori hanno incominciato a sfruttare le tecniche più moderne per osservare «in diretta» l'effettivo comportamento delle molecole. Così è diventato possibile riprendere una molecola di miosina in azione, fotografando la macchina muscolare in movimento.

Fra questi ricercatori c'era un gruppo diretto da Toshio Yanagida all'università di Osaka, in Giappone. Yanagida voleva misurare che cosa accade davvero quando si fornisce ATP alla miosina. Per cercare di capire in dettaglio la chimica che regola il funzionamento delle proteine muscolari, voleva vedere una

singola molecola di miosina spostarsi lungo un filamento di actina.

Il gruppo di Yanagida ha sviluppato metodi per osservare i movimenti di singole molecole proteiche mentre ricevono energia sotto forma di ATP. Per esempio stratagemmi come rendere fluorescenti le molecole, così che quando un laser le illumina esse brillano al microscopio come fari molecolari, segnalando la propria posizione e i propri movimenti. Oppure fissare alle estremità dei filamenti di actina minuscole sferette da usare come «maniglie»: la pressione della luce di un laser focalizzato sulle sferette tiene fermo il filamento di actina, mentre lungo di esso si muovono le molecole di miosina rifornite di energia dall'ATP.

In questo modo Yanagida e il suo gruppo sono riusciti a rilevare e misurare i minuscoli passi che una singola molecola di miosina compie lungo il filamento di actina, tenendo fermo il filamento e fornendo alla miosina molecole di ATP.

E ciò che hanno osservato ha mandato all'aria il modello del muscolo come ingranaggio meccanico.

Dopo aver ricevuto il carburante, la molecola di ATP, la miosina infatti non reagisce sempre spostandosi di un solo passo lungo il filamento di actina adiacente. Talvolta avanza di due, tre o persino cinque passi. A volte fa addirittura un passo indietro, tirando nella direzione sbagliata. La molecola di miosina sembra danzare in modo quasi casuale lungo il filamento di actina, come un funambolo nervoso.

Ma c'è di più: una stessa molecola non si comporta

sempre allo stesso modo. A volte fa alcuni passi di danza in avanti, a volte indietro; altre volte non si sposta affatto. Confrontando diverse molecole di miosina in condizioni identiche, il gruppo di Yanagida ha ottenuto di nuovo risultati quasi casuali: molecole diverse fanno un numero diverso di passi per ogni unità di carburante.

Questo singolo esempio, preso da solo, potrebbe sembrare poco significativo. La biologia è piena di stranezze: gli esseri umani e le piante sono entità così complesse che di rado le cose vanno proprio come uno si aspetta. Tuttavia nel frattempo i biologi hanno scoperto che la stessa storia si ripete in microscopici processi biologici di ogni genere.

L'agitazione incessante delle molecole non caratterizza soltanto i muscoli. Una quasi-casualità analogica, caratterizzata da disordine e imprevedibilità, sembra essere fondamentale per molti altri processi cellulari essenziali per la vita: il ripiegamento delle proteine nelle loro precise forme funzionali, il trasporto di sostanze chimiche all'interno della cellula, il funzionamento degli enzimi e perfino quello delle molecole di DNA. I ricercatori che studiano i meccanismi fondamentali della vita sono costretti a fare i conti con un mondo disordinato, casuale e all'apparenza imprevedibile.

Come è possibile che la vita funzioni, quando così tante delle sue macchine microscopiche sembrano contagiate dalla casualità? Che razza di ingegnere costruirebbe macchine del genere? Non dovrebbe esserci un sistema migliore, più efficiente e affidabile?

Eppure gli scienziati hanno iniziato a constatare che le macchine della vita non hanno alternative. È inutile opporsi, perché l'agitazione continua è inevitabile.

Il mondo di mezzo

Che cosa hanno in comune con i pollini quei filamenti muscolari che non stanno mai fermi? Le dimensioni.

Le dimensioni, si sa, hanno la loro importanza. Come aveva dimostrato Brown, non erano soltanto le particelle di polline a danzare in quel modo inaspettato e incessante. Danzavano anche i granuli di minerali e argilla, il pulviscolo di carbone (disponibile in abbondanza nella Londra del 1827) e i granelli di sabbia. E ciò che tutti quegli oggetti danzanti avevano in comune erano le dimensioni.

I più piccoli misuravano poco meno di un millesimo di millimetro, mentre i più grandi raggiungevano forse cinque o dieci millesimi di millimetro. Rientravano tutti in questo intervallo, all'incirca da un centesimo a un decimo dello spessore di un capello umano. Sono dimensioni molto particolari perché quello che succede agli oggetti di questa grandezza, a questa scala della realtà, riguarda tutti noi: determina ciò che siamo e il modo in cui funzioniamo.

Si dà il caso infatti che nell'universo molti oggetti importanti abbiano queste dimensioni: le cellule, il DNA, i virus, le gocce di grasso sospese in acqua che formano il latte, le molecole filamentose dello shampoo che ci strofiniamo sulla testa quando ci laviamo i capelli, e le ingegnose molecole dotate di testa e coda

che formano il sapone, per fare soltanto alcuni esempi. L'elenco include anche le irrequiete molecole di miosina colte nel loro nervoso equilibrio da Toshio Yanagida e dal suo gruppo di ricercatori a Osaka.

Questo libro è la storia dell'universo alle scale comprese tra un centesimo e un decimo dello spessore di un capello umano. Un universo che ho chiamato *mondo di mezzo*.

Per Brown il mondo di mezzo fu una sorpresa. Già prima di lui correva voce che al microscopio si potessero scoprire cose strane, ma il botanico scozzese fu il primo a esplorare sul serio quel nuovo territorio. Vedremo che tanti scienziati, persino i più eminenti, non avevano mai sospettato che a quella scala intermedia potesse succedere alcunché di importante.

E il mondo di mezzo continua a ricevere poca attenzione ancora oggi, duecento anni dopo gli esperimenti di Brown. Ci sono innumerevoli libri sul mondo degli atomi, sugli strani fenomeni che coinvolgono elettroni e nuclei, quark, superstringhe, incertezza quantistica, fenomeni che avvengono a una scala molto più piccola del millesimo di millimetro tipico dei pollini danzanti di Brown. All'estremo opposto si trovano scaffali interi di libri sull'universo a scale gigantesche: galassie, big bang, buchi neri e tutte le altre diavolerie cosmologiche, enormemente più grandi dei pollini di Brown.

Uno dei messaggi di questa storia è che il mondo che si trova nel mezzo è altrettanto importante e interessante. Molti scienziati lavorano per capire cosa

succede nel mondo di mezzo, e spesso chiamano *mesoscopici* i fenomeni che studiano. Il prefisso *meso-*viene dal greco e significa intermedio: a metà tra la scala *microscopica* dei quark e degli atomi e il mondo *macroscopico* di sabbia, ciottoli, esseri umani, case, pianeti e galassie.

Il mondo di mezzo non è interessante soltanto perché se ne parla poco, ma per una ragione assai più importante: la materia a quelle scale si comporta in modo diverso. Il mondo di mezzo è speciale per via di un singolo aspetto eclatante del comportamento dei suoi abitanti, proprio quello che colpì Brown la prima volta che osservò al microscopio le particelle di polline di *Clarkia pulchella*.

Gli oggetti del mondo di mezzo *sono del tutto incapaci di stare fermi*.

Il cuore irrequieto della materia e della vita

Questo libro dunque è la storia del mondo di mezzo, dove niente sta fermo, e dei suoi abitanti inevitabilmente irrequieti: il che, come gli scienziati stanno iniziando a scoprire, ha un ruolo cruciale per la nostra esistenza. È la storia del cuore irrequieto della materia e della vita.

In questo agitato mondo di mezzo succedono molte cose; ne stiamo ancora scoprendo di nuove quasi duecento anni dopo che Brown lo visitò per la prima volta, in quell'estate del 1827.

La storia del mondo di mezzo ha risvolti molto importanti per le idee moderne sulla materia, la tecno-

logia e la vita, sebbene sia iniziata sul serio ormai due secoli fa e per certi versi risalga all'alba della scienza occidentale, ai tempi dell'antica Grecia, e forse addirittura all'origine della vita, quasi quattro miliardi di anni fa.

È molto più che la storia della perenne agitazione condivisa da pollini e proteine: riguarda anche scienze e personaggi di vario tipo, scoperte accidentali, controversie filosofiche, genio matematico e sperimentazione ostinata. È una vicenda che coinvolge la fisica, la biologia, la botanica e la chimica; e anche la storia, e le persone che si sforzano di capire il mondo che le circonda, alle prese non soltanto con la scienza ma anche con la politica, le filosofie, i pregiudizi, l'ignoranza, la malattia, la disperazione e il caso.

È una storia in cui appaiono i Greci antichi, l'ultimo pittore medievale, i primi scienziati moderni, i pionieri dell'industria e, ovviamente, il nostro intrepido botanico-esploratore che portava sempre con sé il suo microscopio. Vi figurano il terzo scienziato più eminente della storia e un austriaco che con le proprie idee cambiò il mondo, ma poi finì appeso alle travi di una stanza d'albergo. Intervengono anche la scoperta meno famosa ma forse più importante di Albert Einstein, la borsa valori francese e l'amante di Madame Curie. E poi le calze di nylon, i cargo molecolari, le nanotecnologie e i detersivi per piatti. Ah, dimenticavo: anche l'origine della vita.

È la storia di alcuni fra gli sviluppi più entusiasmanti della scienza moderna, ai confini delle nostre conoscenze attuali sulla vita: lo studio di come i siste-

mi viventi abbiano sviluppato la capacità di sfruttare le risorse del mondo circostante, materia ed energia.

Perché ciò che accade nel mondo di mezzo, come gli scienziati stanno finalmente incominciando a capire, quasi due secoli dopo Brown, potrebbe racchiudere uno dei segreti della vita. Ironicamente il botanico scozzese si era messo a osservare il polline di *Clarkia pulchella* per rispondere alla domanda più grande di tutte: come funziona la vita? E sebbene egli fosse giunto alla conclusione che le sue osservazioni non avevano niente a che fare con la biologia, oggi si comincia a pensare che uno dei fattori cruciali che rendono possibile la vita è proprio quello osservato da Brown: l'agitazione incessante e inevitabile del mondo di mezzo.

La scoperta accidentale del mondo di mezzo

Il piccolo Robert nacque nel 1773, quattro giorni prima di Natale. La famiglia Brown si era stabilita a Montrose, una cittadina sulla costa orientale della Scozia, fra Aberdeen a nord e il fiume Tay a sud. James Brown, il padre, era un pastore della Chiesa episcopale scozzese in perenne contrasto con l'*establishment* dell'epoca.

Senza dubbio Robert ereditò alcuni tratti paterni, come la tenacia e il disprezzo per l'autorità. Tuttavia per uno scienziato era essenziale un ingrediente ulteriore, oltre alla creatività e all'indipendenza intellettuale: la curiosità. Da ragazzo Robert ne mostrava in abbondanza. Passò la gioventù a scorrazzare per la campagna; non erano vagabondaggi oziosi, perché esaminava e osservava con attenzione la natura. Stava imparando a leggere l'enciclopedia della vita disseminata in tutto il suo splendore per le colline scozzesi.

Robert ricevette una solida istruzione, prima alla scuola secondaria locale, poi al rinomato Marischal College di Aberdeen, dove studiò la filosofia e la matematica; seguì anche lezioni di botanica, la disciplina che avrebbe dominato la sua vita.

Nel 1790 i Brown si trasferirono a Edimburgo; Robert li seguì e intraprese studi di medicina all'univer-

sità locale, all'epoca centro mondiale della scienza medica. James Brown divenne il capo di un gruppetto di dissidenti locali, tuttavia la sua carriera a Edimburgo non durò a lungo: nel 1791 morì per un colpo apoplettico.

A quel tempo Robert si stava già formando come scienziato. Per essere più precisi, era ben avviato a diventare un botanico.

Una scienza di moda

Alla fine del Settecento la botanica, oltre che una scienza, era una mania collettiva.

Nel ventunesimo secolo discipline come la biologia molecolare, la genetica, la proteomica e la biofisica saranno probabilmente i settori più attraenti delle scienze naturali, con i loro apparecchi ad alta tecnologia, modelli coloratissimi al computer, microscopi e laser potenti. Al contrario la botanica non sembra eccitare granché i giovani intenzionati a diventare biologi. Ma ogni branca moderna della biologia ha un debito enorme verso questa cugina oggi meno eccitante.

Tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento quasi tutti gli europei che ne avessero i mezzi si diletavano di botanica, da professionisti o da amatori. Per esempio la scrittrice George Eliot descrive nel *Diario di Ilfracombe* del 1856 una vacanza passata con il compagno alla ricerca febbrile di campioni vegetali e animali lungo la costa del Devon, nelle pozze d'acqua fra gli scogli. Dovunque si andasse, tra la gente del luogo si trovava sempre un esperto, magari

un parroco o un insegnante, in grado di dare consigli sui metodi migliori, sui recipienti migliori per conservare i campioni, sui posti migliori dove trovare le specie più insolite.

Questa passione collettiva ebbe conseguenze notevoli. Alla fine del Settecento e all'inizio dell'Ottocento tutti quegli appassionati di scienze naturali, raramente professionisti affiliati a musei e orti botanici, più spesso semplici dilettanti pieni di curiosità per i luoghi in cui vivevano, o autenticamente affascinati da quelli che visitavano e dalle cose che vedevano in viaggio, stavano in realtà gettando le basi di una delle più grandi rivoluzioni nella nostra concezione dell'universo: l'evoluzionismo. Senza il loro vasto sforzo di catalogazione sarebbe stato impossibile riconoscere il principio ordinatore dell'evoluzione nell'insieme di specie che ricoprono il pianeta. E allora non avremmo la genetica, non conosceremmo il DNA... in breve, la biologia non sarebbe la scienza che è oggi.

Formazione di un botanico

Arrivato a Edimburgo nel 1790, Robert Brown si mise a seguire lezioni di storia naturale e a girare per raccogliere piante in posti come Leith, in riva al mare, e Musselburgh, poco distante lungo la costa. Durante le vacanze estive faceva escursioni con amici nelle Highlands, sempre con l'obiettivo di raccogliere piante. Frequentava l'orto botanico di Edimburgo, stringendo amicizie con altri entusiasti di flora. Quando ne aveva la possibilità andava a fare cammi-

nate nelle colline scozzesi, accompagnato a volte da Mungo Park, un altro giovane studente. Park sarebbe diventato uno dei più celebri esploratori scozzesi, avventurandosi in regioni dell'Africa mai viste prima da nessun europeo; e Brown non sarebbe stato da meno in un altro continente misterioso, l'Australia.

Robert perlustrava le colline attorno a Edimburgo in cerca di nuove specie, strani muschi ed erbe di campo, e riportava campioni all'orto botanico. A diciotto anni presentò alla Società di storia naturale di Edimburgo un articolo in cui segnalava alcuni errori in quello che all'epoca era il testo di riferimento sulla flora scozzese. Nel 1793 cominciò a redigere un libro di descrizioni di piante, con un'attenzione meticolosa ai dettagli che preannunciava la cura con cui in seguito avrebbe eseguito i suoi esperimenti e il suo lavoro scientifico.

Robert proseguiva i suoi studi di medicina ma senza alcun entusiasmo, e non conseguì mai il diploma finale. Nel mondo moderno, dove si dà tanta importanza ai titoli di studio e ai voti ricevuti agli esami, Robert Brown non avrebbe mai potuto diventare uno scienziato professionista. Ma le sue carenze in termini di qualifiche universitarie erano ampiamente compensate dall'esperienza: quei vagabondaggi giovanili nelle colline scozzesi gli avevano permesso di comprendere in profondità la struttura del mondo vivente. Nel 1793 Robert interruppe gli studi universitari e nell'ottobre del 1794 fu nominato alfiere di un nuovo reggimento di milizia territoriale, i Fifeshire Fencibles, di stanza a Cupar, una cittadina non lonta-

na da St. Andrews, circa cinquanta chilometri a nord di Edimburgo.

Presto Robert fu trasferito in Irlanda con il reggimento. Quell'incarico era un'occupazione pressoché ideale per lui. Malgrado il conflitto crescente fra i protestanti inglesi al potere e i cattolici irlandesi, i Fifeshire Fencibles parteciparono a poche ostilità, e Robert ebbe molto tempo a disposizione per continuare a raccogliere campioni in una landa sconosciuta, piena di nuove sorprese botaniche. Nel maggio del 1795 persino i suoi studi di medicina mai completati si rivelarono utili: fu nominato assistente medico del reggimento.

Ben presto Brown contattò le strutture e gli esperti di botanica disponibili in Irlanda. Nelle sue lettere a vari altri appassionati della materia si trovano dibattiti e discussioni su identificazioni di esemplari, descrizioni accurate di piante e richieste di informazioni riguardo alle pubblicazioni più recenti. Eppure di tanto in tanto egli si lamentava della mancanza di organizzazione della botanica locale: per esempio esistevano pochi «erbari» autorevoli dove poter confrontare i suoi campioni con esemplari già noti e classificati. In una lettera scrisse che le sue condizioni di vita all'epoca non gli avrebbero «mai permesso di essere altro che un dilettante nella Scienza». Mai previsione fu più sbagliata.

Nel 1798, durante un breve viaggio a Londra, riuscì a ottenere una lettera di presentazione all'eminente scienziato Sir Joseph Banks. Brown era spinto da motivazioni del tutto pratiche: voleva studiare i campioni scozzesi della collezione di Banks, all'epoca la più ricca del Paese. Anche durante la permanenza nella capitale

Brown riuscì comunque a fare raccolta di piante, prelevando campioni dai fossi e dalle sponde del Tamigi.

Sir Joseph Banks era un uomo in vista, attivo in vari campi della scienza, membro di molti club e società influenti e amico del re. Da vent'anni era anche presidente della Royal Society, l'illustre associazione degli scienziati britannici. Robert Brown, ventiseienne sconosciuto, aveva dovuto farsi aiutare da due intermediari per avere accesso alle collezioni di Banks nella casa di quest'ultimo, a Soho Square.

Ma era uno sforzo che valeva senz'altro la pena di fare; conoscere Joseph Banks poteva essere molto utile, oltre al vantaggio immediato di poter accedere alla sua collezione botanica. La prima visita di Robert Brown alla casa di Banks si rivelò l'inizio di quella che sarebbe stata una lunga frequentazione.

Joseph Banks era diventato famoso come naturalista di bordo della prima spedizione in Australia del capitano James Cook, trent'anni prima; furono proprio le collezioni di piante raccolte da Banks a ispirare il nome che Cook diede alla famosa Botany Bay. E in seguito fu proprio Banks a inviare Brown a ricalcare le sue orme in un altro viaggio verso il nuovo continente. Proprio l'Australia, all'epoca chiamata ancora Nuova Olanda, fu la terra dove il giovane Robert Brown si fece le ossa come scienziato.

Viaggio verso un Nuovo Mondo

L'anno 1801 non era un momento propizio per trovarsi a cavalcare le onde dell'oceano. L'Inghilterra e

la Francia avevano ingaggiato una lotta disperata per il controllo dei mari, mentre Napoleone devastava l'Europa intera. Soltanto nelle battaglie navali c'erano possibilità di avere la meglio contro la tattica apparentemente infallibile di Napoleone; e lanciare una simile sfida toccò naturalmente alla Gran Bretagna, nazione insulare.

Guerra o no, gli scienziati volevano comunque occuparsi di scienza. Navi sia francesi sia inglesi continuavano a solcare i mari in cerca di nuovi mondi, nuove piante e nuove creature. Già da qualche tempo Sir Joseph Banks accarezzava il progetto di un viaggio di esplorazione verso l'interno del Nuovo Galles del Sud, poiché era convinto che fosse ora di iniziare lo sfruttamento delle risorse naturali della regione. Da una Marina a corto di soldi Banks riuscì a ottenere l'Investigator, una vecchia nave malandata, e un certo capitano Flinders per governarla. Ma nessuna spedizione scientifica poteva essere completa senza un naturalista di bordo.

Robert Brown fu chiamato a far parte della spedizione in Australia più o meno per caso. Nel 1801 Banks era ormai troppo vecchio per rimettersi a girare il mondo. In precedenza aveva arruolato Mungo Park, il vecchio compagno di studi di Brown, per viaggi di esplorazione a Sumatra e in Gambia*. Ma il

* In entrambi questi viaggi Park fu dato per morto, per poi ricomparire inaspettatamente. Finì per morire davvero in Africa nel 1806, scomparendo durante una spedizione pionieristica che scendeva lungo il corso del Niger.

posto mal pagato di naturalista nella nuova spedizione australiana fu rifiutato da Park, che aveva un gran bisogno di denaro perché stava per sposarsi con la figlia di un medico scozzese («un matrimonio per amore, non certo per i soldi» come lo descrisse a Banks una conoscenza comune).

Dopo il rifiuto di Mungo Park il giovane Robert Brown sembrava un ottimo candidato: «È uno scozzese, capace di perseguire il proprio obiettivo con lucidità e costanza» disse un amico di Robert a cui Banks si era rivolto per un consiglio.

Malgrado rinvii, cambiamenti di programma e manovre politiche di ogni tipo, nel dicembre del 1800 Banks scrisse infine a Brown per offrirgli il posto di naturalista in quella che era diventata una missione di rilevamento delle coste, con il progetto di circumnavigare l'intero continente della Nuova Olanda.

All'inizio dell'Ottocento non era nemmeno assodato che l'Australia fosse un singolo continente: alcuni sospettavano che fosse un arcipelago di grandi isole. Il salario di Brown sarebbe stato di quattrocento sterline all'anno. Il viaggio, predispose Banks, sarebbe durato almeno tre anni.

Robert Brown accettò l'offerta a giro di posta. Il 21 dicembre 1800, nel giorno del suo ventisettesimo compleanno, si imbarcò sul postale a Dublino, attraversò il Mar d'Irlanda, camminò fino a Chester e prese la carrozza per Londra. La mattina di Natale del 1800 raggiunse la capitale. Un nuovo mondo e una nuova vita lo attendevano.

Terra Australis

L'Investigator salpò da Portsmouth alle undici di mattina del 18 luglio 1801 e già nel canale della Manica scoprì che il mare era un'arena tutt'altro che pacifica: incrociò quattro navi da guerra della Marina Reale fra cui il *Temeraire*, immortalato in seguito dal pittore J.M.W. Turner. Il giorno seguente navi misteriose spararono colpi contro l'Investigator. Quando all'orizzonte apparve una nave da guerra, però, gli assalitori fecero dietrofront: erano pirati di Guernsey che, viste le poche difese della nave di Brown, avevano provato ad attaccarla. Quel viaggio nell'ignoto non sarebbe stato una passeggiata.

I problemi non erano finiti: la vecchia nave stava già facendo acqua, e l'astronomo di bordo era fuori combattimento per il mal di mare. Fortunatamente Robert Brown, che non aveva mai viaggiato sull'oceano, scoprì di avere un buon piede marino. Presto oltrepassarono le Azzorre e Madeira, diretti a sud, verso il Capo di Buona Speranza.

I membri del contingente scientifico, fra cui l'illustratore botanico Ferdinand Bauer, Brown e il suo giovane assistente Peter Good, svolgevano i propri compiti con entusiasmo, desiderosi di esaminare qualunque creatura si trovasse sul loro cammino. Tirarono fuori dal mare un tipo insolito di tartaruga e ne misurarono con diligenza la temperatura rettale. Remarono per sei ore fino a una delle minuscole isole Desertas, per trovarvi soltanto rocce brulle: non c'era proprio niente che avesse il benché minimo interesse scientifico. Un banco di meduse lumi-

nescenti passò loro accanto mentre si avvicinavano all'equatore.

Il capitano Flinders distribuiva regolarmente succo di lime e zucchero assieme alle razioni di grog, nella speranza di tenere lontano l'incubo peggiore dei marinai, lo scorbuto (il succo di limone avrebbe offerto una protezione più efficace, ma all'epoca gli esperti di medicina erano ancora confusi in materia). All'attraversamento dell'equatore, seguendo la tradizione marinaresca, Flinders si travestì da Nettuno per la rappresentazione in maschera di rito, mentre il resto dell'equipaggio si ubriacò assai poco decorosamente. Gli altri passeggeri, fra cui Robert Brown, non apprezzarono granché la scena. «Come al solito i marinai si sono ubriacati e di notte c'è stata agitazione» scrisse Peter Good nel suo diario.

A ottobre l'Investigator raggiunse Città del Capo. Brown e la sua squadra di scienziati scalarono la Table Mountain; raggiunsero la vetta al tramonto e, sorpresi dal buio e dalla nebbia, corsero grandi rischi sulla via del ritorno.

Brown si trovava nel suo elemento e si dava a una frenetica attività di raccolta. Ma in confronto alla loro destinazione finale, Città del Capo non era che un giardinetto cittadino: nel corso degli anni erano stati svolti così tanti studi sulle piante locali che era rimasto ben poco da scoprire. Ciononostante anni dopo Brown avrebbe descritto i giorni passati sulle montagne attorno al Capo di Buona Speranza come «uno dei periodi più piacevoli nella mia attività di botanico».

L'Investigator ripartì il 5 novembre 1801. Procedette veloce verso est, e il 6 dicembre arrivò in vista della punta sud-occidentale della «Nuova Olanda». La *Terra Australis*, finalmente.

Ora iniziava il vero divertimento. Prima del viaggio di Robert Brown le specie di piante australiane esaminate a dovere erano soltanto quattrocento circa, una percentuale minima delle circa dodicimila specie endemiche oggi conosciute. Alla fine della spedizione Brown da solo riportò in patria più di tremila specie nuove. Nelle prime tre settimane di lavoro attorno alla punta sud-occidentale del continente raccolse cinquecento specie sconosciute. Insieme a Good inoltre vide molti animali, fra cui ovviamente i canguri, ma anche nuove specie di uccelli e molti insetti.

Trovarono anche esseri umani, gli aborigeni. Nel primo incontro con loro Brown si improvvisò interprete, imparando le parole che significano «orecchie» (*twang*) e «mantello» (*wurrit*). Com'è comprensibile gli aborigeni erano sconcertati dai tentativi degli scienziati europei di misurarli con righelli. Persino il capitano Flinders si fece prendere dall'entusiasmo per la scienza: si mise a studiare gli effetti delle rocce magnetiche sulla bussola della nave, pubblicando poi le osservazioni al ritorno in Inghilterra.

In piena estate si diressero a est costeggiando la terraferma. La calura era intensa e la costa meridionale, dopo un inizio molto promettente, si dimostrò poco interessante dal punto di vista botanico. Brown prese un'insolazione. Gli esploratori compirono massacri indiscriminati della popolazione di uccelli, in parte

perché Flinders voleva nutrire i suoi uomini di carne fresca per tenere a bada lo scorbuto, ma anche perché all'epoca era quello il modo di procedere: alla vista di una cosa strana e nuova, si imbracciava il moschetto e le si sparava. Un giorno, nel giro di due ore e mezzo, furono uccisi ben settecentosessanta uccelli «berta codacorta», mentre sull'isola chiamata non a caso «dei canguri» furono abbattuti trentun esemplari di questi marsupiali, per un totale di circa venticinque chili di teste e code destinate a uno stufato gigante.

Anche così lontano da casa non ci si scordava il conflitto europeo in corso: avvistando una nave francese, Flinders preparò l'Investigator alle ostilità. Fortunatamente si scoprì che l'altra nave era *Le Géographe*, l'equivalente francese dell'Investigator, carico di botanici e campioni di piante, più che di polvere da sparo e cannoni. Tecnicamente a quel punto i due Paesi non erano nemmeno in guerra, dopo la firma di un trattato di pace nel marzo del 1802. Ma quella notizia non aveva ancora raggiunto la Nuova Olanda.

Nel maggio del 1802 la spedizione si trovava a Port Jackson, vicino a Sydney, centro della presenza inglese in Australia. Dopo un paio di mesi passati a riparare alla bell'e meglio la nave, a raccogliere piante e a fare rifornimenti – furono imbarcati tra l'altro seimilasettecento litri di rum – l'Investigator salpò di nuovo. Questa volta l'obiettivo era circumnavigare l'intero continente, per determinare se si trattasse o meno di una distesa ininterrotta di terraferma. Della costa settentrionale esistevano alcune mappe olandesi, ma erano vecchie di centocinquanta anni e secondo il ca-

pitano Flinders erano poco più che «illustrazioni da libro di fiabe».

A novembre la nave era ormai in condizioni spaventose: i carpentieri prevedevano che nel giro di pochi mesi non sarebbe rimasta neanche una trave sana. A febbraio, mentre procedevano stancamente lungo la costa, l'equipaggio cominciò ad ammalarsi per la dieta squilibrata. Flinders, anche lui malato di scorbuto, decise di dirigersi in tutta fretta verso Timor, in Indonesia, per procurarsi rifornimenti di frutta e carne. Poi con maggiori scorte a bordo si diressero di volata a Port Jackson, procedendo sempre in senso antiorario attorno al continente. L'equipaggio era allo stremo, il nostromo e il timoniere stavano morendo di malnutrizione. Finalmente il 2 giugno 1803 l'Investigator, che ormai faceva acqua da tutte le parti e cadeva a pezzi, giunse arrancando nel porto di Sydney dopo essersi trascinato intorno all'intero continente australiano.

Robert Brown aveva esaminato la natura favolosa di un mondo nuovo come nessuno aveva mai fatto prima, neanche Joseph Banks: tremilaseicento specie di piante, di cui tremiladuecento del tutto sconosciute; più di cento nuovi insetti e animali; e finalmente una carta abbastanza affidabile dell'intera costa della Nuova Olanda. Le ultime tappe del viaggio ricordarono a tutti che esplorazioni simili avevano un costo notevole: molti amici e marinai del capitano Flinders avevano perso la vita. Peter Good, il fidato assistente di Brown, morì proprio mentre calavano l'ancora a Sydney.

La botanica era un'impresa pericolosa.

Ritorno alla vita tranquilla

Robert Brown passò un altro anno e mezzo a collezionare piante in Nuova Olanda. Fu fortunato a non partire con il capitano Flinders che, lasciata l'Australia verso la fine del 1803, finì internato dai francesi sull'isola di Mauritius e non fece ritorno in Inghilterra prima del 1810.

Era difficile che la miriade di scoperte di Brown ricevesse l'eco scientifica che meritava, là nel relativo isolamento di Port Jackson e Sydney. Finalmente Brown ritornò in Inghilterra, sbarcando a Liverpool nell'ottobre del 1805 dopo un viaggio di cinque mesi. Riuscì anche a riportare in patria un vombato vivo; il marsupiale sopravvisse per due anni affezionandosi ai suoi padroni, nel cui grembo amava raggomitolarsi.

Brown proseguì per Londra con il compagno di spedizione Ferdinand Bauer, un illustratore che ritrasse i campioni di Brown in disegni precisi e delicati spesso diventati dei classici. Il 5 novembre si presentarono al Ministero della Marina per fare rapporto, ma non trovarono nessuno con cui parlare. Alla fine lasciarono un messaggio e andarono a cercarsi una sistemazione. Tempo dopo scoprirono perché il Ministero li aveva accolti con tanta freddezza: la Marina Reale aveva appena vinto a Trafalgar la battaglia decisiva della guerra navale contro Napoleone, tutti al Ministero erano occupati a festeggiare e non intendevano certo scomodarsi per un paio di viaggiatori quasi dimenticati.

Altre cose erano cambiate durante l'assenza di Brown. La Nuova Olanda non era più di moda come

esotico mondo nuovo: agli occhi del pubblico era diventata un luogo sgradevole, anche perché la si usava sempre più spesso come comoda discarica per indesiderabili e criminali. Dal punto di vista politico la spedizione fu quasi ignorata al ritorno in patria, malgrado l'impressionante collezione di nuove meraviglie raccolta da Brown.

Ma negli ambienti scientifici la reputazione di Robert Brown era assicurata. Un esperto giudicò la sua collezione proveniente dall'Australia come «di gran lunga la migliore mai riportata da un viaggio di esplorazione». Brown fu eletto segretario e bibliotecario della Società linneana di Londra, la principale istituzione dedicata alla storia naturale, e gli fu assegnato un alloggio nell'edificio che la Società aveva ottenuto per la nuova biblioteca, già sede di un pub chiamato Turk's Head, La testa del turco, in Gerrard Street a Soho.

Joseph Banks annoverava Brown fra gli amici più intimi e lo invitava agli incontri che era solito organizzare: i «pranzi filosofici» (giovedì, soli uomini) e le «serate intellettuali» (domenica, donne tollerate). Brown si trovò in compagnia di alcuni fra i più grandi luminari della scienza, come il chimico Humphry Davy, il matematico John Herschel e l'astronomo Hugh Maskelyne, e divenne famoso per la sua particolare combinazione di riserbo distinto e umorismo secco e tagliente.

Non era tutta vita sociale. Brown passò i cinque anni seguenti ad analizzare scrupolosamente le collezioni portate dalla Nuova Olanda, esaminando, de-

scrivendo e classificando il materiale fin nei minimi dettagli. Con il salario della Società linneana si comprò un nuovo microscopio e poco alla volta ampliò la propria biblioteca di testi di consultazione.

Nel 1811 Joseph Banks nominò Brown bibliotecario e conservatore delle sue collezioni. La biblioteca di Banks era enorme e la sua collezione botanica probabilmente la migliore al mondo. Da quel momento Brown passò la maggior parte della sua vita lavorativa nella biblioteca e nelle sale delle collezioni di Banks a Soho Square, che in quegli anni era il centro del mondo scientifico. Sebbene Brown avesse più o meno finito di viaggiare, le sue ricerche scientifiche erano appena agli inizi. Si sistemò al bancone del laboratorio, con i suoi pantaloni blu e il cappotto nero, deciso a lavorare sodo.

Il segreto del sesso, secondo le piante

Nei primi decenni dell'Ottocento la botanica si stava avvicinando a piccoli passi alle idee che in seguito Charles Darwin avrebbe sintetizzato nella teoria dell'evoluzione. Robert Brown notò, per esempio, che le famiglie di piante comprendenti un gran numero di varietà tendevano a essere largamente diffuse, mentre le famiglie più ridotte si presentavano di solito in zone geografiche limitate. Il grado di diversificazione era determinato dall'ambiente.

A Brown fu chiaro che in natura le forme di vita non erano organizzate in una sequenza lineare, ma in una rete complessa: nell'introduzione al suo volumi-

noso resoconto delle scoperte australiane scrisse che le relazioni fra gli organismi assomigliavano «più a una rete che a una catena», anticipando alcune idee moderne sulla struttura «a rete» (*network*) dei sistemi complessi in evoluzione.

Nel 1810 inoltre Brown aveva iniziato a rendersi conto dell'importanza specifica del polline, il cuore della riproduzione delle piante; e aveva dimostrato che spesso per identificare la famiglia o il genere di una pianta il metodo più sicuro era proprio osservarne il polline.

Nel 1820, a settantasette anni, Joseph Banks morì. Aveva formalmente lasciato in eredità la casa e le collezioni a Robert Brown, a condizione che dopo Brown fossero cedute al British Museum. Brown accettò il posto di Conservatore delle collezioni botaniche, che avrebbero costituito il nucleo di una sezione di storia naturale del museo. Continuò a lavorare a Soho Square, dove ormai era come parte del mobilio, mimetizzato tra i libri, i campioni e i microscopi.

Brown era sempre stato inseparabile dal suo microscopio. Aveva dimostrato come fosse uno strumento vitale persino per un semplice catalogatore, dato che spesso un'accurata descrizione e classificazione delle specie era possibile solo grazie ad attente osservazioni al microscopio. Ma nel giugno del 1827 per Robert Brown era giunta l'ora di andare oltre i cataloghi.

Nel 1827 si sapeva che nella pianta l'ovulo femminile si trasforma nell'embrione che poi dà luogo a un nuovo individuo, e che in qualche modo il polline è

essenziale. Sembrava ovvio che il polline dovesse entrare in contatto con l'ovulo perché la fecondazione avesse luogo. Ma non si capiva bene come le particelle di polline potessero raggiungere fisicamente l'ovulo; ad alcuni sembrava addirittura impossibile. L'obiettivo dichiarato di Brown era «chiarire alcune questioni relative alla modalità di azione del polline nel processo della fecondazione».

Per i suoi primi esperimenti, Brown scelse granuli di polline di *Clarkia pulchella*. Questa pianta della famiglia delle onagracee, originaria del Nord America, era stata scoperta dal pioniere della botanica Lewis Clark e battezzata in suo onore. Ha bellissimi fiori rosa, e infatti in latino *pulchella* significa «graziosa».

Il microscopio di Brown era quanto mai semplice: nient'altro che una singola lente, fissata a un montante, sopra un supporto dove porre l'oggetto da studiare. Uno specchio regolabile catturava la luce migliore, che fosse del sole o di candela. L'intera apparecchiatura era solidamente montata su una pesante intelaiatura di mogano per ridurre al minimo le vibrazioni. Esistevano microscopi più sofisticati, ma Brown continuò a preferire il suo strumento semplice. Per svolgere osservazioni precise era cruciale la qualità della lente, che poteva essere assicurata soltanto da costruttori di strumenti ottici del più alto calibro.

Il lavoro al microscopio svolto da Brown godeva di alta considerazione nell'intera comunità scientifica del tempo, come testimonia la visita del giovane Charles Darwin, alcuni anni dopo. Nel 1831, quando si stava preparando a imbarcarsi sul Beagle come na-

turalista di bordo, Darwin si recò da Brown per ricevere consigli dal massimo esperto di microscopi per la botanica, nonché del lavoro nelle difficili condizioni di un viaggio in nave.

Darwin rimase ammirato e fece i complimenti a Brown per la «meticolosità e l'accuratezza perfetta delle sue osservazioni». I due scienziati avevano in comune anche altre cose: entrambi avevano studiato medicina a Edimburgo e non avevano terminato gli studi universitari né conseguito alcun titolo di studio ufficiale in una materia scientifica. Quando Darwin ritornò dal suo memorabile viaggio a bordo del Beagle, portò a Robert Brown campioni di piante da tutto il mondo.

Danza nel mondo di mezzo

Negli appunti di Brown alla data del 12 giugno 1827 si legge: «Le particelle hanno un moto palese [...] visibile soltanto con la mia lente che ingrandisce 370 volte».

«Mentre esaminavo la forma di queste particelle immerse nell'acqua» riferisce nell'articolo pubblicato sul *Philosophical Magazine*, «ne ho osservate una moltitudine in moto evidentissimo». Queste frasi avrebbero avuto conseguenze estremamente importanti nella storia delle ricerche che hanno portato alla comprensione della materia e del mondo di mezzo.

Nel vedere la folle danza del polline, sulle prime Brown credette di essersi imbattuto in un qualche tipo di forza vitale. Già da qualche decina d'anni circo-

lava l'idea che potessero esistere «particelle elementari» o «atomi» di materiale organico, minuscole entità fondamentali portatrici della misteriosa forza vitale. Ma Brown riscontrò lo stesso moto incessante in campioni di polline essiccato, e in particelle «lasciate a bagno nel gin per due settimane». Osservò spore di muschi che avevano più di cent'anni, e di nuovo trovò particelle minuscole costantemente in moto.

Stava iniziando a concludere che non potesse trattarsi di una qualche «forza vitale». Osservò gomme, resine, fuliggine e granelli di polvere dispersi nell'acqua. Triturò pezzetti di vetro da finestre, minerali e metalli, e persino frammenti di meteorite. Provò anche con placca raschiata dai propri denti «dopo aver mangiato pollo arrosto la sera precedente». Addirittura trituro un pezzettino della Sfinge e ne osservò le particelle in moto; dev'essere stato grazie al suo impiego al British Museum che ebbe modo di procurarsi questo campione assolutamente improbabile.

In qualunque materiale che riusciva a triturare in particelle abbastanza piccole, Brown continuava a riscontrare lo stesso moto, la stessa folle danza che aveva osservato con il polline di *Clarkia pulchella*.

Eppure non era ancora soddisfatto.

Nei mesi successivi svolse esperimenti più accurati, per verificare che il fenomeno non fosse dovuto a cause esterne, come l'evaporazione dell'acqua o le vibrazioni del microscopio. Si convinse tuttavia che il moto era davvero intrinseco alle particelle e non aveva a che fare con l'ambiente esterno. Studiò il fenomeno al variare delle dimensioni delle particelle: i

corpuscoli che misuravano 1/300 di millimetro danzavano ancora, benché a ritmo più lento rispetto a quelli che misuravano 1/400 di millimetro. Riscaldò le gocce d'acqua fino ad alta temperatura e vide che il moto persisteva.

Ne concluse che a qualunque cosa fosse dovuta, la danza incessante doveva essere una caratteristica fondamentale della *materia*, piuttosto che della *vita*. In quel mondo materiale di particelle minuscole non c'era nulla, vivo o no, che stesse fermo. Tutto danzava.

Inizialmente l'articolo di Brown, intitolato «Breve relazione sulle osservazioni microscopiche eseguite nei mesi di giugno, luglio e agosto 1827 sulle particelle contenute nel polline delle piante, e sull'esistenza in generale di molecole attive nei corpi organici e inorganici», fu stampato in proprio; Brown ne distribuì delle copie ad amici e colleghi. Ma presto la comunità scientifica lo notò e ne comparvero ristampe sul *Philosophical Magazine* e sull'*Edinburgh New Philosophical Journal*, oltre a traduzioni in Germania e in Francia. Sulle prime la confusione fu tale che nel 1829 Brown pubblicò un secondo articolo, nel tentativo di fare piazza pulita di alcuni fraintendimenti che il primo sembrava aver generato, come la «leggenda metropolitana» scientifica secondo cui Brown aveva davvero trovato le «particelle elementari della vita». A chiunque avesse davvero letto l'articolo di Brown non sarebbe mai venuta un'idea simile, ma evidentemente pur di fare scalpore erano state date al pubblico informazioni scientificamente scorrette (un'usanza che purtroppo non si esaurì allora).

Michael Faraday fece del proprio meglio per rimediare, tenendo alla Royal Institution una lezione pubblica sulla versione corretta dei risultati di Brown. Giunse addirittura a concludere i propri appunti con la congettura profetica che il fenomeno osservato da Brown avrebbe potuto avere importanti «collegamenti alla filosofia atomica o molecolare».

Nel secondo articolo Brown difese il contenuto scientifico e i presupposti del suo lavoro. Alcuni affermarono che i suoi risultati erano già ben conosciuti, soprattutto grazie al lavoro di un botanico francese, Adolphe Brongniart. Brown ricapitolò in dettaglio la letteratura esistente in materia, fra cui le relazioni delle scoperte di Brongniart, e fece un confronto con i propri esperimenti condotti ad ampio raggio, dimostrando con argomentazioni convincenti che sebbene altri avessero già visto quel moto, egli era il primo ad averlo esaminato con cura e completezza. Aveva studiato una vasta gamma di campioni differenti, organici e inorganici, nonché particelle di diverse dimensioni, e aveva svolto esperimenti in varie condizioni: tutti passi necessari per concludere che il moto osservato era reale e intrinseco a tutta la materia, che fosse viva o meno.

Alla fine la comunità scientifica si schierò con Brown, e il movimento danzante delle minuscole particelle fu chiamato «movimento browniano» o «moto browniano». Sebbene quasi per caso e alcuni anni dopo la sua morte, Brown ottenne il più grande riconoscimento scientifico: a un fenomeno naturale era stato attribuito il suo nome.

Il mondo di mezzo di Brown

Sebbene in vita fosse riconosciuto all'unanimità come il più grande botanico dell'epoca, dopo la morte – avvenuta nel 1858, a 84 anni – Brown ripiombò presto nell'anonimato più totale.

Ma in fondo perché i suoi pollini danzanti avrebbero dovuto essere niente più che una curiosità per la scienza della metà dell'Ottocento? Con una tale quantità di cose entusiasmanti a cui pensare – macchine a vapore, elettricità, onde luminose – perché mai gli scienziati avrebbero dovuto preoccuparsi di qualche particella di polline in una goccia d'acqua?

La risposta è che le minuscole particelle danzanti di Robert Brown, con il loro comportamento, erano in conflitto con alcune grandi certezze alla base della fisica da più di cent'anni. Il polline in perenne agitazione pareva contraddire addirittura Sir Isaac Newton.

Anche a uno sguardo superficiale, infatti, le osservazioni di Brown indicavano che nel comportamento della materia ha un ruolo importante la *casualità*. Qualunque teoria che volesse spiegare la danza incessante dei minuscoli frammenti di materia sospesi nell'acqua doveva rendere conto della casualità di quella danza. Nelle leggi a cui la materia obbedisce doveva esserci, da qualche parte, uno spiraglio che permettesse di sfuggire ai vincoli del moto preciso e determinato, previsto dalla fisica classica.

Ma la materia doveva seguire leggi immutabili e regolari, muovendosi sotto l'azione di forze comprensibili e calcolabili. Era stato il grande Isaac Newton in persona, già alla fine del Seicento, a formulare quelle

leggi, e a dimostrare per esempio che esse spiegavano le osservazioni dei pianeti. Le semplici leggi di Newton non lasciavano alcun margine alla casualità. Se si voleva dare credito ai risultati di Brown, bisognava ammettere che c'era qualcosa di gravemente sbagliato.

Oppure era Brown a essersi sbagliato?

Se egli non fosse stato uno sperimentatore così tenace e coscienzioso, le sue osservazioni avrebbero potuto semplicemente essere ignorate. Questo è proprio ciò che alcuni scienziati provarono a fare per cinquant'anni dopo la sua scoperta. Ma alla fine non era Brown a sbagliare: aveva lavorato sodo per essere sicuro delle proprie osservazioni, com'era evidente dall'accuratezza degli articoli in cui descriveva gli esperimenti. No, l'errore era di Isaac Newton.

E ci sarebbe voluto molto tempo, dopo la scomparsa di Brown, per correggere quell'errore.

Per capire come siano andate le cose dobbiamo di nuovo tornare indietro nel tempo, fino a un'epoca perfino antecedente le leggi di Isaac Newton, un'epoca in cui la casualità e il caos erano ancora padroni del mondo.

E alcune menti illuminate, piccole ma brillanti luci della ragione, stavano per cambiare tutto.

Giardini di delizie, frutteti di determinismo

Si sa molto poco del pittore Hieronymus Bosch. La sua data di nascita è incerta, ma è stato in attività almeno dal 1486. Nel 1516 è morto. Fra l'una e l'altra data, ha dipinto. E ha dipinto il caos.

La nobiltà dell'epoca faceva a gara per aggiudicarsi le sue opere. Ma Bosch non era un pittore di corte, un sofisticato professionista del mondo dell'arte: era membro della Confraternita di Nostra Signora, una congregazione religiosa dalla rigida disciplina, e non lasciò quasi mai la sua città natale, 's-Hertogenbosch, negli odierni Paesi Bassi. Ciononostante già in vita era famoso persino all'estero. Il caos era di moda.

Secoli dopo lo psicanalista Carl Jung osservò che i quadri di Hieronymus Bosch erano una spettacolare rappresentazione grafica del libero spaziare della mente inconscia. Bosch era senz'altro un pittore singolare, non rientrava proprio nelle mode artistiche dell'epoca. Eppure sembra che nei suoi quadri sia riuscito a cogliere e raffigurare tratti profondi della psiche degli uomini del tardo Medioevo, il loro immaginario dominato da una fantasmagoria di demoni bizzarri e sfrenata dissolutezza, prigioniero di un mondo ove si è inermi di fronte alla magia, alle superstizioni e a un destino incomprensibile; vi si ritrovano