

Capitolo primo

Suoni primordiali e antiche radici dell'udito

In principio gli unici suoni terrestri erano quelli prodotti da rocce, acqua, fulmini e vento.

Vi invito a prestare orecchio e ad ascoltare oggi questa Terra primordiale. Ovunque le voci della vita siano silenziate o assenti, percepiamo suoni rimasti per lo piú immutati per oltre 4 miliardi di anni, dall'epoca in cui il pianeta si raffreddò dopo la sua nascita incandescente. Urtando le vette il vento produce un boato pressante e sommesso, e di tanto in tanto mulinando si torce su sé stesso con lo schiocco di una frusta. Nei deserti e nelle distese di ghiaccio l'aria sibila contro la sabbia e la neve. La risacca delle onde sulle coste trascina con sé ciottoli, rena e scogliere incrollabili. La pioggia crepita e picchia contro rocce e suolo, fa vibrare l'acqua. I fiumi gorgogliano nei loro letti. I temporali scoppiano, la superficie terrestre ne rimbomba. Nel mondo sotterraneo eruzioni e scosse sporadiche fanno da contrappunto alle voci dell'aria e dell'acqua, riecheggiando ringhi e fragori geologici.

Alimentano questi suoni il Sole, la forza di gravità e il calore della Terra. L'aria riscaldata agita il vento. L'acqua mitragliata dalle burrasche fa montare le onde. I raggi solari sollevano vapore, la gravità fa precipitare la pioggia. Anche i fiumi scorrono costretti dalla forza di gravità. Le maree crescono e calano sotto l'influsso esercitato dalla Luna. Le placche tettoniche scorrono sul cuore caldo e liquido del pianeta.

Circa 3,5 miliardi di anni fa la luce solare scoprì un nuovo modo di creare suoni: la vita. Tutte le voci attualmente viventi, con l'esclusione di qualche batterio litotrofo, sono animate dal Sole. Nel mormorio delle cellule e nei richiami degli animali ascoltiamo energia solare rifratta in suono. A questo flus-

so appartengono anche il linguaggio umano e la musica: siamo condotti acustici che riversano nell'aria la luce catturata dalle piante. Persino il brontolio dei nostri macchinari è animato dalla combustione di luce solare rimasta sepolta per lungo tempo.

I primi suoni della vita provennero da batteri che emettevano mormorii, sospiri, sussurri infinitesimi nei loro ambienti acquorei. Oggi possiamo ascoltarli solo tramite i più sensibili strumenti moderni: un microfono in un laboratorio acusticamente isolato può rilevare il suono di colonie di *Bacillus subtilis*, una specie che tipicamente abita il suolo e l'intestino dei mammiferi. Amplificate, queste vibrazioni somigliano al sibilo del vapore che sfugge da una valvola serrata. Se le si riproduce con un amplificatore in una beuta contenente i batteri, il tasso di crescita delle cellule si impenna, per un meccanismo biochimico tuttora inspiegato. Possiamo «udirle» anche bilanciandole sulla punta di un braccio microscopico, un supporto ricoperto di batteri e talmente piccolo che ogni fremito della superficie di una cellula lo fa vibrare. Un raggio laser puntato sul braccio ne registra e misura i movimenti. Questa procedura rivela un costante brulichio motorio, che produce onde sonore tremolanti. I picchi e le valli (l'estensione delle vibrazioni) misurano appena 5 nanometri, un millesimo dell'ampiezza del batterio, mezzo milione di volte più piccoli delle flessioni delle mie corde vocali quando parlo.

Le cellule emettono suoni perché sono costantemente in moto, sostenute da migliaia di flussi e ritmi interni, ciascuno accordato e plasmato da cascate di reazioni chimiche e rapporti reciproci. Con un tale dinamismo non sorprende che le loro superfici vibrino. Il nostro disinteresse verso questi suoni è inspiegabile, soprattutto con le attuali tecnologie che consentono di estendere i nostri sensi al regno dei batteri. Finora soltanto una ventina di articoli scientifici ha esaminato il suono in questi organismi. Parimenti, pur sapendo che le membrane batteriche sono ricoperte da proteine in grado di captare i movimenti fisici (tagli, stiramenti, contatti), ignoriamo il rapporto fra questi sensori e il suono. Forse la ragione risale a un pregiudizio culturale: noi biologi ci basiamo solamente su schemi visivi. Non una sola volta nel corso della mia formazione professionale mi

è stato chiesto di usare le orecchie in un esperimento di laboratorio. I suoni delle cellule sono ai confini non solo della nostra capacità percettiva, ma della nostra immaginazione, modellata su abitudini e idee preconcrete.

I batteri parlano? Usano il suono per comunicare tra loro come usano le sostanze chimiche per inviarsi informazioni? La comunicazione intercellulare è una delle principali attività batteriche, dunque il suono sembrerebbe un mezzo di comunicazione probabile. I batteri sono esseri sociali; formano pellicole e ammassi talmente serrati da risultare spesso invulnerabili agli attacchi chimici e fisici che uccidono senza difficoltà cellule solitarie: il loro successo dipende da un lavoro di squadra interconnesso, fatto di un continuo scambio di molecole a livello genetico e biochimico. Ma a oggi mancano esempi documentati di segnalazione acustica tra i batteri, benché l'aumento dei loro tassi di crescita quando sono sottoposti ai propri stessi suoni potrebbe essere una forma di intercettazione, un modo di «origliare». Forse la comunicazione acustica è poco adatta alla scala delle società batteriche, così piccola che le molecole sfrecciano da una cellula all'altra in una frazione di secondo. Al loro interno i batteri impiegano decine di migliaia di molecole, un linguaggio vasto, complesso e già disponibile: la comunicazione chimica potrebbe essere più conveniente, veloce e dettagliata di quella acustica.

Per circa 2 miliardi di anni, batteri e Archaea (i «cugini» che tanto gli somigliano) furono l'unica forma di vita sulla Terra. Più o meno 1,5 miliardi di anni fa si svilupparono cellule più grandi (amebe, ciliati e loro parenti): gli eucarioti, che avrebbero dato origine a piante, funghi e animali. Gli organismi eucarioti unicellulari sono percorsi da tremolii come i batteri, ma neanche loro, per quanto ne sappiamo, comunicano per via acustica. Nessun lievito canta al suo vicino. Nessuna ameba urla per avvertire le sue compagne.

Il silenzio della vita non fu interrotto dai primi animali, abitanti dell'oceano con corpi a disco o a nastri pieghettati, fatti di cellule tenute assieme da filamenti di fibre proteiche. Se potessimo toccarli oggi, avrebbero la consistenza di alghe diafane, esili e gommose. I loro resti fossili sono incastonati in rocce che risalgono a 575 milioni di anni fa. Nel complesso prendono

il nome di fauna di Ediacara, dalle colline australiane dove in parte sono stati rinvenuti.

L'elementarità fisica di questi organismi complica lo studio della loro genealogia, perché cancella ogni traccia che permetta di ricondurli a gruppi odierni riconoscibili: nessuna segmentazione come gli artropodi; nessuna colonna rigida come i pesci; bocche, intestini, organi assenti; e quasi certamente nessuno strumento per emettere suoni. Sul corpo di questi animali, niente lascia presagire porzioni in grado di produrre raschi, schiocchi, colpi o vibrazioni. Anche animali moderni con corpi più complessi ma forme superficialmente simili (spugne, meduse e gorgonie) non emettono suoni, perciò supponiamo che quelle prime comunità fossero altrettanto silenziose. Al mormorio dei batteri e di altre creature unicellulari, l'evoluzione aggiunse solo lo sciabordio e il frullio dell'acqua nei pressi di questi esseri molli dalla forma di dischi e ventagli.

Per 3 miliardi di anni la vita rimase pressoché muta, se si eccettuano i tremolii delle pareti cellulari e le correnti attorno agli animali semplici. Ma nel corso di questi lunghi anni silenziosi l'evoluzione diede origine a una struttura che in seguito avrebbe trasformato i suoni del pianeta. Questa innovazione – una minuscola peluria serpeggiante sulle membrane cellulari – aiutava la cellula a nuotare, orientarsi e dirigersi verso il cibo. Il ciglio sorge nel fluido che circonda la cellula. Molte cellule ne impiegano più di uno, e potenziano il nuoto con agglomerati o pellicce di peli battenti. Non ne conosciamo esattamente l'evoluzione, ma potrebbero essere nati come estensioni dell'impalcatura proteica interna alla cellula. Ogni moto nell'acqua si trasmette all'intreccio di proteine attive al centro del ciglio, e da queste alla cellula – una trasmissione che sarebbe diventata la base della consapevolezza acustica. Modificando il potenziale elettrico nelle membrane e nelle molecole cellulari, le ciglia traducono i moti esterni nel linguaggio chimico dell'interno della cellula. Oggi tutti gli animali sfruttano le ciglia per percepire le vibrazioni acustiche, usando organi dell'udito specializzati o ciglia sparse sulla superficie o all'interno del corpo.

Il florido mondo di suoni animali che ci avvolge, voci umane incluse, è un duplice retaggio dell'origine delle ciglia, avve-

nuta 1,5 miliardi di anni fa. Per prima cosa, l'evoluzione creò una varietà di esperienze sensoriali a seconda dei diversi modi di impiegare le ciglia sulle cellule e sul corpo degli animali: le nostre orecchie non sono che uno dei tanti modi di ascoltare. Secondo, molto tempo dopo la prima comparsa della sensibilità alle vibrazioni in acqua, alcuni animali scoprirono di poter sfruttare il suono per comunicare tra loro. L'interazione di questi due mutamenti (sensibilità ed espressione acustica) alimentò la forza creatrice dell'evoluzione. Il canto di un uccello in primavera, un neonato che scopre una parola, l'intensità di un coro di insetti o di rane in una sera d'estate: ogni volta che un suono simile ci meraviglia, siamo immersi nella portentosa eredità di un pelo ciliare.