Il gioco dei sessi accende l'evoluzione

Molte specie hanno escogitato un numero incredibile di modi per accoppiarsi e rimescolare il proprio corredo genetico

JOHN WHITFIELD

DAL PUNTO DI VISTA UMANO, la distinzione fra i sessi sembra una faccenda abbastanza semplice: ci sono le femmine e ci sono i maschi. Ma secondo il biologo evoluzionista Laurence Hurst, dell'Università britannica di Bath, la nostra prospettiva appare distorta e angusta quando è applicata alla vita nel suo insieme. «Se foste alghe unicellulari in uno stagno, il mondo non vi apparirebbe diviso in maschi e femmine».

In effetti le diverse specie hanno evoluto un incredibile numero di modi per accoppiarsi e rimescolare i geni, più o meno equiparabili al sesso. Alcune specie non hanno maschi e femmine, ma adattamenti in virtù dei quali ciascun individuo svolge un ruolo sessuale specifico. In altre tutti i membri sono sessualmente equivalenti, ma nondimeno gli individui si suddividono in gruppi distinti ai fini dell'accoppiamento. E in alcune specie ciascun individuo produce sia le uova sia gli spermatozoi. Tanta varietà ha prodotto un tale garbuglio semantico che ogni biologo che si occupa dell'argomento sembra avere una visione leggermente diversa di che cosa sia il sesso. «La letteratura è quanto mai confusa: dobbiamo chiarirci sulla terminologia» commenta Rolf Hoekstra, genetista dell'Università di Waageningen nei Paesi Bassi.

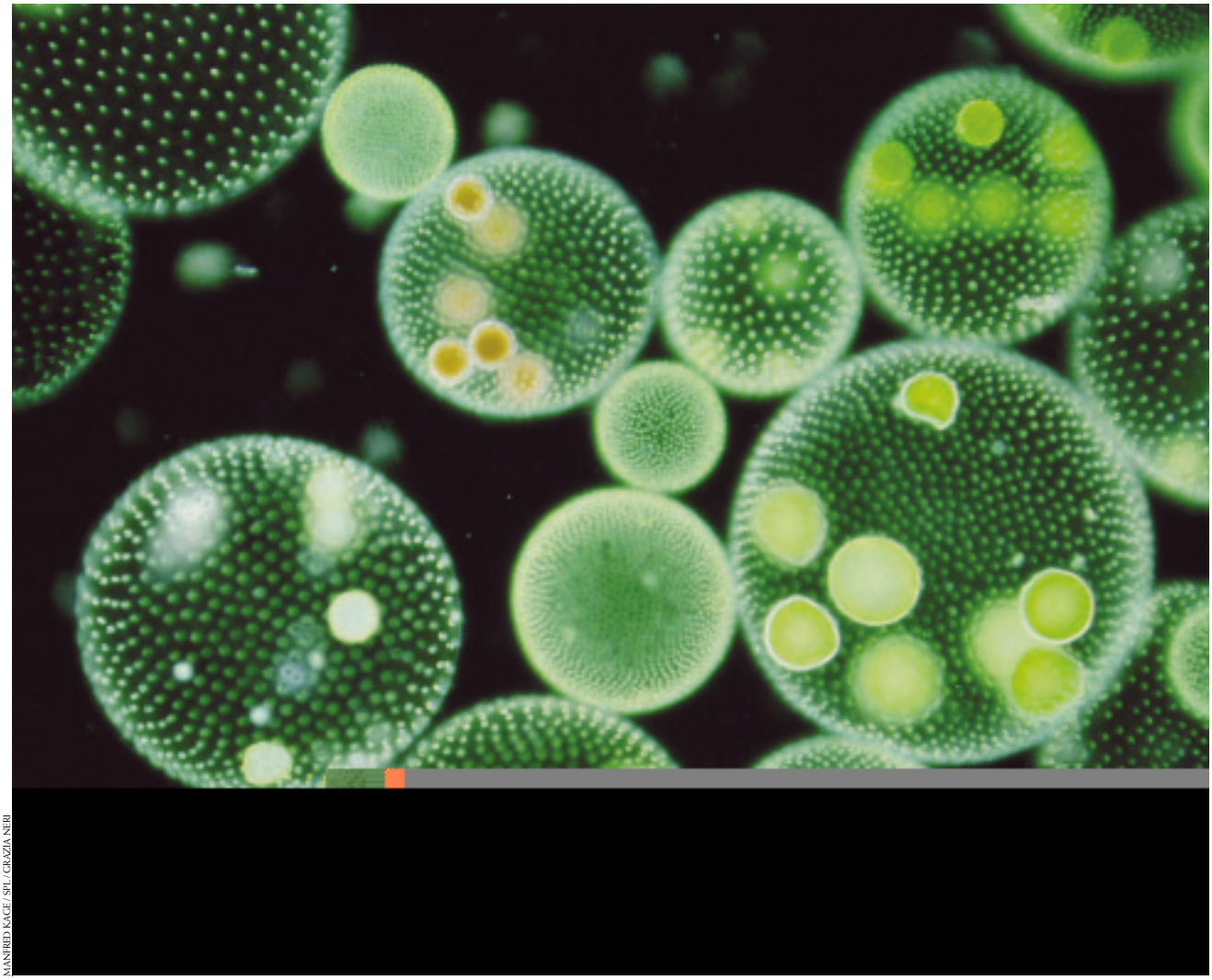
Per definire un sesso bisogna considerare almeno tre aspetti: chi sei, con chi puoi accoppiarti e chi sono i tuoi genitori. Il terzo elemento della triade, il numero di genitori, è quello che in natura varia meno: nessun organismo conosciuto ha bisogno di più che una madre e un padre. Ma anche questa certezza sta cominciando a vacillare, perlomeno a livello dei sistemi biologici. In un sistema scoperto negli ultimi tempi fra le formiche del genere *Pogonomyrmex*, la regina deve accoppiarsi con due tipi di maschi per poter produrre sia gli individui riproduttori sia le operaie. A quanto sostiene Joel Parker, dell'Università di Losanna in Svizzera, queste formiche sono le prime specie conosciute a possedere autenticamente più di due sessi, dato che ogni colonia deriva da tre genitori.

Le idee di Parker potrebbero riaccendere fra i biologi evoluzionisti l'interesse per il sesso, che dagli anni novanta era rimasto alquanto sopito, e potrebbero aprire una nuova strada per gli studi sperimentali, di cui nel settore si sente spesso la mancanza. Non tutti sono d'accordo nel definire i capricci genetici delle formiche come nuovi sessi. In fin dei conti, ciascuna formica discende pur sempre da un massimo di due genitori. Ma secondo Parker le idee oggi in voga sui sistemi di accoppiamento potrebbero essere inadeguate a descrivere l'ingegnosità dell'evoluzione. «Finché non si vede un sistema a tre sessi, non si sa come potrà apparire» afferma lo studioso.

Piccolo e grande

Per stabilire se queste formiche hanno più di due sessi dobbiamo prima considerare altri possibili esempi di sessi, il loro numero in specie diverse e il modo in cui si sono evoluti i sistemi considerati. Una cosa di cui i biologi non dubitano è che quello maschile e quello femminile siano sessi diversi. C'è accordo anche su quale sia la differenza più importante: le dimensioni dei gameti. I maschi producono in abbondanza gameti piccoli – gli spermatozoi negli animali e il polline nelle piante – mentre le femmine producono poche, grandi cellule uovo. Ma i ricercatori sono anche convinti che, prima che si evolvessero i due sessi, l'accoppiamento avvenisse fra organismi con gameti di pari dimensioni. Questa condizione è detta isogamia.

Dal punto di vista evolutivo una specie isogama è soggetta a due pressioni. Gli individui possono produrre una maggiore quantità di gameti più piccoli, incrementando il numero della potenziale progenie, oppure possono produrne meno ma di dimensioni più grandi, garantendo così alla progenie più risorse per affrontare l'inizio della vita. Le analisi teoriche indicano che la pressione è particolarmente forte se le maggiori dimensioni dell'individuo comportano benefici importanti; in tal caso l'isogamia diventa instabile e i gameti originariamente identici si evolvono



MANFRED KAGE / SPL / GRAZIA NERI

Microfotografia di una popolazione di Volvox che contiene diverse colonie "figlie" asessuate

verso gli estremi opposti dello spettro dimensionale.

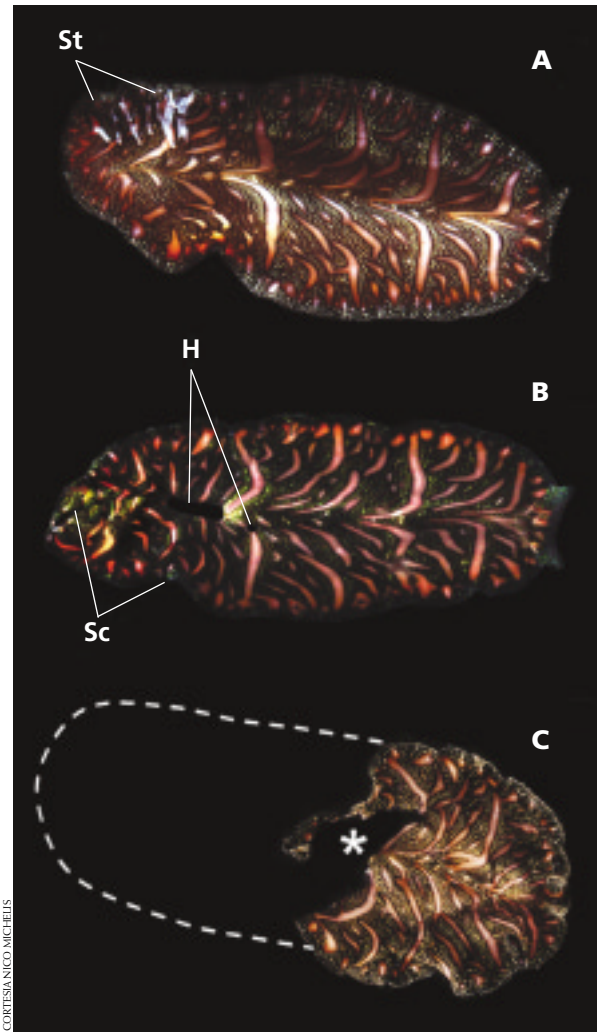
In molte specie tuttavia esistono tuttora gameti di un'unica taglia. Gli organismi rimasti legati all'isogamia si trovano fra i rami meno complessi della vita quali funghi, alghe e protozoi. Probabilmente ciò accade perché i gameti voluminosi, che danno zigoti robusti, sono selezionati con più forza se la progenie che ne deriva deve svilupparsi in un organismo grande e complesso. I benefici di gameti voluminosi per un semplice organismo unicellulare non sono così netti. Questa ipotesi è corroborata dalle alghe del gruppo delle Volvocales, le cui specie producono gameti di taglia più o meno simile a seconda del grado di complessità; per esempio la specie unicellulare *Chlamydomonas reinhardtii* è isogama, mentre *Volvox rouseletti*, che vive in colonie sferiche anche di 50.000 cellule, ha gameti di dimensioni diverse.

L'opposto dei sessi?

Nelle specie isogame la questione dei sessi e del loro numero è complessa. Tipicamente, infatti, ai fini dell'accoppiamento esiste comunque una differenziazione in gruppi, dovuta a geni che permettono a ciascun individuo di accoppiarsi con chiunque altro eccetto che i membri del proprio stesso tipo sessuale (presumibilmente per evitare l'incrocio tra organismi geneticamente affini e produrre così una progenie diversificata, più adatta ad affrontare i mutamenti ambientali o i nemici biologici). Nelle specie in cui vigono i tipi sessuali, i gruppi in grado di accoppiarsi vicendevolmente possono essere ben più di due: nel protozoo ciliato *Tetrahymena thermophila* per esempio se ne contano sette e nel fungo *Schizophyllum commune* si arriva a oltre 28.000. Alcuni biologi chiamano questi tipi sessuali "sessi"; altri ritengono che, in assenza di al-

operaie. Quindi, perché una colonia funzioni, la colonia stessa (e le regine che produce, poiché le operaie allevano le regine) devono avere una madre e due padri. E se uno qualsiasi di questi gruppi scomparisse, l'intera popolazione si estinguerebbe, a differenza che per i funghi nei quali, com'è facile immaginare, se anche qualche tipo sessuale scomparisse la specie sopravviverebbe. «Se si perde un elemento, crolla tutto» spiega Parker. «È una situazione radicalmente diversa da qualsiasi altro sistema».

Pertanto – sostiene Parker – *Pogonomyrmex* ha quattro sessi: i maschi e le femmine di ciascun ceppo. L'idea è particolarmente efficace se si considera la colonia di insetti sociali come un "superorganismo", in cui le operaie sono l'equivalente delle cellule somatiche. È come se una femmina si accoppiasse con un maschio per produrre le cellule somatiche della sua progenie e con un altro per produrre le cellule germinali. Le formiche in accoppiamento formano sciami caotici e quindi per la maggior parte delle regine non è difficile accoppiarsi più volte e ricevere spermatozoi di entrambi i ceppi, anche se è lecito prevedere che i maschi preferiscano decisamente l'accoppiamento con femmine del proprio stesso ceppo.



CORTESIA NICO MICHELIS

A) Tracce di sperma (St) nel verme marino ermafrodita *Pseudobiceros bedfordi*. B) Lo sperma produce dei "buchi" (H) mentre componenti sconosciuti dell'eiaculato si dissolvono nella pelle. C) In casi eccezionali se un verme riceve una grande quantità di sperma in corrispondenza della parte centrale del corpo si può dividere in due parti, ma ognuna di esse ha la possibilità di rigenerare un nuovo organismo.

Come si sia originato un sistema simile è ignoto. Separando la casta riproduttiva da quella operaia per via genetica (altri insetti sociali lo fanno per via ambientale, allevando le operaie e le riproduttrici in condizioni diverse), la selezione può forse agire con più efficienza su ciascuna linea. Le operaie possono inoltre beneficiare del vigore degli ibridi: la ricerca sul campo ha mostrato che sono altamente aggressive. In consonanza con l'ipotesi di Hurst, inoltre, il sistema assortisce i geni mitocondriali e quelli nucleari in modo diverso nelle regine e nelle operaie. Alcuni studiosi di biologia evoluzionistica, come Charlesworth, non considerano i tipi sessuali di *Pogonomyrmex* equiparabili a sessi, sostenendo che aggiungere ancora una nuova definizione di sesso non fa che confondere ulteriormente il quadro. «È un sistema interessante, ma l'interpretazione di Parker non mi convince» dice Charlesworth. «Non condivido l'idea di adoperare il termine "sesso" per descrivere la compatibilità fra tipi sessuali. Così facendo si confondono le acque». Altri sono più possibilisti verso la visione di Parker. «Merita di essere presa in seria considerazione» sostiene il biologo evoluzionista Eörs Szathmáry, del Collegium Budapest in Ungheria. «Ha gettato un sasso nello stagno. Ora dobbiamo vedere che tipi di onde ne nasceranno. Le definizioni non si possono falsificare nel modo in cui si falsifica un'ipotesi; quel che decide il loro destino è se risultano utili o meno».

Secondo Parker, nelle specie in cui alcuni membri rinunciano alla possibilità di riprodursi individualmente per far parte di un gruppo riproduttivo (per esempio nelle muffe mucillaginose) potrebbe esistere un sistema simile a quello delle formiche. «Possono esserci incompatibilità d'accoppiamento nascoste» dice. «Ora che si è imparato a cercarli, cominceremo a vedere altri sistemi del genere».

©*John Whitfield, Plos Biology, Vol. 2;6, 718-721 (2004)*