

PER SAPERNE DI PIÙ

La determinazione del sesso

La determinazione del sesso di un individuo può dipendere da diversi fattori che in molti animali non sono stati ancora del tutto chiariti. I principali sono: il corredo cromosomico dei singoli organismi e l'ambiente, sia quello esterno inteso come temperatura, umidità, luce, concentrazione ormonale, che quello interno, come può essere l'infezione esercitata da parte di un batterio. Non mancano, infine, i casi di *ermafroditismo*, in cui un individuo, vertebrato o invertebrato, può produrre, sia i gameti maschili sia quelli femminili.

La determinazione cromosomica del sesso

Il differente corredo cromosomico di due individui di sesso diverso fornisce un mezzo intrinseco per la determinazione del sesso. In questo caso la determinazione è di tipo genetico e può essere controllata mediante due diversi meccanismi: uno **dosaggio-dipendente** e uno basato sulla **presenza di un gene dominante**.

Nel caso dei mammiferi, specie umana compresa, la mancanza del cromosoma Y (o condizione X0) determina lo sviluppo di caratteri sessuali femminili e ciò ha permesso di comprendere che tale cromosoma è portatore di un gene dominante. La presenza del cromosoma Y, infatti, è necessaria affinché l'embrione si sviluppi verso il sesso maschile.

Sia i moscerini del genere *Drosophila* che i vermi piatti *Caenorhabditis elegans* presentano, invece, un meccanismo di determinazione del sesso del tipo dosaggio-dipendente: lo sviluppo dei caratteri sessuali, infatti, è controllato dal rapporto tra i cromosomi sessuali X e gli autosomi. Nonostante le drosophile presentino un cromosoma Y nel maschio, quest'ultimo è irrilevante ai fini della determinazione del sesso, poiché individui X0 sono maschi e individui XXY sono femmine.

Esistono, come dicevamo, anche i casi in cui il sesso è controllato da un unico gene mendeliano. Un esempio è quello di un noto vegetale: l'asparago. Mentre la condizione omozigote recessiva (*mm*) porta alla formazione di un individuo femminile, quella eterozigote (*Mm*) porta alla formazione di un maschio. Dall'incrocio, invece, tra una femmina e un maschio si otterrà una progenie costituita per metà da femmine e per metà da maschi.

La determinazione ambientale del sesso

Se l'accoppiamento tra due organismi con sessi separati caratterizza la maggior parte degli esseri viventi, sono molteplici i casi in cui la determinazione del sesso è frutto di particolari **condizioni ambientali** che agiscono durante le fasi precoci dello sviluppo.

La *Bonellia viridis* è un anellide marino dotato di una lunga proboscide boccale con due lobi (►figura A). Una parte delle sue larve viene trascinata dalla corrente e si deposita sul fondale sviluppandosi in femmine che raggiungeranno poi l'aspetto tipico di questa specie (che può raggiungere anche il metro di lunghezza). Le larve che invece, in modo altrettanto casuale, si arenano sul corpo di una femmina, vi aderiscono e danno origine a maschi, creature millimetriche di aspetto larvale che vivono da parassiti sulla femmina.

Tra i vertebrati, in numerose specie di rettili, lo sviluppo di individui maschi o femmine all'interno delle uova dipende da una serie di parametri ambientali, tra cui la concentrazione di CO₂ e di O₂ nel substrato, il tasso di umidità e, soprattutto, la temperatura. Nel caso della *Testudo graeca*, la tartaruga di terra dei nostri giardini, dalle uova che si sviluppano a 23-27 °C nascono solo maschi, mentre

da quelle che si sviluppano a 30-33 °C solo femmine. In situazioni come questa, alterazioni anche lievi dell'ambiente possono modificare il rapporto numerico tra i sessi con gravi ripercussioni sulla sopravvivenza della specie.

Sono invece le ore di luce (o **fotoperiodo**) a influenzare il sesso dei nascituri di *Gammarus*, crostaceo d'acqua dolce: infatti in primavera, quando le ore di luce iniziano ad aumentare, nascono i maschi; mentre le femmine nascono soltanto in autunno. In questo modo, nella stagione riproduttiva i maschi che durante l'accoppiamento devono trasportare le femmine, avranno raggiunto una taglia corporea maggiore.

Come abbiamo anticipato, anche un **batterio** può determinare il sesso delle specie che infetta: è il caso di *Wolbachia pipientis* che vive all'interno delle gonadi di oltre un milione di specie di insetti, ragni, crostacei e vermi. La maggior parte dei membri di questa famiglia manipola la riproduzione dei loro ospiti per assicurare la propria sopravvivenza, e le vittime di questa manipolazione sono sempre gli ospiti maschi. A seconda del tipo specifico di batterio e della specie ospite coinvolta, i maschi vengono convertiti in femmine, uccisi oppure gli si impedisce di fertilizzare con successo le uova delle femmine non infette.



Figura A Un anellide marino Femmina di *Bonellia viridis* poggiata sul fondale.

L'ermafroditismo

Nelle specie con sessi separati, ovari e testicoli si originano, in termini embrionali, dalle cellule di una stessa gonade ancestrale non differenziata; quest'ultima, a seconda dell'indirizzo sessuale del futuro organismo, si diversifica in strutture deputate alla produzione di uova o di spermatozoi.

In un esemplare ermafrodita, la gonade ancestrale indifferenziata mantiene entrambe le potenzialità sessuali, anche a sviluppo embrionale completato; infatti mentre una sua parte evolve in testicolo, un'altra si differenzia in ovario. La parte maschile e quella femminile possono essere funzionali e attive contemporaneamente, in tal caso si parla di ermafroditismo simultaneo, oppure in fasi differenti e successive della vita dell'individuo, e allora parliamo di ermafroditismo sequenziale.

L'ermafroditismo **simultaneo** è in genere la condizione tipica di un gran numero di organismi poco mobili, molto lenti o addirittura sessili, cioè incapaci di movimento e ancorati a un substrato solido. Se l'esplorazione dell'ambiente circostante alla ricerca di un partner riproduttivo è rallentata, o resa poco efficiente dalla scarsa motilità di un animale strisciante, allora è di massima utilità che l'incontro sessuale vada a buon fine. È questo il caso delle lumache marine o terrestri e di molti invertebrati.

In un incontro tra ermafroditi ciascun esemplare può, al contempo, fungere da maschio e quindi cedere all'altro i suoi spermatozoi, e da femmina mettendo a disposizione i propri ovuli.

Per gli ermafroditi che vivono ancorati a un substrato e riversano sia le uova che gli spermatozoi nell'ambiente esterno, è molto importante che le due tipologie di

gameti non vengano liberate contemporaneamente. Un'autofecondazione vanificherebbe il rimescolamento genetico tipico della riproduzione sessuale, così importante dal punto di vista evolutivo. Esempi di questa particolare tipologia di ermafroditi sono le spugne, le madrepora e i coralli; ancorati alle coste degli oceani, questi animali presentano entrambi i sessi all'interno di una stessa colonia e si riproducono sessualmente fecondando e venendo fecondati grazie alle correnti marine.

Particolarmente presente fra i pesci, l'ermafroditismo **sequenziale** prevede invece l'eventualità, per uno stesso individuo, di appartenere a due sessi diversi in differenti momenti. In età post-embriionale la gonade ancestrale rimane in una condizione di totipotenza, durante la quale si attiva prima la parte deputata alla produzione di un gamete, e poi l'altra, rimasta latente ma non regredita o scomparsa. La sequenza nell'avvicendamento tra i sessi è costante all'interno di una stessa specie, ma vi sono sia casi in cui l'individuo è prima femmina e poi diventa maschio (*proteroginia*), sia situazioni opposte in cui la condizione iniziale è quella maschile e si ha quindi l'evoluzione verso quella femminile (*proterandria*). A seconda delle condizioni esterne, può convenire diventare femmina nella fase adulta o viceversa. La *proteroginia*, che si riscontra in pesci come le cernie brune, sembra affermarsi quando per detenere un ampio territorio riproduttivo è utile essere un maschio robusto. La *proterandria*, invece, si ha per esempio nell'orata e nei pesci-pagliaccio; per questi esemplari, infatti, è più vantaggioso diventare una femmina adulta cui spetta il gravoso compito di produrre le uova (►figura B).



Figura B Un esempio di proterandria Una famiglia di pesci-pagliaccio (*Amphiprion ocellaris*) dove l'esemplare più grande è una femmina.