

## LE MIGRAZIONI

Le migrazioni sono spostamenti stagionali o ciclici che avvengono come risposta alla periodica modificazione dei cicli geofisici giornalieri e annuali, a cambiamenti del clima, della disponibilità di cibo e spesso tali comportamenti migratori sono in relazione riproduzione. Possono essere considerati come dei movimenti da un'area a un'altra su scala giornaliera/periodica/stagionale in base alla specie; in alcuni casi il tempo necessario a completare queste movimentazioni può riguardare l'intero ciclo vitale come nel caso delle anguille o dei salmoni. Nonostante si sia soliti associare le migrazioni a fenomeni imponenti come, ad esempio, i grandi branchi di gnu che migrano nelle pianure africane, moltissime specie migrano e questi spostamenti non sono sempre di migliaia di chilometri. possiamo fin da ora dire che i meccanismi di navigazione sono diversi e tra questi i più importanti sono rappresentati dalle cosiddette "bussole biologiche" che si basano sull'elaborazione dei dati del campo magnetico terrestre o di quelli di origine astronomica, e le cosiddette "mappe mentali" che consistono nel saper memorizzare punti di riferimento e disposizioni di luoghi cardini utili per la navigazione durante la migrazione. Esistono dunque specie che possiedono organi sensoriali specifici per poter rilevare e rielaborare informazioni utili (es. gradiente magnetico, o luce polarizzata) oltre alla capacità di memorizzare e ricordare mappe e vie già percorse. Vediamo alcuni esempi di fenomeni migratori che coinvolgono organismi estremamente distanti tra loro dal punto di vista evolutivo ma che hanno alla base degli aspetti comuni: il sostentamento e la riproduzione al fine della conservazione delle specie.

## PLANCTON

Con la parola plancton si comprendono tutti quegli organismi microscopici animali (zooplancton) che vegetali (fitoplankton), che si riscontrano sia negli ambienti marini che d'acqua dolce e che sono alla base della catena alimentare in questi ambienti. Pur essendo organismi estremamente semplici, sono anch'essi protagonisti di migrazioni, definite: "migrazioni verticali giornaliere", (o nictemerali). Questi movimenti, scoperti da Brady nel 1844 consistono in periodici spostamenti di questi organismi all'interno della colonna d'acqua dagli strati più profondi a quelli superficiali e viceversa. In genere le specie fitoplanctoniche (vegetali) al mattino spostano verso la superficie verso la luce (per la fotosintesi clorofilliana) e ridiscendono negli strati più profondi alla sera. Al contrario molte specie zooplanctoniche (animali) salgono verso la superficie al tramonto e ridiscendono all'alba per ricercare maggiore protezione. Alcune specie di Crostacei di piccolissime dimensioni sono in grado di risalire in superficie da oltre 900 m di profondità. Il fattore regolatore alla base di questi spostamenti è la luce, in base al fototropismo positivo o negativo delle diverse specie planctoniche, ovvero

vengono rispettivamente attratte o respinte dalla luce. In altri casi si affiancano o si sostituiscono cause legate alle esigenze alimentari oppure di difesa dalla predazione.

### **Insetti: FARFALLA MONARCA**

La farfalla monarca *Danaus plexippus* L. 1758 è il migliore esempio di migrazione tra gli insetti. Questa specie mostra esigenze diverse nelle differenti fasi vitali: larva, pupa, crisalide e adulto. Questa specie riesce a produrre in un anno circa 4 generazioni; le prime 3 hanno un'aspettativa di vita di 5-6 settimane, mentre la quarta è ben diversa e dura almeno 8 mesi per portare a termine l'intera migrazione. La lunga migrazione di massa porta ogni inverno milioni di questi animali dal Canada in California e in Messico, un viaggio di quasi 5 mila chilometri!!! Gli insetti devono mettersi in volo ogni autunno prima che arrivi il freddo, che li ucciderebbe qualora indugiassero. La farfalla monarca comincia la sua vita come uovo, dal quale fuoriesce una larva che mangia il proprio guscio e, in seguito, le piante *Asclepiadacee* su cui era stata deposta. La larva aumenta di peso e si trasforma in bruco che crea intorno a sé un involucro protettivo ed entra nello stadio di pupa. Ne fuoriesce un adulto con un colore base di nero, arancione e bianco, una colorazione facilmente riconoscibile nonché un segnale per gli eventuali predatori poiché l'insetto è velenoso e ha un cattivo sapore (altre informazioni su questa colorazione le troverete nei files sul mimetismo). Le farfalle che escono dalle crisalidi (pupa) tra la fine dell'estate e l'inizio dell'autunno sono diverse da quelle che subiscono la medesima metamorfosi durante le giornate più lunghe e con temperature più calde, della stagione estiva. Le prime monarca sono nate per volare ed hanno ben chiaro, per via dei cambiamenti meteorologici e climatici, che per sopravvivere dovranno intraprendere un lungo viaggio. Solo le farfalle nate a fine estate o inizio autunno migrano, compiendo un viaggio di andata e ritorno. All'inizio della migrazione invernale dell'anno successivo, si sono già succedute diverse generazioni estive e a mettersi il viaggio saranno i pronipoti dei migratori dell'anno prima. Eppure, queste nuove generazioni in qualche modo conoscono già la strada e seguono le stesse rotte utilizzate dai loro antenati, a volte tornando addirittura nel medesimo albero. L'opinione più diffusa è sempre stata che le farfalle seguano le linee del campo di forza magnetico, ma alcuni ricercatori della Queen's University di Kingston, in Ontario, hanno suggerito invece che esse usano il Sole come bussola. I risultati della ricerca sono stati pubblicati sui "Proceedings of the National Academy of Sciences". "Pensiamo che sia l'inizio di una grande storia scientifica che sta per evolversi, perché ora abbiamo un buon metodo per studiare in laboratorio il comportamento migratorio delle farfalle con grande precisione," dice Barrie Frost, ricercatore della Queen's University. La migrazione delle farfalle monarca ha sempre affascinato i ricercatori, che non riuscirono neppure a scoprire la destinazione finale di molte farfalle fino alla metà degli anni settanta. Frost e i suoi collaboratori hanno raccolto 59 farfalle vicino al lago Ontario, tra il 9 di settembre e il 2 di ottobre dello scorso anno, nel bel mezzo della stagione migratoria. In laboratorio, le farfalle sono state legate in cima a

piccoli cilindri di plastica e tenute sotto controllo con una telecamera mentre un flusso d'aria costante soffiava sotto le loro ali. Per vedere se il Sole svolgeva un ruolo nella migrazione, i ricercatori le hanno divise in tre gruppi che sono stati esposti alla luce in diversi intervalli di 12 ore. Le farfalle sono state tenute in laboratorio in queste condizioni per cinque giorni, prima di essere riportate all'aperto, alla luce del Sole. Si è visto così che il primo gruppo, esposto alla luce dalla 7 alle 19, si è diretto immediatamente a sud-ovest, verso il Messico. Le farfalle esposte fra le 13 e l'una del mattino, invece, si sono dirette verso sud-est. Il terzo gruppo, esposto fra l'una del mattino e le 13, si è diretto addirittura verso nord-est. Molti scienziati sono preoccupati per la popolazione orientale di farfalle monarca, che trascorre l'estate a est delle Montagne Rocciose. Questo gruppo si presenta in numero sempre più ridotto, e la sua sopravvivenza potrebbe essere minacciata da una serie di disastri naturali nelle zone di svernamento messicane, oltre che dalla diminuzione del numero di acri di Asclepiadacee nell'habitat estivo.

Per chi interessato, un link e alcuni dati del 2024

<https://www.worldwildlife.org/stories/eastern-migratory-monarch-butterfly-populations-decrease-by-59-in-2024>

## **Insetti: LOCUSTA**

Questi insetti *Schistocerca gregaria*, (Forsk. 1775), sono di natura solitari ma attraversano anche un'altra fase comportamentale, detta "fase gregaria". In particolari condizioni ambientali le locuste passano da una vita solitaria ad a quella di gruppo modificando anche la loro conformazione fisica. Infatti prima di formare sciame questi animali modificano la loro struttura fisica, aumentano di dimensioni e iniziano a produrre un ormone: il locustolo. Questo induce un aumento della produzione della melanina, tanto da modificare il colore delle ali da gialle a nere e l'ormone stesso funge da richiamo per altri individui per la formazione dello sciame.. Le stagioni caratterizzate dalla crescita di molte piante verdi favoriscono la formazione di sciame e di conseguenza favoriscono l'accoppiamento, le locuste possono aggregarsi in sciame fitti, e voraci. Gli sciame di locuste devastano le piantagioni e provocano gravi danni all'agricoltura, con conseguenti perdite di interi raccolti. Gli effetti devastanti soprattutto nelle regioni dell'Africa orientale, Medio Oriente e Asia, Le migrazioni di locuste del deserto possono mettere a repentaglio la sussistenza economica di un decimo della popolazione mondiale. Uno sciame di locuste del deserto può misurare 1.200 chilometri quadrati e compattare tra i 40 e gli 80 milioni di insetti in meno di un chilometro quadrato. Ogni esemplare può mangiare giornalmente una quantità di vegetali pari al proprio peso, per cui uno sciame di quelle dimensioni è in grado di consumare 192 milioni di kg di piante al giorno. Come i singoli insetti al loro interno, gli sciame di locuste sono generalmente mobili e possono coprire lunghe

distanze. Nel 1954, uno sciame si spostò dall'Africa nordoccidentale alla Gran Bretagna. Nel 1958 uno sciame si spostò di 3000 km coprendo una distanza tra Etiopia e Sudan (zone di riproduzione), alla Somalia, dove lo sciame, raggiunto l'Oceano Indiano, morì, ad eccezione di un piccolo gruppo che rimase in Somalia. Nel 1988, un altro affrontò il lungo viaggio dall'Africa occidentale ai Caraibi.

Il link FAO

<https://www.fao.org/locust-watch/en>

### **Crostacei: ARAGOSTA SPINOSA**

Normalmente questi animali sono solitari, ma si riuniscono una volta l'anno, formano lunghe colonne mantenendosi costantemente in contatto tra loro. Si radunano al largo dello Yucatan

### **Anfibi: IL ROSPO COMUNE**

Un esempio molto comune che ritroviamo comunemente anche alle nostre latitudini è quello di del rospo comune *Bufo Bufo* (Linnaeus, 1758), che, al contrario di quanto si pensi passa la maggior parte dell'anno nelle campagne e nei boschi, anche distante dalle raccolte d'acqua. Dopo una fase invernale di letargo, questi anfibi a partire da marzo con l'aumento delle temperature si riattivano metabolicamente ed iniziano la stagione riproduttiva. In questa fase si muovono alla ricerca di stagni e pozze dove deporre le uova; ciò accade tra fine febbraio e aprile. Gli spostamenti possono essere anche di diversi chilometri e sono particolarmente comuni al calar del sole nella fascia oraria che va dalle 18.00 alle 23.00. Durante questa fase, a causa dell'antropizzazione umana, spesso si ritrovano ad attraversare strade trafficate e centinaia di individui muoiono. A tal proposito diverse nazioni specialmente nordeuropee hanno creato tunnel e cavalcavia verdi che permettano l'attraversamento indenne delle zone trafficate. Una volta riprodottisi, gli esemplari ritornano nelle aree di origine seguiti, quattro mesi dopo, dai piccoli, che per la prima volta raggiungono un luogo adatto per rimanervi fino al raggiungimento dell'età adulta pari a 5 anni. Solo dopo questo periodo, raggiunta la maturità sessuale, intraprenderanno il viaggio per tornare ai siti riproduttivi. La conservazione di queste specie è dunque fondamentale specialmente in relazione al ruolo di bioindicatori della qualità ambientale sia degli ambienti acquatici che terrestri rivestita dagli Anfibi.

### **Pesci: i salmoni**

Il salmone è un pesce che trascorre la prima parte della sua vita in acqua dolce la parte successiva in acqua salata per poi ritornare in acqua dolce, al momento della piena maturità sessuale, per la riproduzione, tale tipologia di migrazione è definito anadroma (che corre in su per riprodursi) per

differenziarle con le forme catadrome (che corre in giù per riprodursi) es. anguilla. I salmoni adulti tornano negli stessi fiumi in cui sono nati e dai quali sono ridiscesi per vivere in mare. In realtà il tipico comportamento migratorio accomuna tutte le specie di salmone, sia quella atlantica *Salmo salar* (Linnaeus, 1758), che quelle (ben 6) dell'Oceano Pacifico (Genere *Onchorynchis*). Tutti i salmoni nascono in acqua dolce, ridiscendono i fiumi fino a raggiungere il mare dove vivranno fino a completo sviluppo per circa 4 anni accumulando massa corporea e grasso, per poi ritornare nel periodo riproduttivo nel proprio fiume per dare origine a una nuova generazione. Durante i giorni necessari per risalire i fiumi d'origine, i salmoni subiscono un progressivo stress dovuto al passaggio da un ambiente d'acqua salata ad uno d'acqua dolce e contemporaneamente i maschi subiscono vere e proprie modificazioni anatomiche esternamente visibili come l'aumento della colorazione rossa sul dorso e l'allungamento della mascella che conferisce a questi pesci un aspetto allungato. Pur essendo accomunati dalla stessa tecnica riproduttiva che si basa sulla migrazione, vi sono differenze tra le specie del Pacifico e quella atlantica. Infatti, il 10% circa di *Salmo salar*, dopo l'accoppiamento che avviene nella parte superiori (sorgenti) dei fiumi nativi, riesce a tornare in mare (principalmente femmine), mentre le specie del Pacifico muoiono. come fanno i salmoni a ritrovare il luogo di riproduzione? Molto probabilmente al momento della nascita le caratteristiche chimico fisiche dell'acqua e le componenti aromatiche in essa disciolti forniscono un imprinting olfattivo che l'animale porta con sé a vita. A questa teoria se ne aggiunge una descritta scientificamente nel 2013 da alcuni ricercatori dell'Università dell'Oregon State University che hanno dimostrato la capacità di seguire i campi magnetici terrestri, giungendo a conclusione che i pesci, al momento della prima discesa al mare nella fase giovanile, "memorizzano" le coordinate magnetiche del luogo d'origine. Alcune specie di salmoni migrano di pochi chilometri, altre possono intraprendere viaggi di più di 3000 km. I maschi in genere arrivano prima delle femmine e stabiliscono un territorio che difendono dai conspecifici. Le femmine di *Salmo Salar* (salmone atlantico) si possono accoppiare con più soggetti, mentre quelle delle specie del Pacifico scelgono un partner durante la risalita del corso d'acqua. dopo aver preparato un nido scavato nell'alveo del fiume, le femmine depongono le uova che vengono fecondate dai maschi. In seguito, nasceranno gli avannotti che dopo un primo periodo di crescita torneranno a mare discendendo il corso d'acqua natio. Domanda, nel corso del programma quale altro pesce migratore è stato già incontrato? (es. controllare in sezione specie autoctone)

### **Uccelli: la sterna artica**

Questo uccello *Sterna paradisaea* (Pontopiddan, 1763), noto comunemente come sterna artica o sterna coda lunga è l'esempio estremo di migrazione all'interno della Classe Aves poiché migra dalla Groenlandia al Polo Sud (nell'inverno australe) annualmente ripercorrendo poi il tragitto a ritroso. Uno studio del British Antarctic Durbey (BAS) basato sull'applicazione di geolocalizzatori

miniaturizzati (1,4 g di peso), ha permesso di tracciare gli spostamenti annuali degli 11 esemplari marcati, rivelando una distanza media percorsa annualmente pari a 70.900 km. con una variabilità tra gli 80.000 km, e i 60.000 km Lo studio ha anche tracciato la direzione delle rotte migratorie, che sono state intraprese lungo le coste sudamericane o africane. Contrariamente a quello che ci si potrebbe aspettare, le sterne non intraprendono un viaggio rettilineo, che rappresenterebbe la strada più breve tra il punto di partenza e quello di arrivo: numerosi individui, infatti, dopo essere giunti dalla Groenlandia sulle coste dell'Africa settentrionale hanno attraversato l'Oceano Atlantico per proseguire nuovamente verso sud nei pressi del Sud America. Questo pattern migratorio è stato ritrovato anche nella direzione migratoria opposta, dall'Antartide alla Groenlandia. Inoltre per sfruttare al meglio le correnti e dunque sprecare meno energia è stato visto che a livello equatoriale si ha l'attraversamento della fascia atlantica sia nei viaggi di andata che di ritorno verso nord per tornare ai siti di riproduzione.

### **Mammiferi: la balena grigia**

La balena grigia *Eschirichtius robustus* (Lilljeborg, 1861) è una delle più grandi specie migratrici potendo raggiungerei 15 m. di lunghezza. La migrazione inizia a partire dalla fine di novembre e continua fino a febbraio inoltrato; periodo durante il quale questi mammiferi abbandonano il Pacifico settentrionale e il Mare Artico dove soggiornano durante la primavera sfruttando al massimo l'enorme ricchezza alimentare offerta da questi mari ricchi di crostacei. La destinazione del viaggio lungo 20000 km, sono le calde acque del sud della California e del Messico. Il viaggio viene percorso prendendo come riferimento il profilo costiero; infatti, spesso questi animali effettuano il cosiddetto "spy hopping" che consiste nel guardare fuori dall'acqua probabilmente per valutare punti di riferimento costieri e per interazioni sociali all'interno di detti "pod".Una volta raggiunta le meta finale, le femmine gravide partoriscono dopo circa un anno di gestazione e allattano i piccoli che alla nascita misurano 4 m. di lunghezza. Terminata la stagione estiva, gli esemplari con i piccoli al seguito re intraprendono le migrazione questa volta con destinazione nord verso le fredde acque marine artiche.

**N.B.** Il docente invita gli studenti ad approfondire l'argomento ricercando altri esempi di animali migratori che potranno magari essere discussi in sede di valutazione orale finale.

### **Cosa seguono gli animali migratori?**

Gli animali migratori possono utilizzare diversi parametri al fine di seguire le corrette rotte migratorie, tra questi ricordiamo:

#### A) Paesaggio

Anche se può sembrare scontato, le montagne, le vallate o altri elementi ambientali caratteristici possono fungere da orientamento per gli animali migratori, specialmente per quelli che ripetono questi spostamenti periodicamente durante la loro vita. Le balene che migrano dal Nordamerica alle calde acque messicane seguono i profili costieri essendo uno spostamento da nord a sud e viceversa, dunque la costa rappresenta un elemento costante. Esempi simili si riscontrano ad esempio in tutte le specie aviarie migranti.

#### B) Odori

Pur non rappresentando il parametro più comunemente utilizzato dagli animali nelle migrazioni, questo senso viene utilizzato, come detto precedentemente, dai salmoni e molto probabilmente dalle grandi mandrie di animali migratori (gnu e zebre principalmente), che seguono l'odore della pioggia nel secco Serengeti per raggiungere pascoli migliori.

#### C) Fasi solari, lunari e stelle

Alcuni animali come gli storni si orientano basandosi sugli spostamenti del sole da est a ovest e/o sulla polarizzazione della luce percepita; tale metodica ha dei limiti dovute alle condizioni climatiche e inficiare sui tempi della migrazione qualora la stessa specie non dovesse utilizzare anche la luna come riferimento migratorio. Anche la volta celeste, così come per l'uomo può guidare gli spostamenti migratori, ad esempio la *Passerina cyanea* L. mantiene come riferimento la stella Betelgeuse nella Costellazione di Orione.

#### D) Campo elettromagnetico terrestre.

Il pianeta terra ha due fari magnetici rappresentati dal Polo Nord magnetico e dal Polo Sud magnetico. Questi punti ben precisi sulla superficie terrestre non corrispondono con il Polo Nord e con il Polo Sud e rappresentano il punto dal quale fuoriescono le linee di forza del campo magnetico terrestre (linee verticali) Numerose specie di animali tra i quali uccelli e Cetacei si orientano seguendo il campo magnetico, di conseguenza una sua modificazione può portare queste specie ben lontano dai luoghi di destinazione delle rotte migratorie a causa di anomali attività solari, tempeste solari, o inversioni dei poli, fenomeno che avviene circa ogni 200000 anni. Alla base di questa capacità di orientamento vi sono diverse teorie. Gli uccelli, ad esempio, potrebbero dunque orientarsi grazie all'interazione tra il superossido, elemento fortemente reattivo presente nell'organismo e implicato ad esempio nei fenomeni d'invecchiamento solare, con il criptocromo, un

recettore sensibile alla luce blu presente a livello di retina. L'informazione finale verrebbe alla fine elaborata a livello cerebrale. Altri animali come le farfalle o i pipistrelli sono dotati di microscopici granuli di magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), il caso più estremo è rappresentato dai batteri magnetotattici tra i quali *Magnetospirillum magnetotacticum* che ha acquistato la capacità di formare degli organelli, i magnetosomi, che possono concentrare cristalli di magnetite dall'ambiente e formare strutture lineari simile ad aghi magnetici. Questo organismo funziona come una bussola poiché la forza esercitata dal campo magnetico terrestre sui magnetosomi è sufficiente a far ruotare l'intero organismo, allineandolo con il campo terrestre essendo molto leggero. Ciò è utile in particolare negli habitat di questa specie che sono le zone di transizione acqua-terraferma sulle quali agiscono molte forze naturali.

N.B. Perché migrare di notte?

Numerose specie di uccelli scelgono questo momento della giornata per migrare... perché? La notte consente innanzitutto una maggior protezione nei confronti dei predatori, le temperature più fresche causano fenomeni di disidratazione meno intensi. Inoltre, di notte questi animali possono usufruire di un risparmio energetico grazie all'aria più fresca e più densa che diminuisce il consumo energetico. Gli uccelli in tal modo possono sfruttare al meglio le ore diurne per la ricerca del cibo, in tal modo guadagnano ulteriore tempo durante il viaggio utilizzando le ore notturne per gli spostamenti. non da ultimo, inoltre, la luna può fungere almeno per alcune specie da "bussola lunare", un po' come il sole per i migratori diurni