

# DISPENSE PER OFA (Obblighi Formativi Aggiuntivi)

## Modalità di verifica dei requisiti

La verifica sarà effettuata da una Commissione, nominata dal Consiglio di corso di studio, composta da 2 docenti o ricercatori della Scuola. L'eventuale esito negativo della verifica comporta l'adempimento da parte dello studente di specifici obblighi formativi aggiuntivi (OFA) consistenti in attività individuali definite dal Consiglio di corso di studio e pubblicate sul sito web del corso di studio. Gli obblighi formativi aggiuntivi assegnati si intendono assolti con il superamento di un esame qualsiasi del primo anno, esclusa l' idoneità di inglese. Tale obbligo deve essere assolto entro il termine stabilito dagli Organi Accademici. Il mancato assolvimento degli obblighi formativi aggiuntivi comporta la ripetizione dell'iscrizione al primo anno di corso.

L'eventuale esonero dalla verifica delle conoscenze per l'accesso al corso di laurea in caso di rinuncia, decadenza, trasferimento ecc. è valutato dal Consiglio di corso di studio in base ai seguenti criteri: a) presenza in carriera di almeno 6 crediti formativi universitari (CFU) nei settori scientifico-disciplinari (SSD) dei gruppi BIO, VET ed AGR; b) aver maturato i CFU previsti al punto precedente da non oltre 10 anni, per evitare che le conoscenze acquisite siano nel frattempo divenute obsolete.



## 1. INTRODUZIONE

Gli oceani sono attualmente abitati da circa 14.500 specie di pesci appartenenti a 3 classi: Agnata (lamprede e mixine), **Chondroichthyes** (squali, razze e chimere) e **Osteichthyes**. Quest'ultima classe è divisa nelle sottoclassi **Actinopterygii** (pesci ossei) e **Sarcopterygii**, con due specie di celacanti.

Oltre il 90% delle specie descritte di pesci appartengono agli Actinopterygii (13.500 specie), mentre i condroitti sono presenti con circa 950 specie, 400 specie di squali, 500 di batoidei (razze e pesci violino) e 40 di chimere. Gli agnati costituiscono un gruppo assai ristretto di specie (45).

I pesci ossei sono quindi, per numero di specie, il taxa dominante. Sono distribuiti a tutte le latitudini e le profondità, dalle acque salmastre e costiere fino a quelle abissali, evidenziando un'ampissima varietà di adattamenti differenti a livello anatomico, fisiologico, ecologico e comportamentale.

In mare la fauna ittica fa parte del **Necton** e cioè di quelle specie animali in grado di compiere movimenti indipendenti dai movimenti delle masse d'acqua ed in particolare ampi spostamenti orizzontali. Il necton può essere poi suddiviso in categorie funzionali in base alla posizione assunta nella colonna d'acqua e quindi allo stile di vita. Si riconoscono quindi **specie bentoniche**, che vivono in corrispondenza del fondo, **specie demersali o nectobentoniche**, che vivono per lo più negli strati d'acqua prossimi al fondo e infine specie **pelagiche** che si muovono attivamente nella colonna d'acqua.

Molte specie hanno inoltre una grande importanza come fonti di cibo per l'uomo e sono soggette a pesca intensiva.

## **Cellula animale e vegetale**

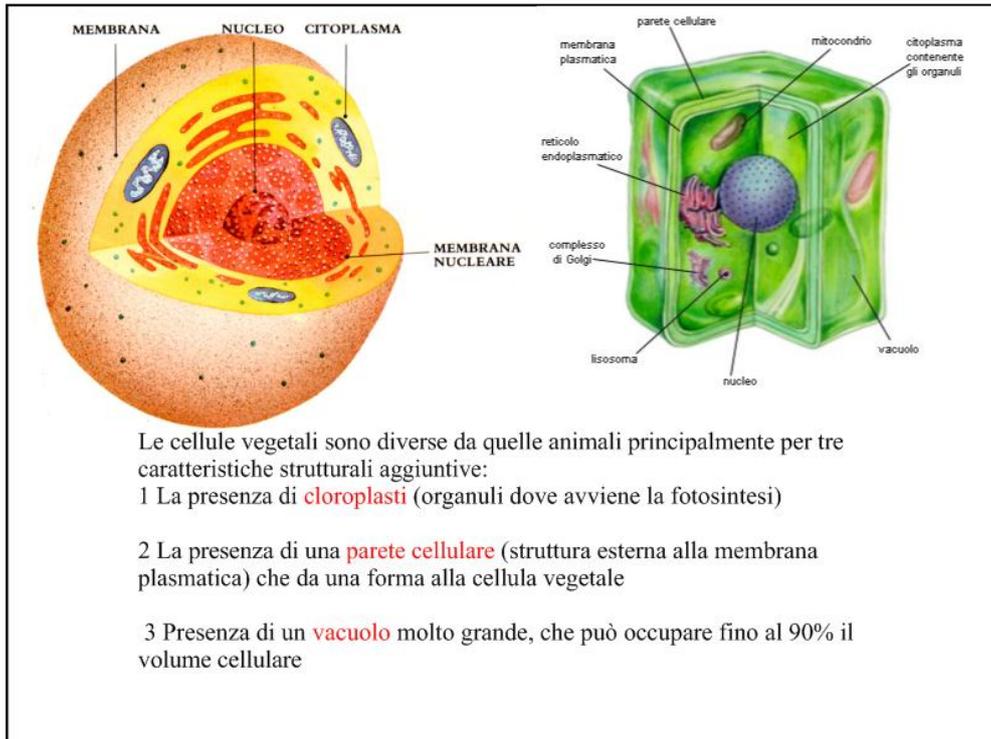
Le **cellule** sono piccole unità delimitate da una membrana piene di una soluzione concentrata di sostanze chimiche: sono le unità fondamentali della vita. Esse sono diversissime tra loro per aspetto, funzioni e forma.

Abbiamo due tipologie di cellula: la cellula **procariotica** e la cellula **eucariotica**; la sostanziale differenza tra questi due tipi di cellule è l'assenza di un involucro nucleare in quella procariotica.

**Tra cellula animale e vegetale esiste qualche differenza: la cellula animale manca di una parete cellulare, non possiede cloroplasti e ha la capacità di cambiare forma; nella cellula vegetale sono presenti delle cavità piene di liquido (vacuoli), totalmente assenti nella cellula animale.**

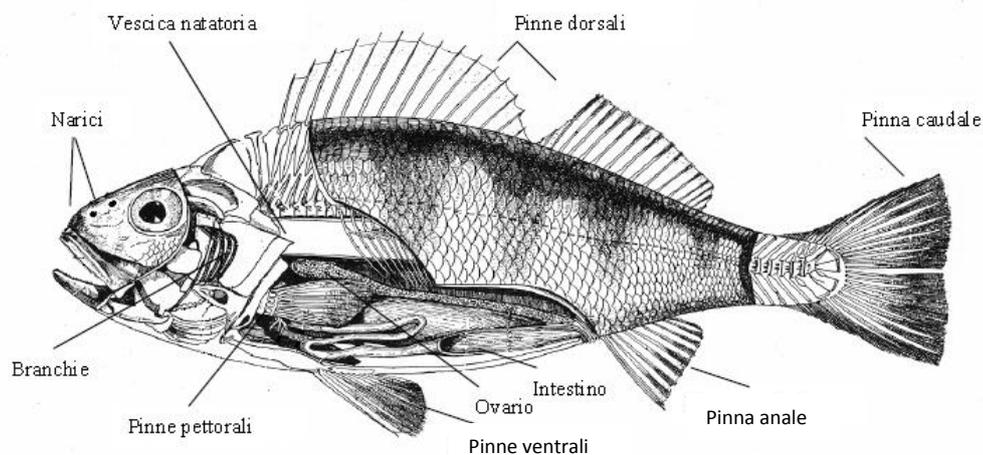
## Cellula animale

## Cellula vegetale



Gli elementi principali che si considerano nel descrivere i vari pesci sono:

Le **branchie**, generalmente in numero di 5 ai due lati della faringe, sono protette da un opercolo. Tra questo ultimo e le branchie può venire a delimitarsi un'ampia camera branchiale. L'acqua, aspirata attraverso la bocca dopo la chiusura dell'opercolo e l'espansione della camera branchiale, viene fatta fuoriuscire attraverso l'apertura opercolare attraversando le branchie, ossigenando quindi il sangue e permettendo così al pesce di respirare.



Schema dell'organizzazione anatomica di un teleosteo del genere *Perca* (modificato da Romer: *Anatomia comparata dei vertebrati*, Piccin edit. Padova, 1978)

Le **pinne** hanno una funzione importante per la stabilizzazione del corpo in acqua, per i movimenti natatori e le manovre. I pesci possiedono **pinne impari** poste rispettivamente lungo la linea

mediana superiore (**pinne dorsali**) e ventralmente in posizione posteriore all'ano (**pinna anale**). La loro funzione è quella del mantenimento dell'assetto verticale conferendo al pesce stabilità anti rollio. L'estremità posteriore del corpo termina con una pinna caudale di forma generalmente simmetrica (**coda omocerca**) che ha una funzione importante nella spinta natatoria. Le pinne pari sono costituite da due gruppi: le **pinne pettorali**, poste subito dietro le branchie ai lati della testa, e le **ventrali**, normalmente situate in posizione più arretrata e più bassa. La funzione principale delle pinne pettorali è connessa al mantenimento dell'equilibrio. Anche le pinne ventrali hanno una funzione per l'equilibrio e se dispiegate verso il basso aiutano il pesce nei rallentamenti bruschi del nuoto.

La **vescica natatoria** è una struttura elastica, ripiena di aria o altri gas che funziona essenzialmente come organo idrostatico. E' posta in posizione dorsale nella cavità viscerale, al di sotto della colonna vertebrale. La variazione del contenuto del gas nella vescica natatoria determina un cambiamento nel peso specifico del pesce e di conseguenza gli consente di avere un assetto neutro bilanciando quindi la spinta verso il fondo. Ciò consente un consistente risparmio energetico al pesce permettendogli di rimanere stabile ad una determinata profondità senza dover far ricorso al nuoto.

## 2. BIODIVERSITÀ

Le specie conosciute di pesci ossei sono circa 25.000, 13.500 delle quali (circa il 60% del totale) sono distribuite in acque marine e salmastre. I pesci cartilaginei formano un raggruppamento più circoscritto con circa 1000 specie di squali, razze e chimere.

La ricchezza di specie e la biodiversità mostrano forti differenze a livello geografico: le aree marine con il maggior numero di specie sono costituite dalle zone costiere delle regioni tropicali e subtropicali (8.500 specie), specialmente quelle caratterizzate da barriere coralline, mentre le regioni più povere sono quelle fredde poste in prossimità dei poli. I fondali costieri e della piattaforma continentale delle regioni temperate ospitano circa 2000 specie mentre è assai ridotto il numero di specie **nectoniche** che vive in acque **epipelagiche** dalla superficie fino a 200 m di profondità. Il rimanente numero di specie è distribuito o sui fondi profondi dalla scarpata continentale fino alle fosse oceaniche, o conduce vita **mesopelagica** tra 200 e 1000 m o **batipelagica** tra 1000 fino a circa 3000 m.

## 3. ADATTAMENTI GENERALI: FORMA DEL CORPO E LOCOMOZIONE

Gli adattamenti dei pesci alla vita nelle acque e al movimento sono determinati dalle caratteristiche del mezzo acquatico. La densità e la viscosità in primo luogo, superiori rispettivamente di 800 e 65.000 volte rispetto all'aria, che favoriscono il galleggiamento e hanno permesso ai pesci di evolvere strutture interne di sostegno leggere non essendoci la necessità di sostenere il loro peso contro la forza di gravità. I movimenti natatori sono stati classificati in due categorie generiche in base alla loro estensione temporale:

i) nuoto periodico, caratterizzato da ripetizioni cicliche dei movimenti propulsivi. E' impiegato per spostamenti relativamente lunghi e condotti a velocità costante.

ii) movimenti temporanei (transienti), che includono gli scatti brevi, le manovre di fuga e altri piccoli movimenti più o meno occasionali.

Un'altra classificazione è effettuata tenendo in considerazione le caratteristiche del movimento che può essere ondulatorio o oscillatorio.

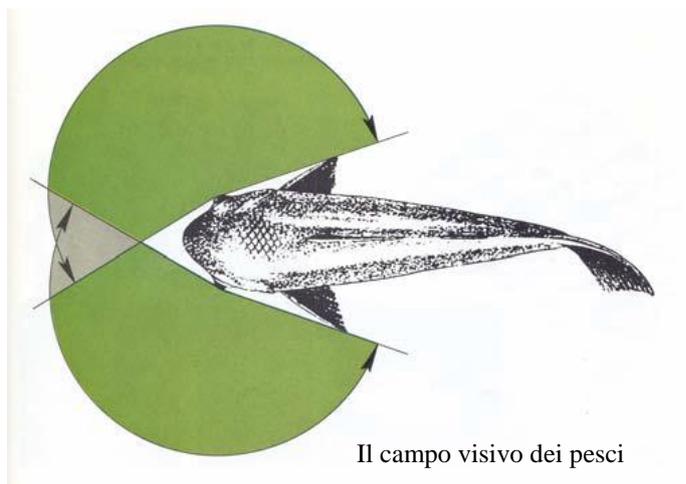
#### 4. IL SISTEMA SENSORIALE

I pesci, come tutti gli altri animali, recepiscono e rispondono continuamente ad una varietà di stimoli esterni. Quest'ultimi possono determinare risposte immediate o fornire informazione che inducono a cambiamenti fisio-ecologici nel lungo periodo. Ad esempio le migrazioni di molte specie o la riproduzione sono spesso correlate alle variazioni stagionali del fotoperiodo. I pesci hanno evoluto quindi un sistema sensoriale capace di ricevere stimoli visivi (fotorecettori), tattili (meccanorecettori), chimici (chemorecettori) e in alcuni casi elettrici (elettrorecettori) che consente loro di recepire informazioni dall'ambiente esterno e modificare il proprio comportamento in maniera adattativa.

##### 4.1 La visione

La visione consente ai pesci di ottenere informazioni da oggetti posti nelle vicinanze mentre la sua utilità si riduce all'aumentare della distanza, ciò a causa del contrasto visivo che decresce rapidamente nell'acqua. In acque molto trasparenti la capacità visiva di un pesce non oltrepassa generalmente i 40 m.

La vista è sicuramente importante in ambienti costieri, come dimostra la diffusione di colorazioni appariscenti in molte specie di teleostei, spesso legate al loro comportamento sociale e riproduttivo. I pesci sono in grado di distinguere pattern di colorazioni differenti e forme diverse. La vista però nei pesci funziona in maniera diversa rispetto a quella degli esseri umani. Gli occhi sono in posizione distanziata ai lati del capo e da ciò risulta che ciascun occhio ha un suo campo

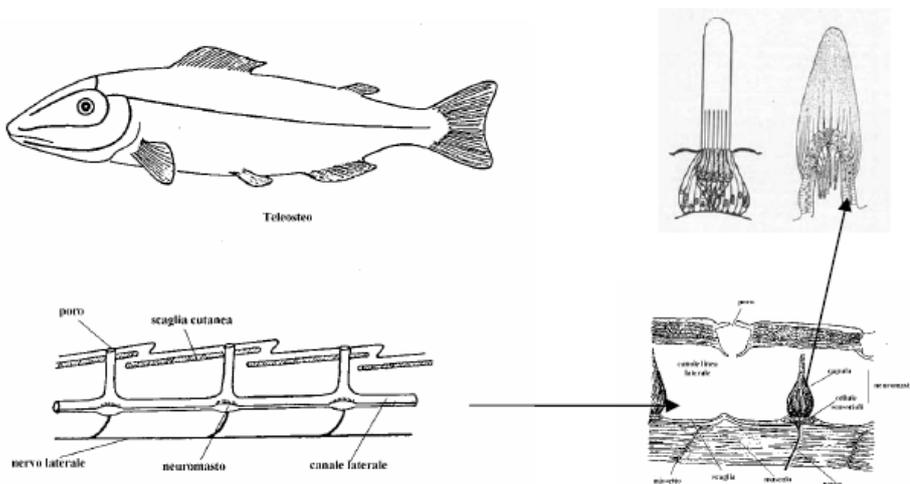


di visione separato, ad eccezione di un piccola area posta davanti al muso del pesce dove questi due campi di visione si sovrappongono. Quindi solo in questa piccola area i pesci riescono a percepire la prospettiva. I loro occhi vedono anche con contrazioni minime dell'iride, la parte colorata dell'occhio che si contrae e si dilata a secondo dell'intensità luminosa.

## 4.2 Il sistema acustico-laterale

L'orecchio interno e la linea laterale funzionano come un unico sistema nei pesci che è fondamentale per la recezione di stimoli pressori e acustici dall'ambiente circostante. La sua funzione principale è quella di permettere all'individuo la recezione di stimoli pressori sulla superficie del corpo.

Negli Osteitti il sistema laterale è ben sviluppato ed è costituito da un canale che corre lungo ciascun fianco e che continua in avanti sul capo, dove si ramifica in modo complicato. Tale canale è ben riconoscibile sui fianchi perché coperto da una fila di scaglie cutanee laterali. Ciascuna scaglia è perforata da un orifizio attraverso il quale decorre un tubulo che si apre in un poro alla superficie cutanea. I canali della linea laterale contengono a loro volta meccanorecettori, noti come neuromasti, che costituiscono l'unità base del sistema meccanorecettivo della linea laterale. I neuromasti sono organi a forma di cupola costituiti da un gruppo di cellule sensoriali cigliate generalmente con una cupola gelatinosa che include i fasci di cilia che si estendono in alto al disopra dell'epitelio. Le cellule sensoriali sono contornate da cellule di sostegno e trasmettono gli stimoli esterni al sistema nervoso (ostacoli, pressione esterna, pericoli ecc.)

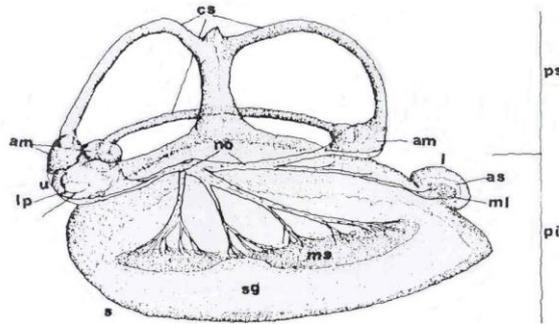


Il sistema della linea laterale. In alto a sinistra: disposizione sul corpo; in basso a sinistra: struttura del canale della linea laterale che perfora le scaglie aprendosi ad intervalli sulla superficie del corpo; in basso a destra: posizione dei neuromasti; in alto a destra: struttura dei neuromasti della linea laterale e dell'orecchio interno.

## 4.3 L'udito

I suoni in ambiente acquatico sono generati dal movimento o dalla vibrazione di corpi immersi e sono il risultato dell'elasticità intrinseca del mezzo. La velocità di propagazione del suono nell'acqua è circa quattro volte superiore a quello nell'aria: infatti il suono nell'acqua compie 1500 metri al secondo. I suoni variano nelle proprie caratteristiche (es. lunghezza d'onda, frequenza, intensità) a secondo della fonte che li emette e pertanto possono fornire informazioni all'individuo sulla presenza nell'ambiente di determinati oggetti, come ad esempio una preda o un predatore.

Per la recezione dei suoni nei Teleostei svolgono in generale un ruolo primario gli otoliti dell'orecchio interno, costituiti da tre coppie di ossicini.



Sezione trasversale dell'orecchio interno destro (da Morales-Nin, 1992). am: ampolla as: asterisco, cs: canali semicircolari, l: lagena, lp: lapillo, ml: macula della lagena, ms: macula del sacculo, mu: macula dell'utricolo, no: nervo acustico, pi: parte inferiore, ps: parte superiore, s: sacculo, sg: sagitta, u: utricolo.

## 5. ALIMENTAZIONE E COMPORTAMENTO TROFICO

Il regime alimentare dei pesci è altamente differenziato e presenta di conseguenza una grande varietà di adattamenti morfologici (forma della bocca e dei denti, recettori gustativi, innervazioni sensoriali nel capo, lunghi barbigli, raggi delle pinne modificati) e comportamentali (strategie di alimentazione). Questi adattamenti interessano tutte le fasi del processo di acquisizione del cibo: dalla ricerca alla individuazione, dalla cattura alla digestione.

In rapporto alle abitudini alimentari delle varie specie si notano delle variazioni di notevole importanza nella forma e grandezza della bocca, dei denti, delle branchie e del sistema digestivo.

### 5.1 Adattamenti comportamentali

A causa della grande varietà nella dieta dei pesci, molti autori ritengono conveniente analizzare i diversi comportamenti alimentari descrivendo le maggiori categorie trofiche. In questo tipo di approccio una certa enfasi è data alla descrizione delle strategie di alimentazione, alle modalità sensoriali usate e alla relazione tra comportamento alimentare e habitat.

#### 5.1.1 Categorie trofiche o strategie alimentari

**Detritivori.** In genere bentonici, sono pesci che si nutrono dei detriti organici che si depositano sul fondo (materiale accumulato sul fondo: particolato organico animale o vegetale, sedimento, batteri, protozoi, muco dei coralli) tramite un meccanismo di smistamento a livello bucco-faringeo.

Il cefalo (*Mugil cephalus*) nuota in prossimità del fondo aspirando all'interno della cavità buccale (ampia con il labbro superiore particolarmente pronunciato e munita di piccoli denti) piccoli organismi (molluschi) ed alghe, incluso detrito.

**Erbivori.** Possono essere riconosciute tre categorie di erbivori, Filtratori, Raschiatori, Brucatori.

- Filtratori. Si nutrono principalmente di fitoplancton, comprese diatomee, dinoflagellati alghe brune e verdi. I denti sono del tutto assenti oppure ridotti.

- Raschiatori. Specie che si nutrono delle alghe epilitiche, tappezzanti le rocce e la vegetazione sommerse.

- Brucatori. Le specie che mangiano regolarmente fanerogame marine e alghe presentano un' ampia varietà di adattamenti nella forma della bocca e nei denti atti a migliorare le capacità di presa.

**Carnivori:** Numerosi pesci sono carnivori, nutrendosi di animali vivi con una grande varietà di modalità e adattamenti. Possiamo così distinguere planctofagi, cacciatori all'agguato, cacciatori mimetici (o all'inganno), cacciatori all'inseguimento, trituratori e bentofagi.

- Planctofagi. Le branchie di numerosi pesci pelagici hanno funzione filtrante.

- Cacciatori all'agguato. Sono pesci particolarmente modificati per mimetizzarsi sul fondo ed attaccare ingannando in varie maniere la preda.

- Bentofagi. Le specie che si cibano di prede che vivono sul o nel fondo.

- Trituratori. Come già riferito in precedenza le specie che adottano questa strategia alimentare hanno bocche munite di dentature specializzate a tritare alimenti duri (molluschi, coralli, alghe calcaree, echinodermi etc.). Una specializzazione a questa particolare forma di alimentazione è data dalla presenza di potenti muscoli mandibolari e di un cranio raccorciato e robusto.

**Necrofagi:** alcuni pesci si nutrono di organismi morti o feriti, inclusi quelli catturati da altri pesci o intrappolati in rete o ami. La ricerca di questo cibo è legata a recettori chimici, olfattivi e pressori.

**Succhiatori:** a questa categoria appartengono le lamprede caratterizzate da una bocca a ventosa e da una struttura a forma di pistone (lingua) armata di tre o quattro piastre dentarie.

**Gli onnivori** poi non hanno una dieta mirata, e si cibano di qualsiasi cosa capiti loro a tiro. La bocca e la dentatura di queste specie sono poco specializzate ma idonee alla cattura, alla triturazione, a strappare.

## **6 RIPRODUZIONE**

La grande variabilità nei cicli vitali dei pesci è in buona parte in relazione con aspetti che riguardano la riproduzione.

Il periodo pre-riproduttivo può essere più o meno lungo: alcune specie iniziano a riprodursi precocemente (ad esempio *Mullus barbatus* alla fine del primo anno), mentre altre adottano una strategia che prevede di ritardare la riproduzione in una fase più avanzata (ad esempio specie del genere *Sebastes* si riproducono a partire dai 10 anni di età). Le specie precoci hanno una minore longevità e quindi un tasso di accrescimento delle popolazioni maggiore rispetto alle specie tardive.

**La fecondazione è per lo più esterna:** uova e sperma vengono espulsi da esemplari dei due sessi tramite un poro genitale, e le uova fecondate si sviluppano all'esterno. Gli squali, però, hanno organi sessuali esterni e fecondazione interna: la schiusa delle uova avviene generalmente all'esterno ma può in alcuni casi anche avvenire internamente alla madre (viviparia). Raramente si verifica negli squali anche il fenomeno della partenogenesi, cioè l'autofecondazione della femmina.

## 6.1 Migrazioni

Sono poche le specie ittiche in cui gli individui rimangono in una stessa area per tutto il corso della loro vita (**specie sedentarie**). La maggior parte delle specie effettua movimenti su scala diversa nel corso del ciclo vitale. Questi possono essere piccoli spostamenti locali e legati ad attività che contribuiscono alla crescita, sopravvivenza e riproduzione, oppure possono essere vaste migrazioni oceaniche o tra ambienti differenti.

Con il termine **migrazione** si intende ogni movimento direzionale di massa da un'area a un'altra, che abbia caratteristiche di regolarità nel tempo o in relazione con la fase biologica. La maggior parte delle specie ittiche compie migrazioni in relazione al ciclo riproduttivo (**migrazioni genetiche**), all'accrescimento e in alcuni casi all'alimentazione (**migrazioni trofiche**). Queste migrazioni sono stagionali e legate al tipo di strategia riproduttiva che prevede la produzione di uova pelagiche.

Alcune specie, dette **diadrome**, compiono migrazioni riproduttive dal mare alle acque interne o viceversa.

Si riconoscono quindi 2 tipi di migrazioni:

- **migrazioni anadrome**, se la specie migra e dal mare verso le acque interne (es. salmoni, alosa, )
- **migrazioni catadrome**, se la specie migra dalle acque interne verso il mare (es. anguilla).

In base al loro ciclo biologico, si possono dividere in:

- 1. stenoalini dulcicoli** - pesci strettamente confinati nelle acque dolci, dove svolgono l'intero ciclo biologico, perché tollerano poco lo sbalzo di salinità;
- 2. eurialini migratori obbligati** - pesci migratori che compiono obbligatoriamente una fase del ciclo biologico in mare ed una nelle acque dolci, comprendenti una specie catadroma a riproduzione marina (l'anguilla) e varie specie anadrome che si riproducono nelle acque dolci;
- 3. eurialini migratori facoltativi** - comprendenti un primo gruppo di specie capaci di svolgere l'intero ciclo biologico sia nell'ambiente marino costiero che nelle acque dolci, ed un secondo gruppo composto da specie che in parte si comportano da stenoalini dulcicoli e in altra parte da eurialini migratori anadromi.

Entrambi i gruppi eurialini possono sopportare grandi variazioni di salinità.