

ZOOLOGIA

14/10/20

La **riproduzione** → è una delle 7 caratteristiche fondamentali di tutti gli organismi viventi, è la capacità di tramandare il materiale genetico di generazione in generazione (genitori → prole). I tipi di riproduzione sono tantissimi, in generale la dividiamo in due gruppi: *asessuale* e *sessuale*. In generale, le caratteristiche sono differenti → tutti i metodi di riproduzione asessuale portano alla formazione di copie, la prole è molto numerosa ma tutta uguale e viene spesa poca energia, mentre nella riproduzione sessuale il numero di individui che appartengono alla prole sono pochi, hanno caratteristiche differenti, c'è un elevato dispendio energetico però hanno la capacità di adattamento e sopravvivenza → nella asessuale non ci sono modificazioni quindi non hanno capacità di adattarsi all'ambiente.

ALESSUATA → la progenie nasce da un singolo genitore, non c'è la fusione dei gameti. Il genitore non ha né organi sessuali né cellule sessuali, sono organismi o uni o pluri-cellulari dove non ci sono cellule sessuali. I figli sono cloni del genitore, quindi copie identiche: il patrimonio genetico e il fenotipo è identico. Questa riproduzione avviene negli ambienti **stabili** → ambienti che non subiscono modificazioni di temperatura, umidità etc. quindi che non danno vita a **PRESSIONI SELETTIVE**, le quali possono creare diversità genetica e selezione degli organismi più adattabili; negli ambienti stabili non avvengono, quindi la riproduzione asessuata è "consentita". Gli individui sono immediatamente in grado di riprodursi poiché non devono raggiungere una maturità sessuale.

Vantaggi: ha un basso dispendio energetico, si riproducono molto rapidamente e in ambienti isolati, e si ha un grande numero di discendenti.

Diverse forme:

- ♣ **Scissione binaria** → più semplice, è una mitosi. Può avvenire solo in organismi unicellulari molto semplici come batteri,

protisti e plattelminti. Il DNA all'interno della cellula viene replicato, poi il corredo viene separato e poi si ha la separazione fra le cellule figlie (identiche);

- ♣ **Scissione multipla o schizogonia** → è una sorta di mitosi ma con caratteristiche diverse. Gli organismi sono unicellulari come anellidi, protozoi e parassiti (es. plasmodium falciparum → malaria). Il nucleo della cellula va incontro a diverse mitosi (mitosi multiple), quindi il DNA sarà duplicato più volte sempre all'interno dello stesso citoplasma della cellula progenitrice, alla fine si forma lo schizonte (cellula con tanti nuclei), una volta maturo ci sarà la citodieresi (divisione del citoplasma) e si formeranno tanti figli che prendono il nome di **merozoiti** (non cloni) → i quali matureranno e formeranno nuovamente l'organismo adulto. I merozoiti, pur non essendo definiti cloni, sono perfettamente identici alla cellula progenitrice;
- ♣ **Gemmazione** → divisione ineguale dell'organismo. Si forma un'escrescenza in un individuo adulto, ovvero si formano più cellule in una parte dell'organismo e l'escrescenza diventa a mano a mano più grande fino a che non si stacca e forma il nuovo individuo. Gli organismi sono pluricellulari, infatti l'escrescenza è formata da tanti tipi cellulari. La gemma adulta poi si stacca;
- ♣ **Gemmulazione** → tipica delle spugne. All'interno dell'adulto si forma la gemmula, un aggregato di diverse cellule all'interno dell'adulto, tenute insieme da una capsula gelatinosa glicoproteica resistente, la quale le ricopre e le tiene all'interno dell'organismo adulto. Fino a quando ci sono dei periodi avversi (ambientali, causa temperatura), le capsule incorporano le cellule e le tengono all'interno, quando l'ambiente non sarà più avverso per questi individui, le gemmule escono e formano il nuovo individuo;

- ♣ **Frammentazione** → avviene in organismi semplici ma pluricellulari come spugne, platelminti, anellidi e echinodermi. Un individuo multicellulare con organi come apparato visivo, gastrointestinale... viene tagliato in uno o più frammenti da cui si organizza l'intero organismo, si ha una rigenerazione controllata. Essi hanno al loro interno le cellule staminali → cellule non differenziate multipotenti (differenziano per un gruppo ristretto) o pluripotenti.

SESSUATA → per essere tale ha bisogno di avere l'incontro tra due gameti, maschile e femminile. *Generalmente* i gameti vengono prodotti da 2 individui differenti. Attraverso la fecondazione ci sarà la formazione dello zigote. I gameti derivano dal processo di meiosi → una duplicazione e due divisioni che portano alla formazione dei gameti APLOIDI. All'entrata dello spermatozoo nell'ovocita si formerà lo zigote diploide. Si ha la combinazione del padre e madre quindi non si hanno i CLONI. Essa aumenta la variabilità genetica, perché si mescolano due genomi diversi, si ha anche il crossing over. Essa è importante perché nel mondo animale permette l'adattamento rapido alle modificazioni ambientali per gli organismi che non vivono in ambienti stabili e poi può facilitare l'eliminazione di alleli nocivi. Diversi tipi:

- ♣ **Coniugazione** → è una via di mezzo tra sessuata e asessuata. Due organismi si uniscono attraverso il pilo sessuale e il materiale genetico passa da una cellula all'altra (passa il plasmide). Non vi sono gameti (organismi unicellulari), ma comunque c'è scambio di materiale → e di conseguenza anche una ricombinazione genetica;
- ♣ **Riproduzione sessuale biparentale** → maschio e femmina. Due individui differenti caratterizzati da due sessi differenti, per questo vengono chiamati organismi dioici. Nello zigote troviamo la combinazione del materiale genetico proveniente dal padre e dalla madre, è unico e diverso dai genitori.

La fecondazione può avvenire sia internamente che esternamente all'organismo, la scelta è una questione ambientale. Affinché avvenga la fecondazione esterna gli organismi devono essere acquatici → gli ovociti vengono lasciati all'esterno e gli spermatozoi vengono rilasciati in stretta vicinanza agli ovociti e penetrano al loro interno. Non può avvenire in ambiente secco perché si avrebbe l'essiccamento e gli spermatozoi non possono muoversi. La femmina deposita le uova, il maschio le riconosce (pesci) e rilascia gli spermatozoi, i quali grazie a dei segnali chimici riconoscono gli ovociti. In alcune specie di pesci, le uova vengono poi riprese dalla madre (tipo in bocca) per proteggerle. Vengono depositate tantissime uova poiché molte non saranno fecondate.

Nella fecondazione interna invece il problema non sussiste, perché gli spermatozoi vengono rilasciati all'interno dell'apparato riproduttivo femminile. Il numero delle uova è variabile da specie a specie ma comunque è un numero molto inferiore rispetto alla fecondazione esterna. Gli spermatozoi sono facilitati nella possibilità di incontrare le cellule uovo e poi i gameti vengono protetti sia dalla predazione che dai pericoli ambientali;

- ♣ **Ermafroditismo sincrono** → all'interno dell'individuo abbiamo sia la presenza del gamete femminile che maschile, gli animali vengono definiti MONOICI. È ermafroditismo sincrono perché contemporaneamente l'organismo è sia maschio che femmina → autofecondazione. Questa fecondazione non porta variabilità genetica, molte volte gli individui non sono perfettamente identici ma quasi, vivendo in ambienti non stabili sono sottoposti a fortissime condizioni di selezione naturale, quindi questa fecondazione non è favorevole per la selezione. Gli organismi sono comunque in

grado di fare una fecondazione reciproca, hanno una doppia capacità riproduttiva;

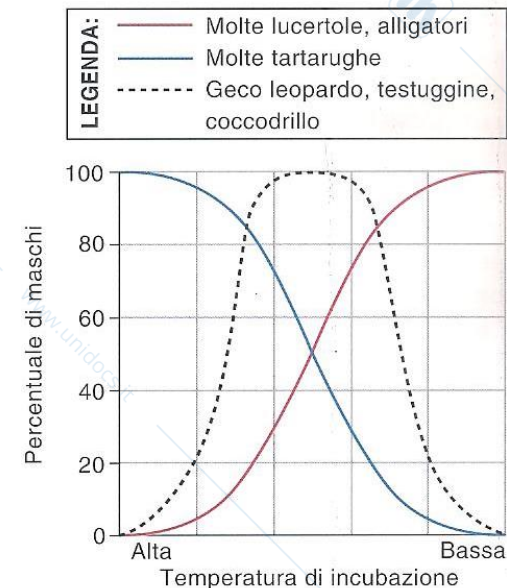
- ♣ **Ermafroditismo sequenziale** → pesci. Si ha l'inversione del sesso, l'apparato riproduttore si modifica. Si parla di proteroginia quando da femmina diventa maschio (più frequente) o di proterandria quando da maschio diventa femmina. La proteroginia è più frequente perché è meno dispendioso (la femmina poi deve deporre, accudire ecc.). Questo può avvenire per necessità ambientali, oppure se ci sono troppe femmine o troppi maschi (per evitare l'estinzione);
- ♣ **Partenogenesi** → l'ovocita va a far sviluppare un embrione senza fecondazione. In caso contrario, che però non avviene in natura, si parla di androgenesi. Due tipi: ameiotica → l'ovocita non subisce meiosi e quindi non estrude i globuli polari e rimane diploide, ma in questo caso i figli saranno cloni (platelminti, rotiferi, crostacei e insetti) → o meiotica → l'ovocita è aploide, o duplica il corredo cromosomico oppure si fonde con il secondo globulo polare (questo avviene in alcuni insetti e insetti stecco). Essa può avvenire nelle api, possiamo avere api femmine o maschi. L'ape regina può accoppiarsi con il fuco (maschio), l'ape sceglie autonomamente quali ovuli fecondare o no, gli ovuli fecondati si trasformano in femmine mentre quelli non fecondati in maschi: la partenogenesi è legata alla determinazione del sesso, si parla di aplodiploidia. La distinzione tra api operaie o regine non dipende dalla fecondazione ma dall'alimentazione (l'ape operaia non viene alimentata con la pappa reale).

Negli altri organismi, la determinazione del sesso invece avviene attraverso la presenza dei cromosomi sessuali che regolano lo

sviluppo dell'apparato riproduttore e del sistema ormonale → XX e XY → uomo e animali.

Nel caso degli uccelli → il maschio ha ZZ mentre femmina ZW. Insetti → XX le femmine e XO i maschi (hanno un solo cromosoma sessuale → infatti se non c'è fecondazione nasce un maschio).

Nei rettili il sesso non dipende dai cromosomi ma dalla temperatura → quando è alta nascono maschi (per le tartarughe), al contrario per le lucertole. Nel caso di testuggini, coccodrilli, gechi se le temperature sono miti sarà maschio mentre a temperature molto basse o molto alte il nascituro sarà femmina.



Quindi la scelta deriva dalla temperatura in cui il feto va a svilupparsi. Costi e benefici della riproduzione sessuata → costi: energia, dobbiamo produrre gameti, gli individui devono essere due, quindi c'è la ricerca del partner e la competizione per l'accoppiamento, poi altra energia per lo stesso accoppiamento, per la femmina c'è un dispendio di energia per la cura e poi gli intervalli fra gli atti riproduttivi sono prolungati. Benefici: aumenta la capacità di

rispondere alle modificazioni ambientali (*aumento della fitness*) e aumenta l'efficacia di un individuo o di una popolazione nel tramandare i propri geni.

Ricerca e competizione → esistono diversi sistemi: poliginici, poliandrici e monogamici (uccelli ma rari nei mammiferi). Nei **monogamici**, è la femmina che va ad eliminare la competizione, la femmina leader impedisce alle subordinate di accoppiarsi.

Poliginici → quando i maschi monopolizzano il possesso delle femmine, difendendole e difendendo le risorse per loro.

I **poliandrici** → il maschio va a scegliere fra le diverse femmine (selezione, comunque ci sono pochissimi casi).

Le **cure parentali** → soprattutto nei mammiferi, anche marsupiali, curano la prole, ovvero i cuccioli una volta nati non vengono abbandonati, ma la madre alimenta i cuccioli per suzione fornendo una forma blanda di difese immunitarie presenti nel colostro (vi troviamo le immunoglobuline, fondamentale perché per gli animali che nascono in cattività o per gli animali che vivono allo stato brado è l'unica fonte di anticorpi), poi la madre insegna e porta le sue informazioni per sopravvivere, è importante la comunicazione non verbale con mimica facciale, il riconoscimento olfattivo e la socialità che la madre tramanda ai figli.

Ci sono alcuni casi in cui è bene che non nascano nuovi organismi, ci sono dei meccanismi di **isolamento riproduttivo** → es. per errore un cane e un gatto si accoppiano, ci sarebbe un enorme spreco di energia, i meccanismi di isolamento fanno sì che non ci siano questi sprechi. Questi meccanismi possono essere pre-zigotici o post-zigotici:

- ♣ **Pre-zigotici** → non fanno avvenire la fecondazione attraverso meccanismi comportamentali, stagionali (es. la femmina produce ovociti in un certo periodo dell'anno, periodo in cui il maschio non può fecondare), ecologici, anatomo-fisici o

reazioni di fecondazione (lo spermatozoo non ha la capacità di entrare nell'ovocita);

- ♣ **Post-zigotici** → impediscono allo zigote di svilupparsi o all'ibrido la capacità di riprodursi.

Esistono due strategie per decidere se avere tanti o pochi figli:

- ♣ **Selezione R** (prodiga o opportunista) → avviene negli ambienti stabili, le specie scelgono di fare tanti figli piccoli (maturazione rapida), non c'è la scelta del partner né selezione sessuale e le cure parentali sono poche. Viene utilizzata poca energia;
- ♣ **Selezione K** (prudente o equilibrata) → avviene negli ambienti instabili, quindi fanno pochi figli di dimensioni grandi (maturazione lenta), ci sono le cure parentali e la scelta del partner è accurata.

GESTAZIONE → sviluppo dell'embrione e del feto, può avvenire o all'interno o all'esterno del corpo materno. Quando l'embrione si sviluppa all'interno del corpo materno si dicono VIVIPARI. Quando l'embrione si sviluppa all'interno di un uovo si dicono OVIPARI, l'uovo viene depositato all'esterno ma l'embrione si trova comunque in un ambiente protetto → si riduce l'investimento metabolico della madre ma aumenta il pericolo di predazione. Quando l'embrione si sviluppa in un uovo ricoperto da un guscio sottile all'interno del corpo materno (dove si schiude) si dicono OVOVIVIPARI, ma il feto è comunque isolato poiché non riceve alcun nutrimento dalla madre.

GRAVIDANZA → inizia nel momento in cui l'embrione si stabilisce nel rivestimento dell'utero. La lunghezza della gravidanza è variabile, è più lunga negli organismi adulti più grandi (elefante > topo). Tre tipi di gravidanza:

- ♣ **Monotremi** → depongono le uova, quindi il periodo di gestazione è breve (tempo di creare il guscio);

- ♣ **Marsupiali** → al momento della nascita i cuccioli non hanno completato il loro sviluppo quindi da una parte la gravidanza sarà breve ma le cure parentali sono molto lunghe;
- ♣ **Euteri** → hanno un periodo di gravidanza lungo perché portano alla nascita di organismi autonomi, quindi completano il loro sviluppo prima della nascita. Inizialmente comunque si nutrono del latte materno.

I tempi di riproduzione → variabili, ci sono alcune specie che riescono a riprodursi più volte l'anno (zone tropicali), altre invece che vivono nelle zone temperate hanno dei cicli riproduttivi stagionali.

16/10/20

ORIGINE DELLA VITA:

- ♣ 13.7 miliardi di anni: l'universo ebbe inizio con il Big Bang;
- ♣ 4.6 miliardi di anni: il nostro sistema solare;
- ♣ 4.5 miliardi di anni: età della Terra;
- ♣ 4 miliardi di anni: la Terra si raffreddò al punto da consentire la solidificazione degli strati più esterni e la formazione degli oceani;
- ♣ 4-3.5 miliardi di anni: emerse la vita.

4 fasi:

1. *Origine delle molecole organiche*: i nucleotidi e gli amminoacidi furono prodotti prima delle cellule;
2. *Origine dei polimeri organici*: i nucleotidi e gli amminoacidi polimerizzarono a formare DNA, RNA e proteine;
3. *Formazione di strutture di confine*: i polimeri furono circondati da membrane;
4. *Origine del mondo a RNA*: i polimeri circondati da membrane svilupparono proprietà cellulari.

Fase 1 → prevede la sintesi, da un insieme di elementi, dei primi nucleotidi e primi AA. Non ci sono testimonianze scientifiche, quindi sono ipotesi: 3 ipotesi → la 1^a è l'ipotesi di **atmosfera riducente**

(esistenza del brodo primordiale), in laboratorio avevano ricostruito l'ambiente terrestre: acqua (vapore acqueo), idrogeno, metano e ammoniaca. In un'ampolla avevano messo dell'acqua riscaldata, poi hanno dato la scarica elettrica (fulmini) che fa condensare il vapore acqueo che passa in una serpentina di acqua fredda, l'acqua poi veniva raccolta in una beuta e analizzata → risultava che vi fossero AA, zuccheri e basi azotate. Esistono altre due ipotesi:
 Ipotesi **extraterrestre** → i meteoriti hanno portato molecole organiche dall'esterno (poteva essere vero ma ovviamente questo materiale sarebbe andato distrutto).

Ipotesi **dei camini vulcanici nei fondali marini** → secondo questa ipotesi esistono dei vulcani sul fondo del mare (vero) che eruttano, il magma fuoriuscito va incontro ad un rapido raffreddamento (acqua marina molto fredda), e questo contatto improvviso va a creare un processo chimico che permette la sintesi di queste molecole (è stato anche rifatto in laboratorio). Un'ulteriore dimostrazione data a questa ipotesi → la presenza di microrganismi che vivono in quelle zone, ricavano energia grazie a processi chimici utilizzando le molecole che si trovano in queste zone.

Fase 2 → polimerizzazione. Non avviene casualmente, alcuni esperimenti di laboratorio avevano dimostrato che questo fenomeno non può avvenire in acqua quindi sicuramente non è avvenuta nel brodo primordiale. La polimerizzazione può avvenire nelle superfici argillose (terza ipotesi), le quali possono catalizzare queste sintesi.

Fase 3 → questi polimeri navigano nel fondo del mare, sono privi di funzionalità quindi queste strutture si devono organizzare → formano delle strutture di confine, imitano una primordiale membrana cellulare. Queste strutture vanno a dare vita ad un'organizzazione molto semplice che prende il nome di **PROTOBIONTE**, all'interno conteneva informazioni di tipo genetico, aveva polimeri a funzione enzimatica (molto semplici) e poi erano capaci di auto-duplicarsi.

Ipotesi sulla formazione dei protobionti: **ambienti coacervati** → associazione spontanea di goccioline di acqua che si erano organizzate e grazie all'associazione di polimeri carichi si sono organizzate in queste strutture, sia AA che acidi nucleici hanno delle cariche elettriche (+ o -), **microsfere** → delle ipotetiche macromolecole (proteiche o RNA) avevano incapsulato (barriera) dell'acqua formando delle vescicole, **liposomi** → formazione di vescicole (come nelle microsfere), ma questa struttura esterna era un doppio strato lipidico, anche qui ricompare la presenza dell'argilla (più valutata) → su di essa ci possono essere dei fenomeni per la sintesi di liposomi.

Fase 4 → il protobionte è una cellula primordiale che contiene molecole di RNA, non contiene DNA perché l'RNA è l'unica catena polimerica che riesce a svolgere diverse funzioni allo stesso tempo, es. immagazzina le informazioni per la sintesi di proteine, può svolgere funzioni enzimatiche (ribozimi) e poi si duplica. C'è un'ipotesi di selezione chimica che prevede due fasi: una sorta di liposoma con all'interno RNA, il quale non ha funzioni enzimatiche, che poi subisce delle modificazioni nella sua sequenza nucleotidica (MUTAZIONE CASUALE) e va ad assumere una capacità auto-replicante, poi per selezione naturale quelli privi andranno persi mentre quelli mutati grazie alla capacità di replicarsi aumenteranno di numero, andranno a cancellare gli RNA non capaci di replicarsi e così si formano i protobionti capaci di replicarsi, poi casualmente possono esserci altre mutazioni che rendono gli RNA capaci di sintetizzare ribonucleotidi. Con vari processi di mutazioni nel tempo è comparso DNA e proteine, hanno fatto sì che quelle fossero le cellule migliori per la sopravvivenza. All'interno della cellula primordiale a questo punto quindi troviamo DNA, RNA e proteine. Il DNA è meno soggetto a mutazioni. Le proteine sono rimaste perché hanno una maggiore efficienza e potenziale catalitico.

Il protobionte quando passa da solo RNA a DNA, RNA e proteine va a dare vita alle prime forme di vita che erano cellule procariotiche → "prima del nucleo", non vi era nucleo, il DNA navigava nel citoplasma, oltretutto erano anaerobiche perché non c'era ossigeno libero nella terra per cui svolgevano attività nella sua assenza. L'altra caratteristica è che le cellule erano eterotrofe, quindi si nutrivano di altre molecole che erano già presenti nella terra. La comparsa delle cellule autotrofe risale a quando diminuì la disponibilità di molecole organiche nella terra.

Questa è la primissima cellula che prende il nome di LUCA → Ultimo Antenato Comune Universale → prima cellula dalla quale tutto il mondo animale è derivato. Ricostruendo l'albero genealogico alla base di tutto troviamo questo antenato comune → non era una cellula come quella odierna, è primordiale.

EVOLUZIONE → la cellula primordiale dovrà dare vita ai vari regni e organismi viventi, questo è stato dato da tantissime mutazioni genetiche e queste sono state sottoposte a selezione, i cambiamenti climatici e ambientali sono stati talmente forti da selezionare gli organismi migliori in modo tale da far avvenire la selezione, si va dai più semplici cambiamenti climatici alla variazione atmosferica, glaciazioni, inondazioni e ai fenomeni di estinzione dovuti da eruzioni vulcaniche e impatti meteoritici. Come facciamo a sapere tutto questo? Tutto quello che è stato prima di LUCA sono solo ipotesi, andando avanti nelle varie ere geologiche possiamo studiare visivamente cosa è avvenuto → 2 tecniche: la stratigrafia sedimentaria e la datazione con radioisotopi. La stratigrafia non è molto precisa ma anzi è suscettibile, si basa sul deposito continuo di materiale che va a formare i sedimenti in mezzo ai quali vengono incastrati i fossili, la datazione dei fossili prevede lo studio della loro posizione, in alto o in basso. Il problema è che gli strati sedimentari vanno incontro all'erosione, possono ripiegarsi l'uno sull'altro o

rovesciarsi e sono fenomeni non visibili, oppure possono distruggersi (calore).

L'uso dei radioisotopi → esistono degli isotopi radioattivi presenti in natura (emettono energia) che hanno una vita e tendono a decadere, il tempo di decadimento prende il nome del tempo di dimezzamento → il radioisotopo carbonio 14 va a decadere e durante questo processo le molecole si trasformano nel prodotto di decadimento che è l'azoto 14, per datare i fossili bisogna conoscere il tempo di dimezzamento. Alcune macchine riescono ad identificare la radioattività ovvero a quantificare all'interno di un fossile quanto carbonio 14 e azoto 14 c'è, analizzando il rapporto fra i due possiamo dare una datazione del fossile (il carbonio è un esempio). Esistono diversi isotopi. Il limite del carbonio 14 è che è utilizzabile per materiali di età compresa fra i 100 e i 30000 anni, per cui si utilizzano altri radioisotopi (potassio, uranio) → tecniche più costose.

EVOLUZIONE → è l'accumulo dei cambiamenti ereditabili nel corso di 1 o più generazioni. È data da cambiamenti casuali che vengono ereditati di padre in figlio, le mutazioni portano alla formazione di caratteristiche specifiche di quella specie. Il concetto di evoluzione può essere analizzato dalla piccola alla larga scala, un cambiamento di un singolo gene può essere considerato un'evoluzione all'interno di quella specie, sempre se la mutazione viene ereditata senno non c'è evoluzione. Il concetto di evoluzione è quello di formazione di una nuova specie, c'è un accumulo di più caratteristiche che portano alla formazione di una nuova specie → si ha quando dei gruppi, diversi individui, presentano delle caratteristiche in comune e nuove e non sono più in grado di riprodursi con la specie precedente ma solo fra loro (formazione di una nuova specie). Il concetto di evoluzione è relativamente recente, gli scienziati/filosofi si basavano sull'osservazione e la formulazione di ipotesi → il primo fu John Ray nel 1600, Linneo ampliò il concetto di specie e introdusse il concetto di tassonomia e dimostrò che esistevano due regni uno animale e

uno vegetale, ma nessuno dei due elaborò il concetto di evoluzione. Nel 1800 abbiamo l'introduzione del concetto di evoluzione grazie a Lamarck, il quale dice che le specie non sono sempre state così, alcune non ci sono più e altre si sono modificate nel tempo, definisce anche l'ereditarietà dei caratteri.

Darwin negli anni del 1840 → teoria dell'evoluzione. Wallace si trovava d'accordo con Darwin anche se osservavano ambienti diversi (1858) → uscì il libro di Darwin → introdusse il concetto di evoluzione come origine della diversità della vita, introduzione di una nuova caratteristica, la selezione naturale per lui era la causa dell'evoluzione. Tutto questo viene descritto e ottenuto da 5 osservazioni da cui ricava 3 deduzioni.

Osservazione 1 → tutti gli individui hanno un potenziale per dare vita ad una crescita esponenziale.

Osservazione 2 → in natura questo non avviene ma gli individui si mantengono costanti nel tempo.

Osservazione 3 → le risorse naturali sono limitate.

DEDUZIONE 1 → esiste una lotta per la sopravvivenza a causa del limite nelle risorse, questa sopravvivenza limita la crescita esponenziale.

Osservazione 4 → c'è una variazione tra gli individui di una stessa popolazione.

Osservazione 5 → queste variazioni sono ereditate dalle generazioni successive.

DEDUZIONE 2 → individui diversi mostrano sopravvivenza e capacità riproduttive diverse e poi la selezione naturale va ad accumulare nuovi individui più adatti alla sopravvivenza.

Altri concetti: cambiamento continuo (il mondo vivente non è costante ma in continuo e ciclico cambiamento), discendenza comune (tutte le forme viventi discendono da un antenato comune → esiste un antenato che si trova alla base di tutti gli altri individui) → si possono creare altre specie mediante la suddivisione e la

trasformazione delle specie esistenti (moltiplicazione delle specie),
 GRADUALISMO → teoria che dice che tutto questo non avviene rapidamente ma le mutazioni si accumulano lentamente.
 SELEZIONE NATURALE → quinta e ultima teoria → Darwin dice che le mutazioni possono essere positive, negative o neutre. Se sono positive la selezione agirà naturalmente, se è negativa ci sarà una selezione naturale negativa → quelle caratteristiche non saranno portate avanti ma tenderanno a scomparire. Quelle neutrali saranno mandate non in modo specifico dalla selezione naturale, non è necessario che siano ereditate quindi 50 sì e 50 no.
Analisi dell'evoluzione → ricerca delle omologie anatomiche, andavano ad osservare l'aspetto anatomico degli animali, le strutture rimangono sempre le stesse solo che sono modificate e aventi forme diverse a seconda delle funzioni che svolgono → questo però significa che hanno un antenato comune, le strutture omologhe sono derivate da un antenato comune. Le strutture vestigiali derivano da un antenato comune che somigliano a strutture degli antenati ma non hanno una funzione specifica (es. muscoli dell'orecchio). Si ricercano le omologie di sviluppo embrionale e fetale, ci sono delle strutture che casualmente vengono identificate negli organismi che dimostrano di avere un antenato comune → es. ad un certo punto in noi si formano le branchie che poi scompaiono, questo sta a significare che deriviamo da un animale acquatico. È possibile studiare e caratterizzare la presenza di antenati comuni attraverso le omologie molecolari (prox 2 esercitazioni) → a livello dei geni si dimostra che ci sono sequenze molto simili. In questo momento si stima che esistano 100 milioni di specie viventi ma noi ne abbiamo identificate solo 1,4 milioni. Le specie vengono analizzate attraverso le omologie → la tassonomia e la sistematica. La tassonomia detta le regole, quindi studia la teoria e la applica andando a ricavare regole per la classificazione. La sistematica ricerca nell'organismo le diversità biologiche. La classificazione tassonomica si basa sui risultati

che vengono tirati fuori dalla sistematica. La classificazione tassonomica è basata sulla morfologia comparata → nomenclatura binomia o trinomia (genere, specie e sottospecie). Per classificare una specie si possono vedere diverse caratteristiche, può essere diversa dal punto di vista filogenetico (caratteristiche genomiche diverse), oppure in base all'aspetto biologico (si possono riprodurre?), dal punto di vista evolutivo (antenato comune) o ecologico (occupano una nicchia ecologica al cui interno si riproducono, riescono a combattere fra loro per la sopravvivenza). Dopo tutti i risultati di queste analisi si collocano le specie nell'albero genealogico. Quello che deriva dalla sistematica, dai risultati ottenuti dalle analisi, è l'albero filogenetico o diagramma evolutivo. In questo albero ci possono essere due fenomeni: **anagenesi**, ovvero su una specie vanno ad accumularsi una serie di mutazioni che vanno a dar vita ad un solo nuovo individuo (non c'è biforcazione), e la **cladogenesi**, dalla specie iniziale si accumulano caratteristiche differenti quindi le specie (più di una) poi vengono selezionate. Le specie iniziali non vanno incontro all'estinzione. Quando andiamo a vedere un antenato dal quale sono derivate nuove specie, tutto l'insieme si dice clade o gruppo monofiletico.

21/10/20

Il **DNA**, o acido desossiribonucleico, contiene le informazioni necessarie per la biosintesi di RNA e proteine. Il DNA quindi è un acido nucleico costituito da due filamenti polimerici collegati tra loro. I monomeri di questo polimero sono i nucleotidi, o nel caso del DNA, desossinucleotidi. I nucleotidi sono composti da tre unità fondamentali: una base azotata, uno zucchero pentoso, che nel caso del DNA è il desossiribosio, e un gruppo fosfato. Le basi azotate presenti nel DNA si legano al desossiribosio tramite un legame n-glicosidico. Le basi azotate presenti nel DNA sono adenina, timina, citosina e guanina e queste sono chimicamente simili a due a due,

infatti le purine sono costituite da due anelli azotati e sono l'adenina e la guanina, mentre le pirimidine sono costituite da un solo anello azotato e sono la timina e la citosina. L'ordine e la disposizione dei nucleotidi costituisce generalmente l'informazione genetica. Il DNA è quindi definito come una doppia catena polinucleotidica, antiparallela e destrorsa, infatti il DNA è costituito da due filamenti polinucleotidici che sono uniti insieme a formare una doppia elica; questo è possibile grazie ai legami idrogeno presenti tra le basi azotate, nel particolare l'adenina e la timina sono legate da due legami a idrogeno mentre la citosina e la guanina sono unite da tre legami a idrogeno. A livello nucleare, il DNA è associato con una serie di proteine differenti chiamate istoniche (o istoni) a formare i cromosomi. Questo rende il DNA meno suscettibile alle azioni delle endonucleasi presenti nel nucleo, preservando quindi il filamento di DNA, il materiale genetico, da possibili eventi avversi. Ogni cromosoma porta un insieme particolare di geni, e ogni specie possiede un numero fisso di cromosomi che sono distinguibili per forma e grandezza (cariotipo) → l'allestimento del cariotipo non è altro che la disposizione spaziale ordinata dei vari cromosomi in base alla loro forma e alla loro grandezza. Tutto il materiale genetico di un organismo costituisce, nell'insieme, il **GENOMA** → contiene le informazioni necessarie per costituire l'intero organismo, passa dai genitori a figli e da cellula a cellula durante la divisione cellulare. Questo deve essere copiato accuratamente altrimenti subentrano mutazioni. Alcuni geni vengono chiamati strutturali perché codificano per proteine. Ogni tipo cellulare produce determinate proteine che determinano quindi la struttura, le caratteristiche e le funzioni della cellula stessa. Il genoma produce il **proteoma**, ossia il pattern proteico totale della cellula in questione → una cellula appartenente ad un certo tipo di tessuto, secerne proteine che sono tipiche di quel tessuto, da qui ne deriva che l'espressione e la regolazione dei diversi geni nei vari tipi cellulari sono importanti per creare lo stesso tipo

cellulare e questo li rende capaci di rispondere ai cambiamenti ambientali → ad esempio le cellule beta-pancreatiche secernono insulina in risposta ai cambiamenti di glucosio nel sangue. Il processo che porta all'espressione genica è diviso in due fasi principali: la **trascrizione** e la **traduzione**. La prima è un processo atto a produrre una copia di RNA o il trascritto di un gene. I geni strutturali generano un RNA messaggero che specifica quindi la sequenza amminoacidica di una specifica proteina. Successivamente il trascritto del gene, quindi l'mRNA, viene traslocato a livello citoplasmatico dove avviene la traduzione → il processo di sintesi della proteina e avviene all'interno dei ribosomi. Le cellule eucariotiche hanno un processo aggiuntivo chiamato **processamento dell'RNA** in cui il trascritto principale chiamato pre-mRNA viene processato in mRNA funzionalmente attivo. La trascrizione ha lo scopo di copiare o trascrivere il messaggio contenuto nel DNA in una molecola complementare di RNA, o acido ribonucleico. L'RNA è un acido nucleico simile al DNA ma con alcune differenze: lo zucchero presente nell'RNA è il ribosio, al posto della timina come base azotata troviamo l'uracile e in più è composto da un filamento singolo e non doppio. Esistono tre diversi tipi di RNA, ognuno con la propria funzione specifica:

- ♣ **mRNA** (messaggero) → contiene le informazioni per la sintesi delle proteine (costituisce solo il 5% dell'RNA all'interno della cellula);
- ♣ **tRNA** (trasporto) → aiuta a tradurre piccole sequenze di mRNA in amminoacidi;
- ♣ **rRNA** (ribosomiale) → parte integrante dei ribosomi ed aiuta a catalizzare la sintesi delle proteine.

La trascrizione avviene grazie a un enzima chiamato RNA polimerasi → l'RNA polimerasi e il DNA scorrono uno sull'altra permettendo così la sintesi dell'mRNA a partire dal filamento stampo di DNA.

La trascrizione è un processo complesso che coinvolge una macchina molecolare composta da vari enzimi: il primo enzima che interviene nella trascrizione è l'RNA elicasi che apre la doppia elica di DNA in maniera tale che l'RNA polimerasi possa accedere al filamento di DNA che funge da stampo per la sintesi dell'RNA. Una volta finita la sintesi del filamento di RNA interviene l'ultimo enzima ossia la DNA ligasi che si occupa di legare di nuovo i filamenti di DNA. Il termine **RNA polimerasi** identifica una serie di enzimi complessi che consentono la sintesi di un filamento di RNA complementare a uno dei due filamenti di DNA che funge da stampo. Esistono tre tipi di RNA polimerasi: I, II e III → tra queste ogni RNA polimerasi è altamente specializzata. L'RNA polimerasi I si occupa della trascrizione di buona parte degli RNA ribosomiali (18S, 28S e 5,8S → S sta per svedberg, il coefficiente di sedimentazione). L'RNA polimerasi II si concentra nella trascrizione di geni codificanti per proteine quindi di mRNA e infine l'RNA polimerasi III è specifica per gli RNA di trasporto e per l'unità 5S dell'rRNA.

L'**rRNA** è la tipologia di RNA maggiormente presente nella cellula, questo non codifica per proteine ma è il componente essenziale dei ribosomi → macchine catalitiche che provvedono all'assemblaggio delle proteine. I ribosomi eucariotici hanno due sub-unità, una delle quali (la maggiore) ha un coefficiente di sedimentazione di 60S mentre la minore ha un coefficiente di 40S. A livello molecolare, tre rRNA sono trascritti a partire da un unico gene dalla forma di un unico lungo precursore (45S) mentre il quarto rRNA (5S) viene trascritto a partire da un altro gene. L'RNA polimerasi I inizia la trascrizione a partire dall'unità 18S, successivamente trascriverà l'unità 5,8S e in seguito la 28S. La 18S e la 5,8S sono divise dall'ITS 1 ossia l'interspace sequence 1, mentre la 5,8S e la 28S sono divise dall'ITS 2. L'RNA ribosomiale è essenziale perché fornisce un meccanismo per la decodifica dell'mRNA in sequenze di amminoacidi garantendo quindi l'interazione dell'mRNA con il tRNA, che altrimenti

sarebbe impossibile. Il **tRNA** invece ha una forma ripiegata come un trifoglio e porta ad una estremità una tripletta di basi chiamata anticodone, che va a legare il codone presente nell'mRNA. All'estremità opposta si trova un sito di legame per l'amminoacido codificato dal codone → questo amminoacido, nel processo della traduzione, andrà ad aggiungersi quindi alla catena polipeptidica in crescita nel ribosoma permettendo così la polimerizzazione della catena polipeptidica. La struttura è mantenuta stabile grazie a dei legami idrogeno, il tRNA ha quindi un ruolo fondamentale nella traduzione delle proteine. L'mRNA è l'unico che codifica per proteine infatti è essenziale perché porta le informazioni dal nucleo al citoplasma per la sintesi proteica e quindi per l'espressione genica. Viene trascritto sotto forma di precursore, pre-mRNA, per poi subire delle modificazioni che sono generalmente chiamate maturazione dell'mRNA. Le tappe della maturazione sono: lo *splicing*, il *capping* e la *poliadenilazione*. Per parlare dello splicing è necessario ricordare che ogni gene è composto da esoni ed introni dove gli esoni sono la porzione codificante per proteine mentre gli introni sono regioni non codificanti, ma che comunque vengono trascritte insieme agli esoni. Nel trascritto primario di mRNA, lo splicing infatti va a rimuovere proprio questa sequenza ed avviene ad opera di una macchina molecolare chiamato spliceosoma, formato da vari enzimi che riescono a distinguere l'inizio e la fine di un introne per poi tagliarlo e ricongiungere i due esoni presenti nel gene. In seguito l'mRNA subisce altre due modificazioni fondamentali che lo rendono in grado di traslocare a livello citoplasmatico e questi sono il capping e la poliadenilazione. Il capping consiste nell'apposizione di un cappuccio (metionina modificata) in posizione 5' del gene, invece in posizione 3' del trascritto avverrà una poliadenilazione ossia il montaggio di varie adenine. Più è lunga la coda di poli-a e più questo trascritto riesce ad avere vita più lunga all'interno della cellula, quindi la dimensione della coda di poli-a è direttamente proporzionale alla vita del mRNA

all'interno del citoplasma. Quindi, come già accennato, negli eucarioti l'mRNA viene processato, o matura, da pre-mRNA in una molecola di mRNA funzionalmente attivo. Durante la trascrizione, l'RNA polimerasi va a copiare l'intero gene non distinguendo le porzioni introniche da quelle esoniche, quindi quando l'mRNA si trova ancora all'interno del nucleo, gli enzimi dello spliceosoma vanno ad eliminare le porzioni introniche e saldano gli esoni tra loro attraverso l'apparato dello splicing. Lo stesso trascritto di mRNA può maturare in modi molto diversi → gli anticorpi, grazie allo splicing alternativo, possono essere prodotti a partire da un unico trascritto, possiamo ottenere fino a 10^{15} anticorpi diversi. Tutto ciò è possibile perché un banale trascritto di mRNA che comprende tre esoni può essere poi saldato sia rimuovendo l'esone numero 3 sia saldando le zone numero 1 e 3 rimuovendo quindi solo il numero 2, e sia saldando le zone 2 e 3 rimuovendo il numero 1. Vedi da slide 13.

23/10/20

I VERTEBRATI → sono eucarioti (le cellule che li compongono sono cellule complesse), pluricellulari, eterotrofi e capaci di muoversi almeno in uno stadio della loro vita. Altre caratteristiche comuni → è presente la cavità digerente (negli invertebrati non è detto che sia presente la cavità digerente), sono irritabili (reagiscono agli stimoli esterni), hanno simmetria corporea e si riproducono in modo sessuato.

Simmetria corporea → radiale o bilaterale → la seconda è caratterizzata da un unico piano che attraversa l'intero organismo e lo divide in due parti speculari, gli organismi con simmetria bilaterale hanno delle regioni in cui gli organi non sono distribuiti in modo speculare (impari come cuore, fegato, milza...), sono dotati di una grande capacità di movimento e hanno una maggiore cefalizzazione (maggior sviluppo cerebrale). Gli organismi con simmetria radiale hanno una forma sferica o cilindrica, esistono infiniti piani che

riescono a dividere l'organismo in due parti speculari, sono organismi più semplici, hanno una capacità di movimento ridotta (flottanti) e presentano delle strutture per l'alimentazione e organi di senso distribuiti in modo uniforme rispetto all'asse oro-aborale.

I vertebrati → cellule eucariote, deuterostomi, cordati → danno origine ai vertebrati, cefalocordati e urocordati. La caratteristica fondamentale dei cordati: **NOTOCORDA** → asse scheletrico che nei vertebrati diventerà la vera colonna vertebrale mentre nei cefalocordati e negli urocordati diventerà una struttura più semplice che in alcuni casi regredisce. Durante lo sviluppo embrionale c'è lo sviluppo della notocorda. I cordati sono dotati di simmetria bilaterale, sono celomati (il celoma è la cavità dove troviamo l'apparato digerente) ed hanno uno scheletro interno. Per appartenere al gruppo dei cordati è necessario che l'organismo abbia, almeno in una fase del suo sviluppo, la notocorda, un sistema nervoso munito di tubo neurale (parallelo alla notocorda) e le fessure branchiali nella faringe.

UROCORDATI → sono anche chiamati tunicati, questo nome deriva dal sacco che li va a costituire → una struttura gelatinosa che a seconda della specie potrà essere più o meno dura e resistente. Questo sacco prende il nome di TUNICA. Sono organismi attaccati al suolo nella vita adulta ma devono muoversi almeno in uno stadio della vita per essere cordati, infatti le larve sono capaci di muoversi, la notocorda regredisce mentre le cellule del tubo neurale si trasformano in cellule nervose singole all'interno della tunica. Questo animale appena nato è capace di nuotare e di muoversi, la maggior parte è ermafrodita e la fecondazione può essere sia interna che esterna. Le uova fecondate si schiudono in una piccola larva mobile che nuota e si trasforma in individuo adulto → tramite i dischi adesivi si attaccano al suolo (organismi flottanti o ventonici → una parte è ancorata alla roccia e l'altra si muove a seconda delle correnti marine).

CEFALOCORDATI → sono animali marini simili ai pesci, non sono ben sviluppati e sono molto piccoli, sono capaci di nuotare e muoversi per tutta la vita. Loro non vivono nelle profondità delle acque, si nutrono per filtrazione (plancton), si riproducono per riproduzione sessuata esterna (deposizione delle uova e sviluppo in ambiente marino).

VERTEBRATI → presentano la corda dorsale (notocorda) che si trasforma nella colonna vertebrale, l'asse portante dello scheletro. In tutti i vertebrati si vedono parti ben distinte: capo, tronco e coda. Il capo è sempre più sviluppato e specializzato per lo sviluppo degli organi cefalici, anche gli organi di senso sono complessi. Tutti i vertebrati hanno la presenza delle fessure branchiali che permangono nelle forme acquatiche e spariscono nei vertebrati terrestri. Anche il celoma è una delle caratteristiche fondamentali di un vertebrato.

1° → **ANFIBI** → vertebrati più semplici, la prima parte della loro vita è legata ad un ambiente acquatico (girini) poi vanno incontro ad una metamorfosi, le fessure branchiali vengono riassorbite e si trasformano in polmoni, i quali però non sono perfettamente funzionanti quindi non si staccano mai completamente dalla vita marina. Con la metamorfosi compaiono anche le zampe, le quali sono palmate per l'acqua. I polmoni che hanno non gli bastano per la vita terrestre, infatti hanno sviluppato una via alternativa di respirazione, ovvero la respirazione cutanea → sulla cute hanno cellule capaci di assorbire ossigeno, questo fa sì che la loro cute non possa mai trovarsi a secco ma deve essere umida. Un'altra caratteristica che li lega all'acqua e la riproduzione → la fecondazione è esterna e le uova sono prive di guscio e avvolte in una gelatina, quindi se fossero deposte fuori dall'acqua si essicherebbero. La circolazione sanguigna è sviluppata ma non completa → è doppia, piccola e grande. La piccola circolazione è quella che porta all'ossigenare il sangue (polmoni e cute) mentre la grande circolazione irroro tutto

l'organismo, questo sistema non è completo perché non è ben divisa quindi si ha un rimescolamento del sangue refluo con quello ossigenato. Questi organismi sono ectodermi, ovvero non sono in grado di controllare la loro temperatura corporea, le loro abitudini di vita gli permettono di non avere grandi variazioni di temperatura (se è freddo vanno sotto terra, possono andare anche incontro ad ibernazione → diminuiscono tutte le attività metaboliche comprese il respiro e il battito cardiaco). Gli anfibi adulti sono carnivori e si nutrono di insetti, lumache e vermi. I girini invece sono erbivori. Esistono due ordini di anfibi:

- ♣ **Urodeli** (caudati) → es. salamandra. Questi organismi hanno coda, 4 zampe poco sviluppate perché non hanno la capacità di saltare (la coda è ingombrante);
- ♣ **Anuri** (privi di coda) → sono in grado di fare grandi salti, infatti la struttura delle zampe è molto diversa (es. rane);

2° → **RETTILI** → sono i primi animali a livello evolutivo che si possono classificare come animali capaci di vivere sulla terraferma. La loro cute è capace di proteggerli dal fenomeno di disidratazione, sono presenti squame cornee (a volte anche ossificate). I polmoni sono funzionanti e pur deponendo le uova (fecondazione interna), i rettili possono farlo sulla terra ferma perché hanno il guscio → impedisce la disidratazione.

Caratteristiche dell'uovo (dei rettili): all'esterno presenta il **guscio calcareo** che permette lo scambio gassoso e impedisce la disidratazione, poi troviamo l'**albume gelatinoso**, una riserva nutritiva per l'embrione (poi lo isola meccanicamente, lo idrata e lo protegge dalle infezioni), successivamente troviamo il **sacco vitellino** (o tuorlo, fornisce le sostanze alimentari), l'**allantoide** (insieme al **corion**, fa da tramite per gli scambi gassosi con l'ambiente e serve ad accumulare le sostanze di rifiuto) e infine l'**amnios**, il quale delimita la camera piena di fluido in cui cresce l'embrione e lo protegge dall'essiccamento, dagli urti e dagli sbalzi termici (gli ultimi tre sono i

cosiddetti ANNESSI). La loro circolazione sanguigna è sempre doppia e incompleta: anche qui c'è un incontro tra il sangue refluo e ossigenato. Sono ectodermi → prendono il calore necessario dall'ambiente esponendosi ai raggi solari o mantenendo la più ampia superficie corporea a contatto con il suolo caldo. Anch'essi possono andare incontro all'ibernazione e all'estivazione → come l'ibernazione ma avviene quando le temperature sono alte. I rettili si dividono in tre ordini:

- ♣ Cheloni → le testuggini e le tartarughe. Hanno colonizzato sia terra che acqua, hanno misure molto variabili, hanno una struttura particolare caratterizzata dal carapace (parte superiore del guscio) che è collegato con le vertebre, e dal piastrone (parte inferiore) che è collegato con le coste. All'interno del guscio sono contenuti tutti gli organi e a seconda della specie vi si possono ritirare anche testa, zampe e coda;
- ♣ Squamati → sottordini: **sauri** (lucertole, iguane e camaleonti) e **ofidi** (serpenti). Hanno una struttura esterna più morbida formata da squame cornee, fanno la MUTA → cambiano la pelle. I sauri hanno le zampe mentre gli ofidi no, inoltre possono cambiare colore sono capaci di **autotomia** → in casi di pericolo riescono a tagliare delle parti del loro corpo per muoversi più velocemente;
- ♣ Loricati → caimani, coccodrilli e alligatori. Hanno un guscio che prende il nome di corazza di placche cornee o ossificate, hanno una mascella molto grande e per ogni mascella troviamo dai 30 ai 40 denti tutti uguali. Le femmine di alcune specie svolgono le cure parentali (fatto unico nei rettili).

3° → **PESCI** → vivono in acqua quindi la loro respirazione avviene grazie alle branchie (ai lati della faringe) → non sono le branchie ad assorbire l'ossigeno, ma quando un pesce beve l'acqua, essa viene mandata alle branchie che presentano cellule e strutture addette

all'assorbimento, infatti le branchie sono altamente vascolarizzate; l'apparato circolatorio è semplice ed è formato da un cuore a due camere, un atrio e un ventricolo, il quale spinge il sangue nelle branchie attraverso un'arteria situata sotto la colonna vertebrale e da lì va a tutto il resto del corpo. I pesci hanno una bocca munita di mascelle con una dentatura variabile da specie a specie, oltre ai sensi tipici dei vertebrati, i pesci hanno anche un altro senso legato alla linea laterale caratterizzata da piccoli canali contenenti una sostanza gelatinosa che gli permette di recepire le variazioni esterne dei campi elettrici. La fecondazione è esterna tramite la deposizione delle uova, solo in rari casi la fecondazione è interna (vivipari). I pesci vengono divisi in due grandi gruppi:

- ♣ Ossei: scheletro costituito da tessuto osseo o parzialmente osseo. Hanno colonizzato mari e laghi di acqua dolce e salata e possono andare a diverse profondità, sono ricoperti da squame che prendono il nome di GANOIDI → la *ganoina* è la proteina che le costituisce, ha una struttura molecolare simile alla *dentina* ma è più lucida e trasparente. Queste squame si dispongono in maniera obliqua lungo il corpo e con la crescita sporgono sempre di più dalla superficie. Questi pesci sono dotati della **vescica natatoria** → un serbatoio di ossigeno utilizzato dai pesci per rimanere alla profondità voluta senza sforzo e attività. La vescica natatoria, in alcune specie, si è trasformata in un sacco polmonare, una sorta di ulteriore via di respirazione. L'apertura a livello delle branchie viene protetta da un'ulteriore struttura che prende il nome di **opercolo**;
- ♣ Cartilaginei: hanno uno scheletro cartilagineo. Essi hanno dei depositi oleosi a livello del fegato che gli permettono, e non, di galleggiare (a seconda delle esigenze). Nonostante questo, questi pesci non vivono in superficie quindi non hanno bisogno della vescica natatoria (es. squali, razze). Essi non

hanno l'opercolo ma hanno delle fessure branchiali laterali che si chiamano *elasmos*, gli spiracoli permettono l'ingresso dell'acqua. Non hanno le squame ma dei dentelli, infatti sono costituiti da *dentina*, i quali sono sostituibili. La fecondazione può essere sia interna che esterna (vivipari e ovipari). La vista e l'olfatto non sono molto sviluppati però hanno le **ampolle** (di Lorenzini) → si trovano nel muso, sono dei pori cutanei che attraverso un canale (tubicolo) arrivano verso l'interno dove si trova una vera ampolla dove è contenuta una sostanza gelatinosa che permette di ricevere dei segnali elettrici, magnetici e termici. I pesci cartilaginei mantoidei (razze e mante) non hanno le pinne, la coda è sottile e lunga, si muovono per ondulazione e sono animali di tipo **bentonico** → si trovano a vivere quasi a contatto con la sabbia, quindi nella profondità dei mari, e le fessure branchiali si trovano nella parte superiore (sennò sarebbero a contatto con la sabbia e non potrebbero respirare bene).

4° → **UCCELLI** → tra i vertebrati terrestri sono la classe con il maggior numero di specie, le loro dimensioni variano da 5 cm (colibrì) a 2,7 m (struzzo). Lo studio dell'evoluzione ha compreso che gli uccelli derivano da un'evoluzione dei rettili. L'abilità del volo NON è una caratteristica fondamentale degli uccelli (pensa ai pinguini, le galline, lo struzzo...). Caratteristiche comuni a tutti gli uccelli:

1. **Palpebra accessoria**: palpebra che protegge l'occhio;
2. **Penne e piume**: le piume sono più lanose e permettono il controllo della temperatura mentre le penne permettono un miglior controllo del volo;
3. **Apparato visivo**: molto sviluppato;
4. **Circolazione sanguigna**: doppia e completa;
5. **Ovipari**;
6. **Fecondazione interna**;
7. **Cure parentali**: le uova vengono covate;

8. **Perdita di denti**: si trova il becco (parte visibile esternamente), la cui forma dipende dall'alimentazione che permette di prendere il cibo ma non di digerirlo, e il ventriglio, un organo interno (pre stomaco) che trita il cibo;

9. **Dente di diamante**: è un piccolo dentino molto appuntito che serve al pulcino che serve per nascere, per rompere l'uovo;

Alcuni uccelli hanno sviluppato la capacità di volare. Esistono tre tipi di penne:

- ♣ **Coperitrici**: si trovano in tutto il corpo e conferiscono una sagoma aerodinamica all'uccello;
- ♣ **Remiganti**: si trovano sulle ali e servono per virare a dx e sx;
- ♣ **Timoniere**: si trovano nella coda e servono per controllare la quota;

Lo scheletro degli uccelli presenta numerose ossa cave o pneumatiche, ossa più leggere (per volare) e prive di midollo osseo, per cui se ci sono delle fratture non sono capaci di riossificare. Le zampe non hanno muscoli ma solo tendini, svolgono il lavoro di presa consumando meno energia. I **sacchi aerei** sono dei piccoli polmoni che raccolgono aria e aumentano la leggerezza dell'animale, raccolgono molto ossigeno e questo è importante per gli uccelli che volano in ambienti dove l'aria è rarefatta, in più permettono di avere una respirazione efficiente (sia i sacchi aerei che il sistema di respirazione). Gli uccelli svolgono gli atti respiratori in 4 tempi → in 2 tempi l'aria entra attraverso il becco, e tramite la trachea arriva ai sacchi aerei per poi essere mandata ai polmoni (inspirazione) e lì si ha l'ossigenazione del sangue. Successivamente iniziano i 2 tempi di espirazione, l'aria viene spinta di nuovo ai sacchi aerei anteriori e poi scaricata all'esterno.

5° → **MAMMIFERI** → li troviamo in tutti gli habitat (aria, terraferma, acqua), sono organismi endodermi (regolano la temperatura corporea), vivipari (tranne i monotremi), svolgono le cure parentali e l'allattamento. Il **pelo** è fondamentale, ci sono anche nei cetacei

durante lo sviluppo fetale, serve per l'isolamento termico (sottopelo), per protezione (riccio) e in alcuni casi è un organo tattile (vibrisse).

Nella cute dei mammiferi sono presenti anche le **ghiandole**:

mammarie (più importanti), sudoripare, sebacee e odoripare

(marcare il territorio, attrarre altri animali...) → annesse al bulbo

pilifero. I **palchi** si trovano nei cervidi e sono delle strutture ossee

circondate da velluto e la loro crescita viene regolata dagli ormoni

sessuali, infatti dopo la stagione riproduttiva si staccano. Nei

ruminanti questo non avviene, loro hanno le **corna** → strutture ossee

circondate da epidermide. Il corno del rinoceronte non è costituito

da tessuto osseo ma è una struttura cheratinizzata indipendente dal

cranio, è identificato come un organo specializzato. La circolazione

sanguigna è doppia e completa. La respirazione polmonare è aiutata

grazie al **diaframma**, il sistema nervoso è il più complesso tra i

viventi. La fecondazione è interna (vivipari). I **monotremi** (es.

ornitorinco) invece depongono le uova sulla terra oppure le tengono

nel corpo in una borsa cutanea. I marsupiali non depongono le uova

ma fanno nascere troppo presto i piccoli, infatti lo sviluppo fetale è

molto veloce ma sviluppano nel marsupio. I placentati → portano

alla nascita di un organismo completo, infatti la durata può variare

dalla grandezza e la complessità dell'individuo → però sono

fondamentali le cure parentali. Principali ordini dei placentati:

- ♣ **Insettivori**: talpe e ricci;
- ♣ **Roditori**: scoiattoli, topi e istrici;
- ♣ **Lagomorfi**: conigli e lepri;
- ♣ **Chiroteri**: pipistrelli;
- ♣ **Artiodattili**: suini, ippopotami, cammelli, cervi, giraffe, bovini, capre e pecore;
- ♣ **Proboscidi**: elefanti;
- ♣ **Carnivori**;
- ♣ **Perissodattili**: cavalli, rinoceronti e tapiri;
- ♣ **Cetacei**: balene e delfini;

♣ **Primati**: lemuri, scimmie e ominidi.

28/10/20

Esercitazione 3

4/11/20

Esercitazione 4

6/11/20

GLI INVERTEBRATI → anche questi sono eucarioti pluricellulari (metazoi), la prima ramificazione: asimmetrici (porifera, spugne) e simmetrici (radiati e bilaterali). Gli organismi asimmetrici sono semplici e non esiste alcun piano che li divide in parti speculari. Gli invertebrati costituiscono il 97% del regno animale (i più numerosi sono gli artropodi).

1° → **PORIFERI** → spugne. Sono gli unici invertebrati asimmetrici, sono organismi semplici e non hanno una struttura complessa, sono bentonici (attaccati al suolo) e filtranti (si nutrono tramite la filtrazione). Sono a forma di sacco → la parte bassa è ancorata al suolo mentre nella parte alta vi è un'apertura chiamata **oscuro**. Tutto il sacco è attraversato da piccoli pori chiamati **osti** attraverso cui possono passare i liquidi e i microrganismi di cui le spugne si nutrono. Ci sono delle cellule chiamate **coanociti** che hanno delle estroflessioni (flagelli) che si muovono, grazie a questo movimento creano un flusso di acqua richiamandola dall'esterno all'interno dei pori, nel sacco vengono catturati i microrganismi di cui si nutrono e portati dentro le cellule dove avverranno tutti i processi metabolici; le materie di scarto, grazie al flusso di acqua, fuoriusciranno tramite l'oscuro. A mantenere la struttura di sacco aperta è un'impalcatura scheletrica formata da **spicole** di carbonato di calcio o silice, o da fibre di **spongina**. La riproduzione può essere sia asessuata (gemmazione) che sessuata (ermafroditi, quindi produrre sia il gamete femminile che maschile, o dioici) → avviene la fecondazione,

si forma l'embrione e poi la **larva**, è il primo differenziamento che porta alla formazione della larva che si chiama anfibrastula → migra e si muove nell'acqua, si rovescia e si lega al suolo. L'anfibrastula è costituita da due gruppi di cellule: un polo di cellule grandi non flagellate (macromeri) e un polo di cellule piccole e flagellate (micromeri → coanociti).

2° → **CELEENTERATI** → sono organismi simmetrici e radiati. Ne fanno parte le meduse, i coralli e gli anemoni di mare → per la maggior parte vivono in acque salate. Le forme e le dimensioni sono molto variabili. Tutti quanti comunque hanno una struttura o a polipo o a medusa → il corpo comunque ha una struttura a sacco e vi è un'apertura definita **bocca** (è l'unica apertura quindi fa anche da ano) → se è rivolta verso l'alto (quindi organismo bentonico) sarà a polipo, mentre se è rivolta verso il basso sarà medusa (natante → capacità di movimento). Un'altra caratteristica importante è la presenza di **tentacoli** intorno alla bocca, essi sono forniti di cellule urticanti che paralizzano la preda prima che sia inghiottita. La loro struttura viene divisa in 3 foglietti: ectoderma (pelle esterna), mesoglea (strato intermedio gelatinoso) e endoderma (pelle interna). La riproduzione può essere asessuata (gemmazione o frammentazione) o sessuata → c'è un ciclo, il polipo darà vita ad una riproduzione asessuata mentre la medusa ad una riproduzione sessuata → vi è l'alternanza di una generazione e l'altra. Nelle meduse abbiamo un rilascio dei gameti maschili che raggiungono il gamete femminile, il quale viene fecondato e che darà origine alla **planula** (larva da cui ha origine lo zigote) → è ciliata e capace di nuotare liberamente, ad un certo punto andrà a fissarsi sul fondo e si sviluppa un polipo. Quando il polipo diventa maturo va a dare origine alle **efire** (per via asessuata), delle giovani meduse destinate a diventare individui adulti capaci di riprodursi sessualmente.

SIMMETRIA BILATERALE

3° → **PLATELMINTI** → o vermi piatti, hanno un corpo molle e sottile.

Hanno un'organizzazione anatomica molto semplice, sono i primi animali cefalizzati ed hanno una capacità di muoversi in modo orientato, infatti sono direzionati. Anche qui compaiono tre strati di cellule: ectoderma, mesoderma e endoderma. Sono divisi in 4 classi:

- ♣ **Turbellari** → sono i più semplici, hanno una vita libera e sono mobili (sono ricoperti da epitelio ciliato), vivono in acque marine, si nutrono di piccoli invertebrati o di materiale vegetale. Tessuto nervoso → sono i più semplici quindi non hanno la differenziazione tra i diversi neuroni, hanno cellule nervose tutte uguali che formano un plesso nervoso sub-epidermico (sotto il derma), è una sorta di capsula;
- ♣ **Trematodi** → sono parassiti, quindi non hanno la capacità di muoversi, al posto dell'epitelio ciliato hanno ventose o uncini che gli servono per aderire all'ospite. Inizialmente si legano all'interno di un ospite intermedio (altri invertebrati), successivamente vanno a trasferirsi nell'ospite definitivo (vertebrati);
- ♣ **Monogenea** → sono ectoparassiti degli anfibi e dei pesci. La *Fasciola hepatica* si può trovare nei vertebrati;
- ♣ **Cestodi** → ne fa parte la *Tenia (verme solitario)*. Sono parassiti molto pericolosi e la loro caratteristica è di avere una struttura corporea che gli permette di parassitare facilmente i vertebrati. Hanno una testa definita **scolice**, essa possiede delle ventose (o uncini) che si attaccano alla parete intestinale dell'ospite. Dopo lo scolice troviamo il **collo**, il quale è la struttura che prolifica e va a formare tutti i segmenti del verme, questi segmenti fanno sì che il verme possa allungarsi sempre di più (fino a 12 m), sono identici fra di loro tranne che negli ultimi → vi vengono prodotte uova microscopiche che vengono rilasciate nell'intestino e portate all'esterno attraverso le feci andando a contaminare l'erba. Le uova che entrano in un altro intestino si schiudono e formano delle

larve che non sono capaci di attaccarsi all'intestino perché non hanno lo scolice, ma attraversano la parete intestinale raggiungendo la circolazione fino ad arrivare al muscolo, dove si forma una ciste (**cisticerco**) → quindi la carne che viene ingerita è infetta e il cisticerco si installa nell'intestino trasformandosi in tenia adulta.

All'interno di questi organismi troviamo diversi tessuti.

Immediatamente sotto l'epidermide troviamo il tessuto muscolare composto da una serie di strati di fibre muscolari lisce circolari, longitudinali e diagonali (permette il movimento). Poi troviamo il sistema nervoso → i neuroni sono sensoriali, motori e associativi, troviamo i gangli cefalici dai quali si dipartono i cordoni che innervano l'intero organismo e sono collegati ad organi di senso → cellule tattili e chemiorecettive, statocisti (equilibrio), reocettori (captano la direzione dell'acqua) e ocelli fotosensibili (riconoscono il buio e la luce). Troviamo anche il sistema escretore costituito da protonefridi → elimina i prodotti di rifiuto e regola la quantità di liquidi nel mesoderma (osmoregolazione).

NUTRIZIONE: vi è un'unica apertura che fa sia da bocca e da ano. Possiamo trovare la faringe (in alcune specie cattura il cibo, la bocca si apre e basta) e l'intestino → ramificato, possiede enzimi digestivi e cellule specializzate (digestione extracellulare e intracellulare). I turbellari si nutrono di microalghe e ectoparassiti, producono muco che paralizza ciò di cui si devono nutrire. I cestodi non hanno un vero e proprio intestino, non utilizzano la bocca per il nutrimento ma il tegumento (assorbimento). I monogenei e i trematodi, essendo parassiti, si nutrono delle cellule e liquidi corporei dell'organismo parassitato attraverso il movimento dei muscoli della faringe.

RIPRODUZIONE: entrambi i tipi. Asessuale → scissione trasversale o longitudinale, amplificazione (si dividono le larve) e rigenerazione. Sessuale → ermafroditi, possono fare sia autofecondazione che fecondazione incrociata (interna).

4° → **NEMATODI** → vermi cilindrici e sottili, sono sprovvisti di organi di locomozione. Si ha una separazione fra la bocca e l'ano.

Generalmente non sono parassiti e conducono una vita libera in acqua (si nutrono di batteri, lieviti, alghe...), le filarie e le trichinelle sono parassiti. Dall'esterno → **cuticola** (circonda l'organismo e lo protegge), una struttura robusta tri-stratificata, costituita da cellule epiteliali con matrice extracellulare ricca di collagene, poi **ipoderma**, tessuto epiteliale sinciziale ed è più morbido, **tessuto muscolare**, importante perché è l'unica fonte di movimento ondulatorio, è longitudinale e si ha la contrazione alternata della parte ventrale e dorsale, **cavità centrale o pseudoceloma**, è ripieno di liquido e dà la forma, è una sorta di scheletro (scheletro idrostatico) liquido, **apparato digerente**, un tubo (eterotrofi), e infine l'**apparato riproduttore** → femminile o maschile, in casi rari possiamo avere l'ermafroditismo. La fecondazione è interna e lo sviluppo dell'embrione avviene all'interno e si ha una grande dilatazione, l'utero contiene i nematodi (nascono già adulti). Ciclo vitale → l'embrione viene rilasciato nelle feci, al momento della nascita l'individuo è giovane ma è sviluppato e può entrare attraverso la cute o tramite l'alimentazione → attraverso la circolazione raggiunge gli alveoli polmonari, raggiungere la trachea e attraverso l'esofago arrivano nell'intestino, lì raggiunge la maturità e può fecondare nuovamente.

5° → **ANELLIDI** → vermi segmentati (anelli o metameri) → segmenti identici tra di loro tranne nella parte cefalica (organi di senso e bocca) e nella parte anale. Sono celomati, attraversati dal tubo digerente, il ganglio cerebrale (superiore e inferiore) forma un cordone che attraversa tutto l'organismo e poi abbiamo il sistema circolatorio → sei cuori messi in comunicazione da vasi longitudinali (ventrale e dorsale → messi in comunicazione da un vaso circolare in ogni segmento). La respirazione è cutanea, anche qui abbiamo il sistema escretore, una coppia di nefridi per ogni segmento.

Si dividono in tre classi: oligocheti (lombrichi, si trovano nel suolo), policheti (ambiente marino) e irudinei → le sanguisughe, hanno la capacità di parassitare un organismo nutrendosi del suo sangue, hanno mascelle che incidono sulla cute dell'individuo (hanno una proboscide). RIPRODUZIONE: oligocheti (ermafroditi) e policheti (sia sessuata che asessuata come scissione e gemmazione, questi sono dioici), gli irudinei sono capaci di una riproduzione sessuata e per la maggior parte sono ermafroditi. La fecondazione è esterna.

6° → **MOLLUSCHI** → hanno un corpo molle protetto da una conchiglia calcarea. Comprendono lumache, calamari, cozze e vongole → anatomicamente hanno il capo-piede, contiene la parte cefalica e motrice, la massa viscerale (organi della digestione e riproduzione) e il mantello, si trova sotto la conchiglia perché va a produrre quest'ultima. Nella cavità del mantello si trovano le branchie e i prodotti dell'apparato escretore, digerente e riproduttivo. Hanno un apparato circolatorio semplice con il cuore e vari vasi. Tre classi: **gasteropodi** (lumache, prive di conchiglia, e chiocchie), hanno delle antenne sensibili a odori e al tatto, hanno gli occhi ed uno scarso movimento, **bivalvi** (vongole, ostriche), la conchiglia sono divise in due valve unite posteriormente, hanno uno o due muscoli adduttori capaci di far aprire la conchiglia, e i **cefalopodi** (polpi, seppie, calamari → privi di conchiglia o interna), il nautilus è il primo cefalopode ed è l'unico ad avere la conchiglia esterna → hanno un movimento a propulsione, il sifone butta fuori acqua, sono predatori e la bocca è circondata da tentacoli, possono espellere un liquido nero che confonde il predatore. Sono dioici tranne i gasteropodi (ermafroditi), la fecondazione è esterna (gasteropodi e bivalvi). Le uova danno origine ad una larva natante che si nutre di microplancton → poi forma piano piano la conchiglia.

7° → **ARTROPODI** → sono i più numerosi, hanno uno scheletro esterno costituito da chitina (*esoscheletro*) da cui si dipartono appendici articolate (zampe o antenne). L'esoscheletro non ha

capacità elastiche infatti impedisce la crescita (vanno incontro a diverse mute), ad ogni muta l'esoscheletro non è ben sclerificato e con il passare del tempo va ad indurirsi. Il loro corpo è diviso in segmenti, o metameri, tutti identici negli organismi meno evoluti, negli altri sono tutti differenti (formano regioni corporee) → capo, torace e addome. I **miriapodi** sono meno evoluti, per ogni segmento abbiamo o due paia di zampe (diplopodi, mille piedi) o un paio (chilopodi, centopiedi). I **crostacei** sono più evoluti → hanno la testa, torace e addome. La testa e il torace sono fusi, si parla di cefalotorace costituito da esoscheletro (carapace), nel capo hanno due appendici sensoriali, antennule e antenne, hanno almeno 5 paia di zampe e in alcuni casi il primo paio si trasforma in chele (difesa e offesa). Gli **aracnidi** sono i primi che hanno colonizzato la terraferma, anche questi hanno il cefalotorace, non hanno le antenne ma hanno sei paia di appendici → il primo paio sono punte velenose (cheliceri), il secondo sono i pedipalpi, servono per presa del cibo e organi sensoriali. Nella parte addominale non vi sono appendici. Sono predatori e la digestione avviene all'esterno del corpo mediante la produzione di fluidi digestivi secreti sugli alimenti. Gli **insetti** sono numerosissimi (un milione di specie), hanno colonizzato tutto il mondo → sono i più complessi, le tre parti sono separate, hanno tre paia di zampe attaccate al torace e ali (massimo due paia, non tutti ce l'hanno), poi troviamo le antenne (organi sensoriali), un apparato buccale (labbro superiore, inferiore, mascella e mandibola → le api hanno una cannuccia per succhiare, si chiama spiritromba), hanno gli ocelli (occhi primitivi 3, o 2, o assenti) e anche gli occhi → superficie a faccette esagonali, ciascuna delle quali percepisce una parte del campo visivo, il tutto viene elaborato nell'encefalo. Troviamo l'apparato digerente diviso in 3 parti, il sistema nervoso centrale e periferico, un apparato respiratorio formato da trachee ramificate, non c'è naso ma stigmi (aperture), un apparato circolatorio (cuore a forma di tubo) e apparato escretore. Senza ali → **apterigoti**, con ali

pterigoti. La riproduzione avviene per via sessuata, sono ovipari e fanno la metamorfosi → se è completa (3-9 mute) l'uovo produce una larva diversa dall'individuo adulto, essa si sviluppa e matura, si forma la pupa (o crisalide) → non si nutre più ma comunque ha il metabolismo attivo, alla fine ci sarà la schiusa (dal bozzolo o cella sotterranea).

8° → **ECHINODERMI** → stelle e ricci di mare, sono acquatici. Tutto l'organismo è ricoperto da un derma spinoso (più o meno rigido). Le loro funzioni vitali sono legate a **canali acquiferi** che danno capacità di respirare, catturare le prede e locomozione → pedicelli ambulacrali (ventose). Sono dioici (anche se maschio e femmina sono identici, uno produce le uova e uno gameti maschili) e la fecondazione è esterna.