

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A1 – LA CHIMICA DELLA VITA

Lezione 1 – L'unitarietà della vita

Tutti gli organismi condividono alcune **caratteristiche**: prelevano nutrienti ed energia dall'ambiente; crescono e si riproducono grazie alle informazioni ereditarie del DNA; regolano l'ambiente interno; rispondono agli stimoli e interagiscono tra loro; derivano per evoluzione da un antenato comune. L'unità di base degli organismi è la **cellula**. Le cellule **procariotiche** sono piccole e il DNA è disperso nel citoplasma. Le cellule **eucariotiche** sono dotate di nucleo e di numerosi organuli. Tutti gli organismi viventi ricavano energia e materie prime dai nutrienti. Gli organismi **autotrofi** utilizzano la luce solare o altre fonti di energia per convertire molecole semplici in nutrienti. Gli organismi **eterotrofi** prelevano i nutrienti da altri organismi o dall'ambiente. La **generazione spontanea** è forse avvenuta all'inizio della vita, ma oggi i nuovi organismi nascono solo con la **riproduzione**. Molti organismi unicellulari e pluricellulari si riproducono per via **asessuata**. Altri organismi, come quasi tutti gli animali e le piante, si riproducono per via **sessuata**.

Lezione 2 – Le basi chimiche della vita

Le cellule contengono e producono le **biomolecole**, presenti solo nei viventi. Le biomolecole sono simili per composizione e funzioni in tutti gli organismi, dai più semplici ai più complessi; questa **unitarietà chimica** della vita oggi viene considerata come una prova a sostegno dell'evoluzione. I sei **elementi** più importanti per la vita sono idrogeno, ossigeno, azoto, fosforo, zolfo e carbonio. L'idrogeno e l'ossigeno sono presenti soprattutto nelle molecole di **acqua**, che rappresenta di solito più del 70% in peso di un organismo.

Lezione 3 – Le biomolecole sono formate da atomi legati tra loro

I **legami chimici** sono forze di natura elettrica che si formano quando il nucleo di un atomo esercita una forza di attrazione sugli elettroni di un atomo vicino. La grandezza che misura la tendenza di un atomo ad attirare gli elettroni coinvolti nel legame si chiama **elettronegatività**. Se due elementi hanno elettronegatività molto diversa formano un **legame ionico**, mentre se hanno elettronegatività uguale o simile formano un **legame covalente**.

Lezione 4 – La varietà delle molecole

La forma di una molecola, ossia la **geometria molecolare**, dipende principalmente dagli angoli di legame e ne determina la polarità. Sebbene tutte le molecole siano neutre, in alcuni casi le cariche elettriche sono distribuite in modo asimmetrico; queste molecole sono dette **polari** o **dipoli**. Il **carbonio** è l'elemento più importante per la vita ed è quello che forma il maggior numero di composti, che sono detti **composti organici**. Le molecole organiche con lo stesso numero di atomi ma struttura diversa sono dette **isomeri**.

Lezione 5 – I legami intermolecolari

I **legami intermolecolari** sono anch'essi di natura elettrica, ma sono molto più deboli dei legami tra gli atomi. La forza dei legami intermolecolari dipende dalla polarità delle molecole coinvolte. Le sostanze polari formano **legami dipolo-dipolo** o **legami a idrogeno**; questi ultimi sono molto forti e coinvolgono solo molecole fortemente polarizzate. Le **forze di London** sono gli unici legami che si possono formare tra molecole apolari e sono i più deboli. I legami intermolecolari sono molto importanti nelle **soluzioni liquide**.

Lezione 6 – Le proprietà dell'acqua e la vita

I legami a idrogeno tra le molecole di acqua conferiscono a questa sostanza le proprietà che la rendono indispensabile per la vita. L'acqua ha un'elevata **coesione**, che determina la tensione superficiale e la capillarità, e un'elevata **capacità termica**. Inoltre, la **densità** dell'acqua diminuisce dallo stato liquido allo stato solido. I legami a idrogeno condizionano anche le proprietà che si manifestano quando l'acqua si mescola con altre sostanze. Le quantità relative di ioni H^+ e OH^- che una sostanza rilascia in soluzione sono indicate mediante la **scala del pH**.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A2 – LE BIOMOLECOLE: STRUTTURE E FUNZIONI

Lezione 1 – Le biomolecole: caratteristiche generali

Le biomolecole sono composti organici peculiari degli esseri viventi, costituiti da catene idrocarburiche unite a specifici **gruppi funzionali**. La funzione di una biomolecola è determinata sia dalla sua composizione chimica sia dalla sua forma tridimensionale. Molte sono **polimeri**, macromolecole costituite dall'unione di **monomeri** simili tra loro. I monosaccaridi, gli amminoacidi e i nucleotidi sono monomeri, mentre i polisaccaridi, le proteine e gli acidi nucleici sono polimeri; i lipidi sono l'unico gruppo che non forma polimeri.

Lezione 2 – I carboidrati

I carboidrati sono la principale **fonte di energia** e un'importante **componente strutturale** delle cellule. Le unità di base sono i **monosaccaridi**, o zuccheri semplici; il *glucosio* e il *fruttosio* sono i più usati come nutrienti. Gli **oligosaccaridi** sono corte catene che contengono da due a dieci monosaccaridi; i più comuni, come il *saccarosio* e il *lattosio*, sono disaccaridi. I **polisaccaridi** sono formati da lunghe catene di centinaia o migliaia di monosaccaridi uniti per condensazione. Possono servire come riserva energetica o come materiale strutturale. I più importanti polisaccaridi di riserva sono l'*amido* nelle piante e il *glicogeno* negli animali. I polisaccaridi più rigidi e resistenti, come la *cellulosa* e la *chitina* negli animali, hanno invece funzione di rivestimento o sostegno.

Lezione 3 – I lipidi

Tutti i lipidi sono **idrofobici**. Sebbene non formino polimeri, molti si aggregano e formano estesi complessi quando vengono mescolati all'acqua. Tra i gruppi di lipidi più importanti ci sono i trigliceridi, i fosfolipidi e il colesterolo. I **trigliceridi** comprendono grassi e oli e sono formati da una molecola di glicerolo unita a tre molecole di acidi grassi, saturi o insaturi. I **fosfolipidi** sono i principali componenti della membrana plasmatica; in essi, uno degli acidi grassi è sostituito da un gruppo fosfato unito a una molecola polare. Gli **steroidi** sono formati da uno scheletro idrocarburico a quattro anelli. Il *colesterolo* è una componente importante delle membrane delle cellule animali e viene utilizzato per produrre gli *ormoni steroidei*, fondamentali per lo sviluppo sessuale.

Lezione 4 – Amminoacidi e proteine

Le proteine svolgono svariate funzioni di importanza basilare per gli organismi. Sono formate sempre dagli stessi 20 **amminoacidi**, che possono però unirsi in catene polipeptidiche con innumerevoli sequenze diverse. Ogni organismo produce le proprie proteine partendo dalle **informazioni** contenute nei geni. Per rendere attiva una proteina, le catene polipeptidiche devono essere ripiegate secondo un preciso schema; i livelli organizzativi che determinano la **configurazione** della proteina sono chiamati struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. La **denaturazione** altera la configurazione della proteina e le impedisce di svolgere la sua funzione. La forma è fondamentale negli **enzimi**, molecole selettive che catalizzano le reazioni chimiche nell'organismo.

Lezione 5 – Nucleotidi e acidi nucleici

Gli acidi nucleici DNA (**acido desossiribonucleico**) e RNA (**acido ribonucleico**) sono polimeri formati da nucleotidi. I nucleotidi che compongono il DNA e l'RNA contengono uno zucchero diverso, e anche una delle quattro basi azotate è diversa. La molecola di **DNA** è composta da due filamenti complementari, appaiati a formare una struttura a doppia elica. Il DNA è una molecola informazionale: le sequenze di basi codificano le informazioni necessarie per la sintesi proteica. L'**RNA** è formato da un solo filamento e viene usato per trascrivere l'informazione contenuta nel DNA e tradurla in proteine. Un altro importante nucleotide è l'**ATP (adenosintrifosfato)**, una molecola che contiene legami ad alta energia ed è usata come trasportatore di energia nella cellula.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A3 – LA CELLULA E LE SUE STRUTTURE

Lezione 1 – Le cellule sono microsistemi complessi

Nelle cellule si osserva una **organizzazione gerarchica**, dagli atomi vengono prodotte le biomolecole, assemblate quindi in macromolecole e poi aggregate in strutture cellulari dinamiche e complesse. Ogni struttura ha una specifica funzione e interagisce con altre strutture, consentendo alla cellula di crescere, svolgere le attività vitali e riprodursi. Le cellule sono di **piccole dimensioni** per aumentare la superficie di scambio e per facilitare il movimento delle sostanze e il controllo delle attività cellulari. Si possono osservare con il **microscopio ottico** o con il **microscopio elettronico**, che ha un potere risolutivo maggiore.

Lezione 2 – Cellule procariotiche ed eucariotiche a confronto

Le **cellule procariotiche** sono sempre dotate di membrana plasmatica, citoplasma, ribosomi e DNA. Molti procarioti hanno inoltre una parete cellulare rigida e, in alcuni casi, una capsula; spesso sono dotati anche di flagelli e pili. Oltre alle strutture di base dei procarioti, le **cellule eucariotiche** possiedono anche organuli delimitati da membrane. Tutte le cellule animali e vegetali hanno: nucleo, citoscheletro, mitocondri e un sistema di membrane interne. Le cellule animali sono dotate anche di lisosomi, mentre le cellule vegetali hanno parete cellulare, cloroplasti e vacuolo.

Lezione 3 – Gli organuli delle cellule eucariotiche

Nelle cellule eucariotiche, il **nucleo** contiene il DNA con l'informazione genetica per sintetizzare le proteine a livello dei **ribosomi**. Intorno al nucleo vi è il **sistema delle membrane interne**, di cui fanno parte il reticolo endoplasmatico, l'apparato di Golgi e i lisosomi. Il **reticolo endoplasmatico ruvido** è cosparso di ribosomi e ha funzione di immagazzinamento e modificazione delle proteine. Il **reticolo endoplasmatico liscio** è importante per la sintesi di molti lipidi e per la degradazione di sostanze tossiche e scarti metabolici. L'**apparato di Golgi** modifica proteine e lipidi ed è la sede di sintesi di vari carboidrati. I **lisosomi** contengono enzimi che degradano gli scarti metabolici e altre biomolecole. Nei **mitocondri** ha luogo la respirazione cellulare, che produce l'energia necessaria alla cellula; essi sono dotati di DNA proprio. Il **citoscheletro** è costituito da una fitta rete di filamenti che danno forma e sostegno alla cellula, oltre a regolare il traffico intracellulare e, in alcuni casi, a contribuire al movimento della cellula.

Lezione 4 – Le cellule vegetali hanno parete, cloroplasti e vacuoli

Le cellule vegetali sono dotate di una **parete cellulare** rigida che fornisce sostegno e protezione e permette di trattenere l'acqua. Fino al 90% del volume cellulare può essere occupato dal **vacuolo**, in cui vengono immagazzinati nutrienti, degradate scorie, accumulate sostanze tossiche che respingono i fitofagi e pigmenti che attraggono gli impollinatori. Funge anche da sostegno meccanico conferendo **turgore** alla pianta. Un organulo di primaria importanza è il **cloroplasto**, che contiene la clorofilla ed è sede della fotosintesi; esso possiede un proprio DNA, come il mitocondrio.

Lezione 5 – Le cellule si riconoscono, aderiscono l'una all'altra, comunicano

Quasi tutte le cellule degli organismi pluricellulari sono collegate ad altre cellule e comunicano tra loro. I tipi principali di adesione tra le cellule animali sono: le **giunzioni occludenti** che formano un sottile strato a tenuta stagna per mantenere le cellule unite e bloccate; i **desmosomi** che uniscono le cellule in lamine e fasci robusti; e le **giunzioni serrate** che formano canali aperti tra due cellule e sono importanti per la comunicazione intercellulare. Nelle cellule vegetali sono comuni i **plasmodesmi**, minuscoli canali che mettono in comunicazione le cellule e consentono il passaggio di sostanze.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A4 – LA VITA DELLE CELLULE

Lezione 1 – Il metabolismo cellulare

Il **metabolismo cellulare** è l'insieme delle reazioni che si svolgono nella cellula. Le reazioni **anaboliche** portano alla sintesi di biomolecole e richiedono energia, mentre le reazioni **cataboliche** prevedono la degradazione di biomolecole e producono energia. Anche le cellule obbediscono al primo e al secondo principio della termodinamica: trasformano l'energia chimica presente nei nutrienti in **ATP**, una molecola ad alto contenuto energetico che fornisce energia di pronto utilizzo, e compiono lavoro (cioè spendono energia) per svolgere le funzioni vitali. L'insieme delle reazioni che consentono alla cellula di procurarsi energia è detto **metabolismo energetico**.

Lezione 2 – Le membrane sono essenziali per il metabolismo

La membrana cellulare è costituita da un **doppio strato fosfolipidico** in cui si trovano immerse **proteine** che partecipano a molti processi metabolici. Si tratta di una barriera semipermeabile che controlla molecole e ioni in entrata e in uscita dalla cellula. La sua struttura dinamica e flessibile viene definita un **mosaico fluido**. Le proteine di membrana possono essere **integrali** o **periferiche**. Le molecole attraversano la membrana grazie a due tipi di trasporto. Nel trasporto passivo il movimento avviene per diffusione secondo gradiente e non richiede energia; la diffusione può essere **semplice** o **facilitata**. Anche l'acqua attraversa la membrana cellulare per diffusione con il processo di **osmosi**. Il **trasporto attivo** richiede energia e specifiche proteine di trasporto. Nell'**esocitosi** e nelle varie forme di **endocitosi** le macromolecole vengono inglobate in vescicole di trasporto formate da frammenti di membrana.

Lezione 3 – Dai nutrienti all'ATP

Il metabolismo energetico è organizzato in **vie metaboliche**, sequenze di reazioni che trasformano gradualmente i reagenti iniziali nei prodotti finali con una serie di passaggi ordinati. La molecola di **NAD** è un coenzima che interviene in molte vie metaboliche. Il nutriente più diffuso per ricavare energia è il **glucosio**, la cui degradazione avviene in due fasi. La **glicolisi** è una via metabolica universale che permette di ottenere due molecole di ATP. La **respirazione cellulare**, che avviene nei mitocondri e comprende il ciclo di Krebs e la fase finale di trasporto degli elettroni, è più complessa ma permette di ottenere molta più energia. La respirazione avviene solo in presenza di ossigeno; in sua assenza si ha la **fermentazione**, che rigenera NAD^+ con un percorso alternativo.

Lezione 4 – L'energia solare e la produzione dei nutrienti

Gli **autotrofi** sintetizzano il glucosio a partire da molecole inorganiche e da una fonte di energia esterna, che spesso è il Sole. In questo caso, il processo di sintesi è detto **fotosintesi clorofilliana** e necessita di CO_2 , acqua e luce solare. La fotosintesi ha luogo nei **cloroplasti** e si svolge in due fasi. Durante la **fase luce-dipendente** la clorofilla e gli altri pigmenti fotosintetici catturano la luce solare e la usano per sintetizzare ATP e NADPH. Nel corso del processo si ha la scissione di molecole di acqua con produzione di ossigeno (O_2). Nella **fase luce-indipendente** (di sintesi) le molecole ad alta energia sono utilizzate per la fissazione del carbonio e la sintesi degli zuccheri durante il ciclo di Calvin. L' O_2 rappresenta un sottoprodotto della fotosintesi, ma è fondamentale per la biosfera: consente la respirazione cellulare e da esso deriva l'ozono che scherma le radiazioni solari ad alta energia.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A5 – I CROMOSOMI E LA DIVISIONE CELLULARE

Lezione 1 – La divisione cellulare e la riproduzione

La **divisione cellulare** porta una cellula a dividersi in due cellule figlie. Gli organismi unicellulari la utilizzano per **riprodursi**, mentre negli organismi pluricellulari essa è alla base di funzioni vitali come la **crecita** e il **ricambio** delle cellule danneggiate. Prima della divisione cellulare si ha la duplicazione del materiale genetico, seguita dalla segregazione del DNA e dalla citodieresi. I meccanismi sono diversi nelle cellule procariotiche, dotate di un singolo cromosoma circolare, e nelle cellule eucariotiche che possiedono diverse molecole lineari di DNA all'interno del nucleo. I procarioti si dividono per **scissione binaria**, una forma di riproduzione asessuata che dà origine a due cellule figlie geneticamente identiche alla cellula madre.

Lezione 2 – Le cellule eucariotiche e la mitosi

Le **cellule somatiche** compongono il corpo di un organismo, mentre i **gameti** sono le cellule riproduttive. Le prime si dividono per mitosi e hanno tutte lo stesso patrimonio genetico. Il **ciclo vitale** di una cellula somatica si compone di due fasi. Durante l'**interfase** la cellula si accresce, duplica il DNA e si prepara a dividersi. Nel corso delle normali attività metaboliche le molecole di DNA sono disperse nel nucleo sotto forma di **cromatina**, mentre prima della duplicazione si spiralizzano a formare i **cromosomi**. Durante la fase mitotica si hanno la mitosi e la citodieresi. La sequenza di fasi della **mitosi** porta alla formazione di due nuclei identici, mentre la **citodieresi** porta alla separazione del citoplasma e alla divisione della cellula in due cellule figlie.

Lezione 3 – La meiosi e la riproduzione sessuata

La riproduzione sessuata prevede l'unione di due **gameti** con la **fecondazione** e la formazione dello **zigote**, da cui si sviluppa il nuovo individuo. Le cellule somatiche sono **diploidi**, possiedono cioè due serie complete di cromosomi, una di origine materna e l'altra paterna, mentre i gameti sono **aploidi**, ossia dotati di una singola serie di cromosomi. Le cellule aploidi sono prodotte attraverso la **meiosi**, un processo di divisione cellulare che porta a dimezzare il numero di cromosomi. La meiosi prevede due divisioni cellulari successive, ma solo nella prima si ha la duplicazione del DNA: ciò permette di ottenere quattro cellule aploidi da una diploide.

Lezione 4 – La riproduzione e la varietà delle specie

I **gameti** sono geneticamente diversi l'uno dall'altro grazie a due eventi che si verificano durante la meiosi. Il **crossing-over** permette la ricombinazione del materiale genetico attraverso lo scambio di segmenti di DNA tra i cromatidi delle coppie di omologhi. L'**assortimento casuale** degli omologhi porta invece a una combinazione casuale di cromosomi di origine materna e paterna nelle cellule figlie. Nonostante questa variabilità, tutti gli individui di una specie hanno lo stesso corredo cromosomico diploide, rappresentato dal **cariotipo**. Nell'essere umano e in molte altre specie il sesso è determinato geneticamente. Nella nostra specie ogni individuo possiede due cromosomi sessuali: le femmine hanno due X, i maschi X e Y: è perciò il gamete maschile che determina il sesso del nascituro. Durante la meiosi possono verificarsi degli errori nella separazione degli omologhi o dei cromatidi. Questo fenomeno è detto **non-disgiunzione** e porta ad anomalie cromosomiche che possono causare disfunzioni nell'organismo in fase di sviluppo.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A6 – L'ORIGINE E LA STORIA DELLA BIODIVERSITÀ

Lezione 1 – L'evoluzione: le specie cambiano nel tempo

La **teoria dell'evoluzione per selezione naturale** fu formalizzata da Charles Darwin a metà Ottocento. La selezione naturale può agire solo se c'è **variabilità** per un carattere all'interno di una popolazione, se tale variabilità è associata a **tratti ereditari** e se vi è un **successo riproduttivo differenziale** tra gli individui. Altri **fattori evolutivi**, oltre alla selezione naturale, sono le mutazioni, la deriva genetica e le migrazioni.

Lezione 2 – I fossili e la storia evolutiva

I **fossili** sono fondamentali per ricostruire la storia evolutiva del vivente. L'evoluzione non procede sempre con la stessa velocità: in alcuni casi è **graduale** e non produce cambiamenti drastici e repentini, mentre in altri casi procede **per salti** e, in un breve lasso di tempo, porta alla comparsa di specie del tutto nuove.

Lezione 3 – La classificazione e la filogenesi

Una **specie biologica** è una popolazione di individui in grado di generare prole fertile. Questa definizione si basa sull'**isolamento riproduttivo**, che si verifica quando sono presenti **barriere prezigotiche** o **postzigotiche**. Le specie sono catalogate con il **sistema di classificazione gerarchico**, che le raggruppa in categorie sempre più ampie fino ad arrivare ai tre domini del vivente. La storia evolutiva può essere ricostruita con gli **alberi filogenetici**, che evidenziano le relazioni e le divergenze evolutive tra i vari gruppi gerarchici. Le specie imparentate presentano tratti **omologhi**, mentre si parla di **evoluzione convergente** quando due specie evolutivamente distanti sviluppano **tratti analoghi** perché vivono nello stesso ambiente.

Lezione 4 – La varietà e la complessità della biosfera

Una **specie** è un insieme di organismi che possono riprodursi tra loro generando prole fertile. I membri di una specie che vivono nella stessa regione geografica costituiscono una **popolazione**. Più popolazioni di specie diverse che abitano nello stesso ambiente creano una **comunità**. Le interazioni tra comunità e ambiente di vita formano un **ecosistema**. Tutte le specie attuali si sono evolute da un antenato comune, da cui si sono differenziate per cambiamenti progressivi. L'**evoluzione** avviene per **selezione naturale**, un processo che favorisce gli individui con gli **adattamenti** più idonei a sopravvivere e riprodursi. Le specie viventi vengono suddivise in tre gruppi, detti **domini**. Gli organismi procarioti si dividono in **batteri** e **archei**; gli altri organismi unicellulari e pluricellulari fanno parte degli **eucarioti**. Gli eucarioti sono suddivisi in quattro regni: le piante, gli animali, i funghi e i protisti.

Lezione 5 – I Procarioti

I tre domini del vivente sono **monofiletici**. I **batteri** sono organismi unicellulari con un cromosoma circolare, sono privi di organuli e si riproducono per scissione binaria. Possiedono una grande varietà di stili metabolici. Gli **archei** vivono prevalentemente in ambienti estremi, hanno anch'essi una grande varietà di metabolismi e assomigliano in parte ai batteri, ma dal punto di vista evolutivo sono più vicini agli eucarioti.

Lezione 6 – I protisti

I primi eucarioti, gli **acritarchi**, erano organismi unicellulari autotrofi con parete esterna. Da essi si sono differenziati tutti i regni degli eucarioti: quello dei **protisti** è il più antico ed eterogeneo. Quasi tutti sono unicellulari e microscopici, ma alcuni sono pluricellulari e possono diventare molto grandi. I protisti che si nutrono e si muovono in modo simile agli animali sono detti **protozoi**. I protisti acquatici che svolgono la fotosintesi clorofilliana sono detti **alghe**. I protisti che si nutrono per assorbimento comprendono i **funghi mucilluginosi** e le **muffe d'acqua**.

SINTESI DI FINE CAPITOLO

Phelan, Pignocchino

Biologia

Capitolo A7 – LA VARIETÀ DI PIANTE, FUNGHI E ANIMALI

Lezione 1 – Le piante terrestri

Le **piante** sono eucarioti pluricellulari autotrofi che svolgono la fotosintesi clorofilliana. Quasi tutte possiedono tre organi specializzati: radici, fusto e foglie. Le **briofite** sono piante non vascolari prive di radici e vasi e comprendono i muschi, le epatiche e le anterocete. Le **pteridofite** comprendono felci ed equiseti e sono le piante vascolari più primitive. Le spermatofite comprendono tutte le piante vascolari con seme. Nelle **gimnosperme** il seme è racchiuso all'interno di una struttura riproduttiva detta cono. Le **angiosperme** sono le piante con fiore e il loro seme è racchiuso all'interno del frutto.

Lezione 2 – I funghi

I **funghi** sono eucarioti eterotrofi unicellulari o pluricellulari che si nutrono per assorbimento. Le loro cellule hanno pareti composte di chitina. Quasi tutti i funghi pluricellulari hanno lunghi e sottili filamenti, le ife, che permettono di raggiungere le fonti di cibo. I funghi svolgono un importante ruolo ecologico come decompositori. Le **micorrize** rappresentano una simbiosi tra le radici di una pianta e il micelio di un fungo, mentre i **licheni** sono una forma di simbiosi tra un fungo e un'alga.

Lezione 3 – Gli animali più semplici

Tutti gli **animali** sono pluricellulari, hanno un certo grado di specializzazione cellulare, si nutrono per ingestione e digestione e si muovono almeno nei primi stadi dello sviluppo. Gli **invertebrati** sono estremamente abbondanti e diversificati: comprendono ben otto linee evolutive, sono sempre privi di colonna vertebrale e tutti tranne gli echinodermi sono protostomi. I **poriferi** sono gli animali più semplici, sono privi di tessuti e di simmetria. Gli **cnidari** sono dotati di tessuti e presentano simmetria radiale. I vermi comprendono molti phyla diversi; i più importanti sono i **platelminti**, i **nematodi** e gli **annelidi**.

Lezione 4 – Gli invertebrati più complessi

I **molluschi** comprendono gasteropodi, bivalvi e cefalopodi. Sono protostomi con simmetria bilaterale, hanno tessuti e organi e sono dotati di un apparato circolatorio. Il phylum degli **artropodi** è il più abbondante e variegato. Sono protostomi con il corpo segmentato da cui si dipartono le appendici articolate; il corpo è ricoperto di un esoscheletro chitinoso. Gli **echinodermi** sono gli unici invertebrati deuterostomi, e ciò li pone più vicini ai cordati che agli altri invertebrati dal punto di vista evolutivo. Sono tutti marini, hanno uno scheletro formato da piastre spinose e si muovono mediante i pedicelli ambulacrali del sistema acquifero.

Lezione 5 – Gli animali vertebrati

Il phylum dei **cordati** comprende urocordati, cefalocordati e vertebrati. Condividono tutti 4 caratteristiche: notocorda, cordone nervoso dorsale, fessure branchiali faringee e coda postnatale. I **vertebrati** hanno due caratteristiche peculiari: la colonna vertebrale e la regione cefalica dotata di cranio, cervello e organi di senso. I più antichi sono gli **agnati**, che comprendono i pesci cartilaginei, mentre degli **gnatostomi** fanno parte pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, tutti dotati di cranio osseo e mascelle. I **pesci** possono essere a **pinne raggiate** o a **pinne lobate**; quest'ultimi sono molto importanti perché da essi discendono tutti i vertebrati terrestri. Gli adattamenti che hanno permesso la colonizzazione della terraferma sono i polmoni, gli arti e l'uovo amniotico. Gli **anfibi** vivono sulla terraferma ma dipendono dall'acqua per la riproduzione. I **rettili** sono invece del tutto adattati alla vita terrestre; fanno parte dello stesso gruppo anche gli **uccelli**, considerati a tutti gli effetti rettili alati. I **mammiferi**, di cui fa parte anche l'essere umano, hanno peli e ghiandole mammarie, e si suddividono in monotremi, marsupiali e placentati.