



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



**Bollettino Notiziario - A.A. 2021/2022**

## **LAUREA IN BIOLOGIA**

### **Curriculum: Corsi comuni**

### **ANATOMIA COMPARATA**

**Titolare:** Prof.ssa MARIA BERICA RASOTTO

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 56A+32L; 9,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Il corso prevede conoscenze di Biologia cellulare, Biologia Molecolare, Genetica e Zoologia

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze di base sulla biologia e l'anatomia dei Vertebrati in chiave evolutivista, con particolare riguardo a: 1) l'acquisizione dei fondamenti del metodo comparativo; 2) l'acquisizione dei fondamenti della morfologia funzionale; 3) la conoscenza dell'organizzazione e del differenziamento degli apparati dei Vertebrati; 4) l'uso della terminologia appropriata. Attraverso le attività di laboratorio ed il lavoro di gruppo, lo studente sarà in grado di: 1) riconoscere e descrivere in modo appropriato i diversi apparati e organi dei vertebrati; 2) riconoscere e descrivere in modo appropriato le fasi dello sviluppo embrionale e dell'organogenesi dei vertebrati ad uova mesolecitiche (modello anfibio) e teleolecitiche (modelli pesci e uccelli); 3) utilizzare la morfologia come strumento di comprensione dell'adattamento all'ambiente e delle relazioni struttura-funzione; 4) lavorare in gruppo; 5) sviluppare capacità di sintesi e autonomia di giudizio; 6) sviluppare abilità comunicative

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è organizzato in lezioni frontali (1), attività di laboratorio (2) e lavori di gruppo (3). 1. Le conoscenze previste dal programma sono presentate nelle lezioni frontali utilizzando ppt impostati con immagini, schemi e video. L'insegnamento è interattivo, con domande e presentazione di casi di studio (basati su articoli o review), per promuovere la riflessione critica e la discussione in aula. Test periodici di autovalutazione vengono resi disponibili agli studenti nella pagina e-learning (<https://elearning.unipd.it/cmela/>) dell'insegnamento. 2. Le attività di laboratorio sono dedicate allo studio di preparati macroscopici e microscopici riguardanti parti del programma già illustrate nelle lezioni frontali, quali: l'embriologia dei vertebrati, l'anatomia dei vertebrati con particolare riferimento agli apparati tegumentario, scheletrico circolatorio, urogenitale e al sistema nervoso. Al termine di ogni laboratorio viene lanciato agli studenti un breve test di feedback utilizzando la pagina dell'insegnamento attivata nella risorsa online [letsfeedback.com](https://letsfeedback.com). 3. Le attività di gruppo consistono nell'approfondimento con approccio multidisciplinare (comportamento, ecologia, genetica, biochimica, ecc.) di temi legati all'evoluzione dei vertebrati. Ciascun tema viene sviluppato da gruppi di 4-5 studenti e i contenuti presentati alla classe e discussi collegialmente. Il materiale di partenza per questi approfondimenti è fornito dal docente che imposta e segue lo sviluppo del lavoro attraverso: a) l'illustrazione dei fondamenti della ricerca bibliografica, con particolare riguardo alle risorse disponibili in ateneo; b) incontri quindicinali di confronto e discussione.

**Contenuti:**

I contenuti del programma, in sintesi, possono essere suddivisi in 4 parti principali: 1) Concetti fondamentali e principi dell'Anatomia Comparata (1 CFU di lezioni frontali). Definizione della disciplina, metodi e oggetti di studio. Piani e assi del corpo, foglietti embrionali. Adattamento. Convergenza. Analogia. Omologia. Relazioni struttura-funzione a livello interspecifico e intraspecifico. 2) I Cordati (0,5 CFU di lezioni frontali): breve ripresa delle conoscenze acquisite nell'insegnamento di Zoologia. Caratteri del phylum e loro espressione in Tunicati, Cefalocordati, Vertebrati. Origine e filogenesi del phylum. I Vertebrati - Criteri di classificazione e caratteri generali di Agnati e Gnatostomi, Ittiopsidi e Tetrapodi, Anamni e Amnioti. Le classi dei Vertebrati, le loro relazioni filogenetiche e le tappe principali del loro percorso evolutivo. 3) Lo sviluppo embrionale dei Vertebrati (1 CFU di lezioni frontali; 0,5 CFU di laboratorio)- Tipi di uova, modalità di fecondazione e di riproduzione (oviparità, ovoviviparità, viviparità). Meccanismi di segmentazione, gastrulazione, neurulazione. I foglietti embrionali. Gli annessi embrionali. 4) Morfologia funzionale dei Vertebrati (4,5 CFU di lezioni frontali; 1,5 CFU di laboratorio) Analisi comparata delle relazioni struttura-funzione di alcuni apparati dei Vertebrati: apparato tegumentario, sistema nervoso e organi di senso, apparato scheletrico, apparato muscolare (in relazione alla locomozione), apparato circolatorio e respiratorio, sistema urogenitale. L'analisi comparativa dei diversi adattamenti viene usata anche come strumento per la conservazione/gestione sostenibile delle specie, evidenziando elementi di forza o di vulnerabilità rispetto ai cambiamenti ambientali.

**Modalità di esame:**

La verifica delle conoscenze acquisite è organizzata in due parti: 1) prova scritta di riconoscimento e descrizione di 7 preparati macroscopici e microscopici riguardanti l'embriologia e i diversi apparati dei vertebrati. Questa prova è basata sul materiale studiato e discusso nelle attività di laboratorio (2 CFU) 2) prova scritta con 3 domande aperte, volte ad evidenziare le conoscenze, il lessico scientifico, la capacità di sintesi e di discussione critica acquisite durante il corso. Questa prova è basata sui temi trattati nelle lezioni frontali e nel lavoro di gruppo (7 CFU). Il voto finale viene espresso come media pesata tra le due parti

#### **Criteri di valutazione:**

I criteri con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e abilità acquisite sono: 1) comprensione degli argomenti trattati; 2) capacità critica di collegamento delle conoscenze acquisite; 3) completezza delle conoscenze acquisite; 4) capacità di sintesi; 5) proprietà delle terminologia utilizzata

#### **Testi di riferimento:**

Stingo V et al., Anatomia comparata. Milano: Edi-Ermes, 2016 Pough FH, Janis CM, Heiser JB., Zoologia dei vertebrati. Torino: Pearson, 2014

#### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Tutto il materiale didattico utilizzato per le lezioni frontali e per la presentazione delle attività di laboratorio (ppt, articoli su casi di studio e review) è reso disponibile agli studenti nella pagina del corso della piattaforma e-learning: <https://elearning.unipd.it/cmela/>. Sulla stessa piattaforma viene condiviso il materiale utilizzato (articoli e review) e prodotto (file pdf delle presentazioni orali) dai gruppi di studio Ulteriori informazioni sul materiale utilizzato nelle attività di laboratorio e' disponibile ad sito: [http://fog.bio.unipd.it/Anatomia\\_Comparata/](http://fog.bio.unipd.it/Anatomia_Comparata/)

## BIOLOGIA CELLULARE

**Titolare:** Prof.ssa FRANCESCA CIMA

**Periodo:** Il anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+32L; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

#### **Prerequisiti:**

Il corso richiede conoscenze di "Fondamenti di Biologia" e "Biochimica".

#### **Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il continuo susseguirsi dei progressi e delle scoperte nella Biologia Cellulare e Molecolare impongono l'esigenza di offrire una visione integrata e sintetica di una notevole quantità di conoscenze che in pochi decenni si sono ampiamente sviluppate e continuano ad evolvere. Pertanto gli studenti, proprio perché continuamente stimolati dalle esperienze personali e dai mezzi di comunicazione, devono essere guidati per capire e conoscere correttamente i molti aspetti delle strutture biologiche, dei fenomeni vitali e delle interazioni cellula-cellula e cellula-ambiente. Il corso si propone di fornire agli studenti le seguenti conoscenze: 1) l'organizzazione delle cellule anche alla luce dei processi evolutivi che hanno portato alla comparsa di procarioti ed eucarioti e alla diversa organizzazione tra gli eucarioti; 2) le strutture della cellula, le principali caratteristiche fenotipiche, le interazioni funzionali, le modalità di comunicazione, i diversi meccanismi con i quali essa organizza le sue strutture molecolari, utilizza e trasforma le sostanze energetiche, si riproduce con un flusso continuo di informazioni coordinate, regola la vita e la morte; 3) nelle esercitazioni verranno prese in esame e applicate le caratteristiche e l'uso di vari tipi di microscopio, l'osservazione delle strutture cellulari nei vari tipi di tessuto e l'apprendimento di alcune tecniche istologiche classiche. Per quanto riguarda capacità e competenze che gli studenti potranno acquisire il corso si prefigge di 1) contribuire a far nascere un atteggiamento critico, di analisi e di sintesi; 2) imparare a riconoscere la tendenza unificatrice del pensiero scientifico e quindi ricercare gli stretti legami fra i vari concetti; 3) promuovere il senso della ricerca e sollecitare l'acquisizione di un personale metodo di studio; 4) sviluppare abilità comunicative con un linguaggio scientifico corretto; 5) sviluppare capacità di riconoscimento di preparati istologici e del loro allestimento con metodiche istologiche classiche.

#### **Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Le lezioni frontali sono tenute in aula con l'ausilio di file pdf. Il materiale didattico è reso disponibile in una piattaforma elearning (Moodle). Al termine di ogni argomento viene fornito agli studenti un test di autovalutazione. Le esercitazioni pratiche di laboratorio prevedono 1) la conoscenza di varie tecniche microscopiche (microscopi ottico, a fluorescenza, confocale, elettronici a trasmissione e a scansione); 2) la visita alle grandi attrezzature del Dipartimento di Biologia: SEM e TEM e strumentazioni accessorie per la preparazione dei campioni (ultramicrotomi, critical point, sputtering, ecc.); 3) l'utilizzo della microscopia ottica per l'analisi delle strutture istologiche sotto la guida di un tutor; 4) la presentazione delle tecniche e dei preparati istologici mediante filmati tutoriali autoprodotti; 5) l'allestimento di preparati citologici e istologici con diversi metodi di colorazione (preparati in vivo e materiale fissato. Anche in questo caso per ciascun argomento trattato viene fornito un test di autovalutazione.

#### **Contenuti:**

Contenuti delle lezioni frontali (5 CFU): 1) Proprietà fondamentali delle cellule. Origine delle cellule ed evoluzione del metabolismo energetico. Teoria cellulare. Cellula procariotica. Organizzazione interna della cellula eucariotica: caratteristiche generali, forma e dimensioni, origine ed evoluzione. (1,125 CFU) 2) Organizzazione cellulare. Pluricellularità. (0,25 CFU) 3) Membrana cellulare: componenti chimiche e struttura. Plasmalemma. Formazione e riciclaggio delle membrane. Trasporti di membrana. Esocitosi ed endocitosi. Potenziali di membrana. (0,375 CFU) 4) Citoscheletro: organizzazione e funzioni della rete interattiva di filamenti proteici. Microtubuli. Microfilamenti. Motilità cellulare. Interazioni cellula-matrice extracellulare. Adesione delle cellule al substrato. Adesione delle cellule con altre cellule. (0,625 CFU) 5) Nucleo: organizzazione ed elementi costitutivi. Nucleolo. Organizzazione della cromatina. (0,25 CFU) 6) Riproduzione cellulare. Scissione cellulare e fenomeni di sessualità nei procarioti. Mitosi e meiosi. Ciclo cellulare. Gametogenesi. (0,75 CFU) 7) Sintesi proteica. Glicosilazione delle proteine. (0,375 CFU) 8) Comunicazione cellulare: tipi di molecole informazionali e vie di trasduzione del segnale. (0,625 CFU) 9) Morte cellulare. Necrosi e apoptosi. Induzione intrinseca ed estrinseca dell'apoptosi. Riconoscimento di cellule e corpi apoptotici. (0,375 CFU) 10) Sistema immunitario. (0,25 CFU) Contenuti delle esercitazioni (2 CFU): 1) Uso del microscopio ottico (0,25 CFU) 2) Osservazione di preparati al SEM e al TEM (0,125 CFU) 3) Tessuti epiteliali di rivestimento (0,25 CFU) 4) Tessuti epiteliali ghiandolari (0,125 CFU) 5) Tessuti connettivi propriamente detti (0,25 CFU) 6) Tessuti connettivi speciali (0,25 CFU) 7) Tessuti muscolare e nervoso (0,25 CFU) 8) Allestimento dei campioni istologici, inclusione di tessuti, taglio al microtomo, colorazione, montaggio e osservazione di preparati istologici (0,25 CFU) 9) Fissazione, colorazione e osservazione di colture cellulari (emociti di invertebrati marini), uso della camera contaglobuli (0,125 CFU) 10) Revisione dei preparati istologici (0,125 CFU)

#### **Modalità di esame:**

Prova scritta suddivisa in due parti non sostenibili separatamente: 1) Biologia Cellulare: test con 25 domande a risposta singola e multipla che coprono tutti gli argomenti trattati a lezione (v. Contenuti – Contenuti delle lezioni frontali) (5 CFU). 2) Istologia: test con 10 domande a risposta singola e multipla e riconoscimento con descrizione di 3 preparati istologici presentati durante le esercitazioni (v. Contenuti – Contenuti delle esercitazioni) (2 CFU).

#### **Criteri di valutazione:**

Le due parti della prova scritta saranno soggette a specifica valutazione e dovranno essere entrambe positive (punteggio minimo di ciascuna: 18/30). Le

risposte sbagliate o non date sono considerate nulle. Per le risposte multiple dei test si considerano validità parziali. Il non riconoscimento dei preparati istologici e le descrizioni fuori tema dei preparati istologici sono considerati nulli. Verranno valutati nella descrizione dei preparati istologici la capacità di sintesi, la proprietà di linguaggio e la completezza dei concetti. Il voto finale è espresso in trentesimi.

#### Testi di riferimento:

Karp, Gerald; Patton, James G., *Biologia cellulare e molecolare - Concetti ed esperimenti*. Napoli: EdiSES, 2015 Calloni, Carlo; Innocenti, Riccardo, *Istologia*. Firenze: Giunti, 2007 Dini, Luciana; Romano, Nicla, *Citologia e istologia*. Napoli: Idelson-Gnocchi, 2021 Dalle\_Donne, Isabella, *Istologia ed elementi di anatomia microscopica*. Napoli: Edises, 2011 De\_Leo, Giacomo; Ginelli, Enrico; Fasano, Silvia, *Biologia e genetica*. Napoli: EdiSES, 2013

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

1) Dispense del docente, materiale di approfondimento, informazioni sugli appelli d'esame nella piattaforma elearning (Moodle) accessibile con password fornita dal docente all'inizio delle lezioni. 2) E-book personalizzato dal docente di Karp, *Biologia Cellulare e Molecolare* (EdiSES).

## BIOLOGIA DELLO SVILUPPO

**Titolare:** Prof.ssa LUISA DALLA VALLE

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

#### Prerequisiti:

Per una adeguata comprensione delle tematiche trattate nel programma sono necessarie le conoscenze fornite nei corsi di *Biologia cellulare e Anatomia Comparata*.

#### Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso si propone di presentare i principi fondamentali e i meccanismi molecolari che controllano e regolano i principali aspetti dello sviluppo animale: formazione degli assi corporei, differenziazione cellulare, morfogenesi e organogenesi. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di: 1) descrivere i meccanismi che portano al differenziarsi di una grande varietà di tipi cellulari, tessuti ed organi diversi a partire da un'unica cellula, l'uovo fecondato; 2) capire come specifici meccanismi molecolari e cellulari (espressione genica differenziale, comunicazione tra le cellule, induzione tissutale) giochino un ruolo fondamentale durante i processi di sviluppo; 3) analizzare gli approcci sperimentali, sia classici che moderni, che sono stati utilizzati nello studio dei processi di sviluppo; 4) capire come errori nello sviluppo possano portare a disordini dello sviluppo e a malattie; 5) lavorare in gruppo; 6) sviluppare abilità comunicative; 7) acquisire una terminologia scientifica appropriata.

#### Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Il corso è organizzato in lezioni frontali (1), attività di laboratorio (2) e lavori di gruppo (3). 1) Le conoscenze previste dal programma sono presentate nelle lezioni frontali utilizzando file PowerPoint con immagini da testi di biologia dello sviluppo e articoli, schemi e video inerenti la biologia dello sviluppo. La riflessione critica e la discussione in aula verranno promosse mediante la somministrazione di domande da parte del docente volte a favorire il collegamento critico tra i vari argomenti trattati. Test di autovalutazione verranno periodicamente resi disponibili agli studenti nella pagina e-learning (<https://elearning.unipd.it/cmela/>) dell'insegnamento o mediante l'uso di piattaforme di apprendimento e verifica quali Kahoot. 2) Le attività di laboratorio, (0.4 CFU, 6 ore di esercitazione), prevedono il diretto coinvolgimento degli studenti e sono articolate in moduli che riguardano: La fecondazione nelle ascidie e/o nel riccio di mare. Lo sviluppo dello zebrafish e l'applicazione di specifici approcci sperimentali. Analisi di mutanti dello sviluppo di *Drosophila*. 3) Le attività di gruppo consistono nell'analisi di articoli scientifici inerenti tematiche legate alla biologia dello sviluppo (0.6 CFU, 10 ore). Ciascun articolo viene analizzato da gruppi di 5-6 studenti e i risultati presentati alla classe e discussi insieme. Il materiale di partenza è fornito dal docente che imposta e segue lo sviluppo del lavoro attraverso: a) l'illustrazione della struttura degli articoli scientifici e dei fondamenti della ricerca bibliografica, con particolare riguardo alle risorse disponibili in ateneo; b) interazione con gli studenti per la risoluzione di dubbi o problemi legati all'articolo.

#### Contenuti:

I contenuti del programma possono essere così suddivisi: 1) I principi di base dello sviluppo. L'equivalenza del genoma. Espressione differenziale dei geni durante lo sviluppo. L'adesione e i meccanismi di comunicazione tra le cellule. Meccanismi di specificazione cellulare. Sviluppo a mosaico e sviluppo regolativo, induzione ed interazioni induttive. Movimenti morfogenetici. Principali tecniche cellulari e molecolari utilizzate nello studio dei processi di sviluppo. 1 CFU 2) Il processo di fecondazione (riccio di mare e mammiferi). 0.5 CFU 3) La *Drosophila* come organismo modello per lo studio delle basi genetiche della specificazione degli assi corporei. 0.5 CFU 4) La determinazione degli assi corporei nei vertebrati. 0.75 CFU 5) Meccanismi cellulari e molecolari alla base dello sviluppo del sistema nervoso: (induzione, patterning, neurogenesi). Migrazione e differenziamento delle cellule della cresta neurale. 0.5 CFU 6) Sviluppo dell'arto nei tetrapodi. 0.75 CFU 7) Determinazione del sesso. 0.75 CFU 8) Processo di metamorfosi. 0.25 CFU I contenuti presentati nelle lezioni in aula verranno approfonditi in una serie di esercitazioni pratiche di laboratorio. La frequenza ai laboratori è obbligatoria.

#### Modalità di esame:

La verifica delle conoscenze acquisite è organizzata in una prova scritta, in aula informatica sulla piattaforma moodle, articolata in due parti: 1) Domande a risposta multipla, domande vero/falso, corrispondenze tra definizioni e termini. Questa prova è volta a verificare le conoscenze generali e la comprensione dello studente con domande che spaziano su tutti gli argomenti presentati a lezione. 2) Domande aperte, volte ad evidenziare le conoscenze, il linguaggio scientifico e le capacità di sintesi acquisite durante il corso. Esempi di prove scritte di esame fanno parte delle attività online (test di autovalutazione).

#### Criteri di valutazione:

I criteri di valutazione delle conoscenze e abilità acquisite sono: 1) capacità di presentare in modo chiaro ed esauriente le conoscenze acquisite e il grado di comprensione dei processi e dei meccanismi dello sviluppo illustrati nel corso; 2) capacità critica di collegamento tra argomenti diversi e completezza delle conoscenze acquisite; 3) conoscenza degli approcci sperimentali discussi a lezione; 4) capacità di sintesi; 5) utilizzo di un linguaggio scientifico appropriato.

#### Testi di riferimento:

Menegola, Bonfanti, Colombo, Del Giacco, *Manuale di biologia dello sviluppo animale*. : EdiSES, Scott F. Gilbert, *Biologia dello sviluppo*. : Zanichelli, 2012

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Il materiale didattico predisposto dal docente per le lezioni frontali e per la presentazione delle attività di laboratorio (pdf, dispense, indirizzi di collegamento ai video, articoli scientifici da analizzare) è reperibile dagli studenti nella pagina del corso della piattaforma e-learning: <https://elearning.unipd.it/cmela/>.

## BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA

**Titolare:** Prof. ANDREA AUGUSTO PILASTRO

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 72A+16E; 10,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Sono ritenute fondamentali conoscenze di Genetica formale e Biologia Molecolare di base. Sono considerate inoltre utili conoscenze di tipo matematico ed informatico, conoscenze di base di Zoologia, Botanica e Biologia dello sviluppo.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Conoscenza degli aspetti formali della teoria evoluzionistica. Conoscenza dei principali meccanismi evolutivi: selezione naturale, selezione sessuale, speciazione, coevoluzione, meccanismi non adattativi (es. deriva genetica, correlazione genetica, ecc.).

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali, presentazione di casi di studio, discussione di gruppo

**Contenuti:**

Il corso è tenuto in lingua inglese. Il corso integrato consiste di due parti (Biologia Evoluzionistica e Genetica delle Popolazioni) tenute da docenti diversi. Biologia Evoluzionistica Questa parte di corso fornisce una introduzione alla biologia evoluzionistica. Verranno illustrati i principali processi selettivi ed ecologici responsabili del cambiamento evolutivo adattativo e non. Gli studenti integreranno le loro conoscenze di genetica nella moderna teoria evoluzionistica. 1. Introduzione all'evoluzione 2. La storia della vita Evoluzione e albero della vita Filogenesi Omologie ed analogie Principali eventi nella storia della vita 3. Meccanismi di adattamento evolutivo Discendenza con modificazione Meccanismi del cambiamento evolutivo Variabilità genetica Sesso e ricombinazione Selezione naturale Selezione sessuale e conflitto sessuale Selezione artificiale Adattamento Concetti sbagliati relativi alla selezione naturale Coevoluzione 4. Microevoluzione Cambiamenti microevolutivi contemporanei Meccanismi di microevoluzione (selezione direzionale, stabilizzante e disruptiva) 5. Speciazione Definizione di specie Definizione di speciazione Cause di speciazione Isolamento riproduttivo Evidenze della speciazione 6. Macroevoluzione Pattern di macroevoluzione 7. Le grandi questioni in biologia evoluzionistica Il ritmo dell'evoluzione Il mantenimento della variabilità genetica Genetica delle Popolazioni Il tema generale di questa parte del corso è l'origine, il mantenimento ed il significato della variazione genetica. Lo studio della genetica delle popolazioni fornisce gli strumenti per la comprensione dei meccanismi genetici alla base dell'evoluzione biologica. 1. Variabilità genetica nelle popolazioni; 2. Com'è organizzata la variabilità genetica? 3. Il principio di Hardy-Weinberg; 4. Ricombinazione, linkage e linkage disequilibrium; 5. La struttura delle popolazioni naturali; 6. Le origini della variabilità genetica; 7. La deriva genetica; 8. Introduzione alla Teoria della Coalescenza; 9. Inbreeding ed incroci non casuali; 10. Suddivisione di popolazioni e flusso genico; 11. Selezione darwiniana; 12. Le basi molecolari della Genetica delle Popolazioni; 13. La Teoria Neutrale e l'evoluzione molecolare.

**Modalità di esame:**

Biologia evoluzionistica La prova di accertamento sarà in forma scritta, con domande a risposta multipla. Esame orale su richiesta o in caso di un basso numero di iscritti all'appello a discrezione del docente. Genetica delle popolazioni La prova di accertamento sarà in forma scritta, con domande a risposta multipla e domande basate su dati sperimentali da elaborare ed interpretare.

**Criteri di valutazione:**

Livello di apprendimento dei contenuti del corso; capacità di collegare in modo critico le diverse parti del corso.

**Testi di riferimento:**

Matthew B. Hamilton, Population Genetics. : Wiley-Blackwell Ed., 2009 Jonathan B. Losos, Princeton Guide to Evolution. Princeton: Princeton University Press, 2014 Gilbert SF, Epel D, Eco-devo: Ambiente e Biologia dello sviluppo. Padova: Piccin, 2018 John H. Relethford, Genetica delle Popolazioni umane. : Casa Editrice Ambrosiana, 2013 M. Ferraguti & C. Castellacci (a cura di), Evoluzione. Modelli e processi. : Pearson Education, 2011

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Appunti dalle lezioni, materiale fornito dal docente

## BOTANICA GENERALE

**Titolare:** Prof.ssa FRANCESCA DALLA VECCHIA

**Periodo:** II anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Non esistono propedeuticità

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Lo studente acquisisce conoscenze basilari inerenti alle caratteristiche istologiche e morfologiche correlate alla funzione degli organi delle tracheofite.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali riguardanti gli argomenti dell'insegnamento e relative esercitazioni riguardanti l'osservazione al microscopio ottico di preparati vegetali.

**Contenuti:**

Peculiarità della cellula vegetale (1 CFU di lezioni frontali) Parete cellulare: ontogenesi, struttura e funzioni. Lamella mediana, parete primaria e parete secondaria. Modificazioni della parete e loro significato funzionale. Plastidi: origine, struttura e funzioni. Proplastidi, ezioplasti, leucoplasti, cloroplasti e

cloroplasti. Vacuolo: origine, struttura e funzioni. Caratteristiche e funzioni dei vari composti e inclusi vacuolari. Accrescimento e differenziamento delle cellule vegetali. I tessuti vegetali (1,5 CFU di lezioni frontali): Tessuti meristemati primari e secondari. Tessuti parenchimatici: clorofilliano, di riserva, aerifero, acquifero e conduttore. Tessuti tegumentali . epidermide e le sue modificazioni. Tricomi ed emergenze, stomi. Rizoderma. Esoderma. Endoderma. Sughero e formazione delle lenticelle. Tessuti meccanici: collenchima e sclerenchima. Tessuti conduttori: xilema e floema. Fasci cribrovascolari. La stele e la sua evoluzione. Tessuti secretori. Anatomia degli organi vegetativi La radice (0,5 CFU di lezioni frontali): morfologia e funzioni. Organizzazione della radice: apice radicale, zona di differenziazione, zona di struttura primaria e formazione delle radici laterali, differenziamento del del cambio cribro-legnoso e subero-fellodermico e passaggio alla struttura secondaria. Specializzazioni ed adattamenti della radice. Il fusto (1CFU di lezioni frontali): morfologia e funzioni. Ontogenesi e differenziamento del corpo primario del fusto. Differenziamento del cambio cribro-legnoso e subero-fellodermico: passaggio alla struttura secondaria. Specializzazioni ed adattamenti del fusto. La foglia (0,5 di lezioni frontali): morfologia e funzioni. Origine evolutiva della foglia, La fillotassi. Genesi e sviluppo delle foglie. Anatomia di foglia dorsoventrale e isolaterale e aghiforme. Modificazioni fogliari. Il ciclo ontogenetico di una pianta (0,5 CFU di lezioni frontali): Il seme. La germinazione del seme e lo sviluppo della plantula. Esercitazioni(1 CFU): osservazioni al microscopio di preparati a fresco e già allestiti riguardanti gli argomenti trattati a lezione.

**Modalità di esame:**

La modalità di esame è scritta e prevede 3 domande aperte sugli argomenti svolti a lezione e ad esercitazione.

**Criteri di valutazione:**

Nella valutazione dell'esame saranno valutati la conoscenza del linguaggio scientifico appropriato, il livello di approfondimento delle nozioni acquisite, la capacità di collegamento dei diversi argomenti.

**Testi di riferimento:**

G. Pasqua, G. Abbate, C. Forni, Botanica vegetale e diversità vegetale. Padova: Piccin, 2019 R. F. Evert, S. E. Eichhorn, La biologia delle piante di Raven. Bologna: Zanichelli, 2013

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Nella piattaforma Moodle sono presenti schemi e figure concernenti gli argomenti trattati a lezione e ad esercitazione.

<b>BOTANICA SISTEMATICA</b>
-----------------------------

**Titolare:** Prof.ssa ISABELLA MORO

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Non sono richiesti prerequisiti

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Conoscenza dei principi e metodi della Sistematica e della filogenesi delle piante; conoscenza dei sistemi di classificazione naturali e artificiali. Conoscenza delle categorie tassonomiche e dei caratteri diagnostici utilizzati nell'identificazione degli organismi fotosintetici. Conoscenza delle modalità di riproduzione e dei cicli vitali dei principali gruppi vegetali e delle loro caratteristiche morfologiche. Per questo motivo le lezioni frontali saranno sempre accompagnate da esperienze in laboratorio, durante le quali lo studente potrà osservare dal vivo gli organismi vegetali e le diverse caratteristiche strutturali. Conoscenza dell'importanza dei diversi gruppi vegetali nella società attuale, sia in ambito ambientale, della salute e delle biotecnologie. Approccio alla conoscenza dei metodi di identificazione degli organismi vegetali ed in particolare delle famiglie e delle specie delle tracheofite più comuni in Italia; importanza degli erbari e degli Orti Botanici. Contenuti e obiettivi verranno illustrati secondo un approccio metodologico didattico al fine di costituire anche un percorso in preparazione all'insegnamento.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è strutturato in lezioni frontali e in attività in laboratorio per l'osservazione degli organismi vegetali e le loro strutture.

**Contenuti:**

Introduzione alla sistematica vegetale I Cianobatteri: citologia, riproduzione, sistematica importanza ecologica ed evolutiva. L'endosimbiosi e l'origine delle alghe. Le Alghe: citologia, morfologia, metabolismo, riproduzione. Sistematica dei principali gruppi e cicli metagenetici. Filogenesi, ecologia e importanza per l'ambiente, la salute e loro utilizzo nelle biotecnologie. L'emersione dall'acqua. Le embriofite terrestri non vascolari: le Briofite. Generalità e sistematica. Morfologia, caratteristiche e cicli riproduttivi. Origine e filogenesi. I principali taxa delle piante terrestri vascolari. Le Pteridofite (crittogame vascolari prive di seme). Gametofito, embrione, sporofito caratteristiche e cicli riproduttivi. Principali gruppi e loro conquiste evolutive. Filogenesi. Le Spermatofite: piante vascolari con seme, polline e ovuli. Ciclo vitale. Sistematica. Gimnosperme: spermatofite con ovuli nudi. Principali taxa. Distribuzione passata e attuale. Filogenesi. Angiosperme (piante a fiore): Le Spermatofite con ovuli contenuti in un ovario. L'evoluzione del Fiore e delle infiorescenze. L'impollinazione. L'incompatibilità. Frutto e seme. Dispersione. Classificazione e principali taxa di Angiosperme. Dicotiledoni e monocotiledoni. Caratteristiche delle principali famiglie. Filogenesi. Ecologia e loro importanza per l'ambiente e l'uomo. Eucarioti eterotrofi: i funghi. Mixomiceti. Eumiceti. Caratteri morfologici, citologici, metabolismo, riproduzione e ciclo. Ecologia, loro importanza per l'ambiente e utilizzo nelle biotecnologie.

**Modalità di esame:**

La verifica delle conoscenze acquisite durante il corso consiste in una prova scritta suddivisa in tre parti: a) domande a scelta multipla; b) domande aperte a risposta breve; c) domande aperte a risposta per esteso. In questo modo verranno valutate sia le conoscenze che la capacità di sintesi.

**Criteri di valutazione:**

Lo studente dovrà essere in grado di conoscere le principali nozioni esposte nel corso e di avere compreso gli argomenti trattati, in particolare riguardo all'evoluzione degli organismi fotosintetici.

**Testi di riferimento:**

Pasqua et al., Botanica generale e diversità vegetale IV Edizione. Padova: Piccin, 2019

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Il materiale didattico sarà presente nella piattaforma e-learning.

**C.I. DI BIOCHIMICA**

**Titolare:** Prof.ssa ELENA ZIVIANI

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Prerequisiti:**

Conoscenza di base di chimica inorganica e chimica organica

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita del metabolismo cellulare (collegato anche a quello a livello dell'intero organismo) e delle basi necessarie per poter affrontare i corsi di biologia cellulare e di fisiologia.

**Modalità di esame:**

Prova scritta, con domande a scelta multipla e con domande aperte

**Criteri di valutazione:**

Il livello di comprensione e acquisizione delle informazioni fornite durante il corso (con integrazione dai libri di testo)

**Moduli del C.I.:**

Biochimica 1

Biochimica 2

**BIOCHIMICA 1**

**Titolare:** Prof.ssa ELENA ZIVIANI

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Centro Interdipartimentale Vallisneri

**Contenuti:**

Proteine (2 CFU, 16 ore). Struttura e proprietà generali degli aminoacidi. Classificazione degli aminoacidi. Aminoacidi modificati. Peptidi: legame peptidico, proprietà dei polipeptidi, peptidi di interesse biologico. Gerarchia strutturale delle proteine. Struttura primaria: importanza evolutiva, struttura tridimensionale delle proteine. Struttura secondaria: schemi regolari di ripiegamento, grafici di Ramachandran, proteine fibrose (fibroina, cheratina, collagene, elastina). Strutture supersecondarie. Struttura terziaria. Proteine globulari. Domini strutturali e rapporto struttura e funzione. Denaturazione. Dinamica molecolare delle proteine globulari. Predizione della struttura secondaria e relazione fra sequenza aminoacidica e struttura tridimensionale. Ripiegamento proteico. Struttura quaternaria. Proteine deputate al trasporto dell'ossigeno (0,75 CFU, 6 ore). Emoproteine : mioglobina ed emoglobina. Allosteria e meccanismi di legame cooperativo. Effettori allosterici eterotropici. Proteine enzimatiche (1 CFU, 8 ore). Catalisi e cinetica enzimatica. Analisi di Michaelis-Menten. Significato e determinazione di Km e kcat. Profilo energetico di una reazione enzimatica. Effetto del pH nella catalisi enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: inibizione, regolazione allosterica, regolazione per modificazione covalente, attivazione proteolitica. Meccanismi molecolari. Ruolo dei coenzimi e degli ioni metallici. Esempi di meccanismi catalitici : proteasi seriniche. Carboidrati (0,75 CFU, 6 ore). Monosaccaridi, disaccaridi e derivati. Oligosaccaridi. Polisaccaridi. Omo- ed etero-polisaccaridi. Glicoproteine e glicolipidi. Struttura e funzione. Nucleotidi e Acidi nucleici (0,25 CFU, 4 ore). Nucleotidi e legame fosfodiesterico. La natura degli acidi nucleici : DNA e RNA. Significato ed importanza della struttura primaria. Struttura secondaria del DNA: eliche A, B, Z. Denaturazione del DNA. Struttura tridimensionale dell' RNA. Lipidi e membrane (1 CFU, 8 ore). Struttura e proprietà dei lipidi (acidi grassi, triacilgliceroli, cere). Lipidi di membrana (glicerolfosfolipidi, sfingolipidi, glicosfingolipidi, colesterolo). Vitamine liposolubili. Struttura e proprietà delle membrane. Fluidità e asimmetria delle membrane. Proteine di membrana e loro struttura. Cenni sui meccanismi di trasporto. Biosegnalazione (0,25 CFU, 4 ore). Esempi di meccanismi molecolari di trasduzione del segnale. Esercitazioni (1 CFU, 16 hours): - spettro di assorbimento del flavin mononucleotide (FMN) nelle forme ossidata e ridotta- determinazione della concentrazione proteica con il metodo del biuretto- determinazione dei valori di Km e v<sub>max</sub> dell'enzima lattato deidrogenasi (LDH)-

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

48 ore di lezioni frontali e 16 ore di esperienze di laboratorio

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Le diapositive utilizzate a lezione sono disponibili su piattaforma Moodle (<https://elearning.unipd.it/biologia/>) Si raccomanda l'utilizzo di testi di riferimento

**Testi di riferimento:**

RH Garret; CM Grisham, Biochimica. : Piccin, D.L. Nelson, M.M.Cox, I principi di Biochimica di Lehninger. : Zanichelli, J.N. Berg.,J.M. Berg, , J.L. Tymoczko, L. Stryer., Biochimica. : Zanichelli, D. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt., Fondamenti di Biochimica. : Zanichelli,

**BIOCHIMICA 2**

**Titolare:** Prof.ssa MARISA BRINI

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Centro Interdipartimentale Vallisneri

**Contenuti:**

Principi di Bioenergetica (0.5CFU). La teoria chemiosmotica e suo significato in tutte le membrane che trasducono energia. Formazione e uso della forza proton-motrice: membrana mitocondriale interna e membrana tilacoidale. Respirazione mitocondriale e fase luminosa della fotosintesi (0.5CFU). Metabolismo degli Zuccheri (1.5CFU). Vie di degradazione e sintesi del glicogeno. La demolizione del glucosio (e altri monosaccaridi). Ruolo della glicolisi in tessuti diversi. Il destino del NADH citosolico. La via dei pentoso fosfati. Ruolo centrale nel catabolismo del ciclo dell'acido tricarbossilico. Il ruolo dei mitocondri nella produzione aerobica di ATP. La sintesi ex novo del glucosio. Ciclo di Calvin. Principi di regolazione (ormonale ed allosterica) delle vie precedentemente descritte (0.25CFU). Demolizione e Sintesi dei Lipidi (1.25 CFU). Trasporto dei lipidi attraverso l'organismo. Digestione e (ri-)sintesi dei trigliceridi. Beta-ossidazione mitocondriale degli acidi grassi. Sintesi degli acidi grassi e ruolo del malonil-CoA. Ruolo della compartimentalizzazione nella biosintesi e degradazione. Sintesi ed utilizzo dei corpi chetonici. Principi di regolazione (ormonale ed allosterica) delle vie precedentemente descritte (0.25CFU). Metabolismo degli Aminoacidi (0.5CFU). Principi della degradazione degli aminoacidi nei mammiferi e dell'escrezione dell'azoto. Principi di regolazione (ormonale ed allosterica) delle vie precedentemente descritte. Processi metabolici tessuto-specifici e scambio di metaboliti fra tessuti diversi (0.25CFU). Esercizi in aula (1CFU)

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

40 ore di lezioni frontali e 16 ore di esercizi in aula

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Le diapositive utilizzate a lezione sono disponibili su piattaforma Moodle (<https://elearning.unipd.it/biologia/>)

**Testi di riferimento:**

DL Nelson, M.M. Cox, I Principi di Biochimica di Lehninger. : Zanichelli, JN Berg, JM Berg, JL Tymoczko, L. Stryer, Biochimica. : Zanichelli, RH Garret; CM Grisham, Biochimica. : Piccin,

## C.I. DI BIOLOGIA MOLECOLARE E GENETICA

**Titolare:** Prof.ssa MARIA EUGENIA SORIANO GARCIA-CUERVA

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Prerequisiti:**

Biochimica, Biologia cellulare

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Fornire gli elementi culturali per comprendere le relazioni tra organizzazione e funzione delle molecole - acidi nucleici e proteine - presenti nella cellula. Fornire i mezzi per un approccio Genetico e molecolare alla comprensione dell'espressione del genoma e della sua regolazione.

**Modalità di esame:**

orali o scritti con domande aperte o a scelta multipla

**Criteri di valutazione:**

Verifica dell'acquisizione di un linguaggio appropriato e specifico sulle tematiche proposte. Verifica della comprensione dei livelli di regolazione dell'espressione e della conservazione del genoma nelle cellule batteriche e eucariotiche con capacità analitica e sintetica.

**Moduli del C.I.:**

Biologia molecolare  
Genetica

## BIOLOGIA MOLECOLARE

**Titolare:** Prof.ssa MARIA EUGENIA SORIANO GARCIA-CUERVA

**Periodo:** Il anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Contenuti:**

CENNI STORICI SULLA NASCITA DELLA BIOLOGIA MOLECOLARE. La natura del materiale genetico, la doppia elica, dogma centrale. LA STRUTTURA E TOPOLOGIA DEL DNA. Le strutture del DNA (A,B,Z):struttura chimica, parametri e stabilità, conformazioni locali alternative: cruciformi, forcine, tripla elica, strutture non appaiate, curvatura. Topologia del DNA: Equazione di Fuller e parametri. TOPOISOMERASI Funzione, tipi e meccanismi di azione. STRUTTURA DELL'RNA Struttura chimica e topologia Modificazioni chimiche, strutture secondarie e terziarie Conformazione-funzione IL CODICE GENETICO Decifrazione, struttura ed evoluzione. Fasi di lettura e ORF. Mutazioni a soppressione. ORGANIZZAZIONE DEL MATERIALE GENETICO Virus, batteri ed DNA eucariotico Livelli di impacchettamento Il nucleosoma: componenti, assemblaggio e modificazioni post-traduzionali. Distribuzione e posizionamento durante la replicazione e trascrizione. La Cromatina: struttura, conformazione e funzionalità. Centromeri e Telomeri Organizzazioni atipiche ORGANIZZAZIONE DELL'INFORMAZIONE GENETICA In procarioti:operoni In eucarioti: regioni codificanti e non codificanti Profili genetico LA REPLICAZIONE DEL DNA. Modelli. Origini di replicazione:identificazione e regolazione Meccanismo e fasi della replicazione. Macchinario di replicazione Telomeri e DNA nucleosomico (epigenetica) Fedelta' della replicazione TRASCRIZIONE NEI PROCARIOTI. Unita' di trascrizione, RNA polimerasi e Fasi Promotore Complesso chiuso e aperto: fattori sigma e fase abortiva. Allungamento e Terminazione rho dipendente e indipendente Regolazione della trascrizione: Classificazione degli Operoni Operone del lattosio e del Triptofano FAGO LAMBDA Regolazione del ciclo litico e lisogenico TRASCRIZIONE NEGLI EUCARIOTI. Fasi della RNA polimerasi I II e III: Caratteristiche,differenze e funzioni. Promotori e fattori di trascrizione. Complesso mediatore. Regolazione della trascrizione: Attivatori, co-attivatori e repressori. Siti distali e prossimali. Rimodellamento della cromatina e metilazione. Imprinting genetico MATURAZIONE DEGLI RNA. Eucarioti: splicing; categorie di introni; meccanismi di splicing; autosplicing; RNA catalitico, implicazioni evolutive; enzimi con componenti ad RNA e proteine; piccoli RNA nucleari. LA TRADUZIONE. RNA ribosomali e tRNA; ribosomi; la sintesi proteica; fattori d'inizio e di allungamento. Il Ribosoma come macchina molecolare. LIVELLI DI REGOLAZIONE. Modificazioni dell'mRNA: poliadenilazione e CAP. Problematica della regolazione negli eucarioti come sistema combinatorio. Esempi di regolazione a livello di modificatori della cromatina;l'RNA come regolatore, siRNA, miRNA, snRNA. TECNICHE PRINCIPALI: Elettroforesi in gel di agarosio Southern blot Clonaggio: enzimi di restrizione, plasmidi e ligasi Polymerase Chain reaction (PCR) Tecniche di sequenziamento Silenziamento: siRNA Elettroforesi in gel di acrilammide e western blot LABORATORIO: Analisi di un trasposone nel genoma umano mediante estrazione del DNA umano, amplificazione con PCR del locus PV92 e analisi su gel di agarosio dei polimorfismi

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali e esercitazioni in laboratorio Quiz interattivi e presentazioni su determinate tematiche serviranno a consolidare conoscenze e permetteranno aumentare il punteggio ottenuto nelle prove di esame.

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

E'attiva la piattaforma e-learning dove gli studenti possono trovare il materiale didattico e iscriversi a un forum per fare domande e avere chiarimenti i materiali di studio consistono in power point utilizzati a lezione, materiale multimediale e lavori originali di alcuni esperimenti descritti a lezione.

**Testi di riferimento:**

Francesco Amaldi, Piero Benedetti, Graziano Pesole, Paolo Plevani, Biologia Molecolare, Terza Edizione. : Ambrosiana, 2018

**GENETICA**

**Titolare:** Prof. MAURO AGOSTINO ZORDAN

**Periodo:** Il anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A+16E; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Contenuti:**

Il tema principale del corso sarà la comprensione dei meccanismi attraverso i quali la trasmissione e l'espressione molecolare dei geni sono responsabili dei caratteri fenotipici negli individui. In particolare verrà sottolineata la relazione tra i modelli di trasmissione dei geni e il modo in cui tali modelli influenzano la comparsa di caratteri nei discendenti. Verrà inoltre analizzato in che modo l'espressione biochimica dei geni determini le caratteristiche fenotipiche delle cellule e degli organismi. Contenuti del corso 1. Generalità: gli obiettivi ed il linguaggio della genetica; geni e ambiente; genotipo e fenotipo. 2. Analisi mendeliana: gli esperimenti di Mendel; elementi di genetica mendeliana nell'uomo. 3. Teoria cromosomica dell'eredità: mitosi e meiosi; eredità legata al sesso; comportamento parallelo di geni autosomici e cromosomi; la genetica mendeliana ed i cicli vitali; 4. Estensioni dell'analisi mendeliana: variabilità delle relazioni di dominanza; allelia multipla; caratteri poligenici; penetranza ed espressività. 5. Mappatura cromosomica negli Eucarioti: ricombinazione intercromosomica ed intracromosomica; mappe di associazione; reincroci a tre punti; il test del chi quadro; analisi delle tetrad ordinate e non ordinate; segregazione e ricombinazione mitotica. 6. Il genoma extranucleare: eredità citoplasmatica; genomi mitocondriali e dei cloroplasti; 7. Struttura e funzione del DNA e dell'RNA: replicazione, trascrizione, traduzione, codice genetico. 8. Mutazioni cromosomiche: alterazioni della struttura e del numero. 9. Genetica dei batteri e dei fagi: ricombinazione nei batteri e nei loro virus; coniugazione batterica; la ricombinazione batterica e la mappatura del cromosoma di E.coli; trasduzione generalizzata e specializzata nei batteriofagi. 10. Natura del gene: come funzionano i geni; struttura fine del gene; complementazione. 11. Mutazioni geniche: basi molecolari delle mutazioni; mutazioni spontanee e indotte; analisi della reversione; relazione tra mutageni e carcinogeni; meccanismi biologici della riparazione. 12. Controllo dell'espressione genica nei Procarioti e negli Eucarioti.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Oltre alle lezioni frontali verranno affrontati problemi ed esercizi che rifletteranno la natura del materiale oggetto di verifica.

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

In aggiunta ai libri di testo suggeriti, verranno forniti materiali sotto forma di slides e/o file in formato pdf mediante la piattaforma Moodle. Nella stessa piattaforma verranno anche segnalati link a siti web di interesse genetico (i.e. database relativi ad organismi modello trattati nell'ambito delle lezioni frontali).

**Testi di riferimento:**

Robert J. Brooker, Principi di Genetica. : McGraw-Hill, 2010 Anthony J.F. Griffiths et al., Genetica (Settima edizione italiana condotta sulla decima edizione americana). Bologna: Zanichelli, 2013 D. Peter Snustad & Michael J. Simmons, Principi di Genetica (Quinta edizione italiana). Napoli: Edises, 2014

**C.I. DI FISILOGIA GENERALE E VEGETALE**

**Titolare:** Prof. MARCO BISAGLIA

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Prerequisiti:**

Conoscenze di base di Biochimica, Biologia Molecolare e Cellulare e Biologia Vegetale.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il principale obiettivo formativo consiste nella comprensione dei processi funzionali a livello di cellule, tessuti ed organismi in sistemi animali e vegetali, relativamente agli scambi di materia, energia ed informazione. 1. Essere in grado di descrivere i processi di scambio di materia, energia ed informazione a livello di singole cellule e tessuti animali e vegetali; 2. Essere in grado di descrivere le basi molecolari che sottendono i processi bioelettrici e la codificazione di informazione attraverso essi; 3. Essere in grado di descrivere le basi fisiologiche e molecolari dei meccanismi di assorbimento ed assimilazione dei nutrienti nelle piante. 4. Essere in grado di descrivere le basi della motilità a livello di apparato muscolare nelle sue diverse strutturazioni; 5. Essere in grado di descrivere le basi molecolari del trasferimento di informazione attraverso segnali chimici; 6. Essere in grado di usare una terminologia appropriata; 7. Essere in grado di organizzare un ragionamento scientifico con rigore logico.

**Modalità di esame:**

La verifica delle conoscenze acquisite avverrà attraverso una prova scritta con domande aperte riguardanti gli argomenti del programma. Entrambi i moduli prevedono anche domande a scelta multipla.

**Criteri di valutazione:**

Le domande aperte saranno valutate in base alle risposte, in termini di 1) completezza dell'informazione fornita in ogni risposta, 2) capacità di collegamento fra concetti diversi (conseguenzialità logica) 3) capacità di sintesi 4) proprietà della terminologia utilizzata Nelle domande a scelta multipla verrà valutata anche l'eventuale presenza di errori. La risposta a ciascuna domanda sarà valutata numericamente e il punteggio totale dell'esame risulterà dalla somma dei punteggi riportati nelle singole risposte. Il voto finale risulterà dalla media ponderata dei risultati conseguiti nei due diversi moduli.

## **FISIOLOGIA GENERALE**

**Titolare:** Prof. MARCO BISAGLIA

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 64A+16L; 9,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

### **Contenuti:**

- Unità 1: Barriere fisiche nei sistemi biologici e fenomeni di trasporto. Permeabilità della membrana ad anaelettroliti, elettroliti ed acqua: processi diffusionali semplici, trasporti mediati da carrier, trasporti attivi primari e secondari. Canali ionici. Osmosi e tonicità. coefficiente di riflessione. Equilibrio di Donnan. Trasporto vescicolare: endocitosi ed esocitosi. L'apparato circolatorio come sistema di distribuzione e collegamento. Processi diffusionali e trasporti convettivi negli scambi respiratori. Trasporti di soluti ed acqua a livello del nefrone (riassorbimento obbligatorio isoosmotico) e dell'apparato digerente. - Unità 2: Segnali elettrici. Compartimentazione e permeabilità selettive di membrana agli elettroliti e potenziali elettrochimici: potenziale di Nernst, potenziale di membrana a riposo, costanti di tempo e di spazio. Potenziale d'azione: proprietà e basi molecolari. Il periodo refrattario. Propagazione del potenziale d'azione (neuroni amielinici e mielinici) e trasmissione sinaptica. Sinapsi elettriche e chimiche. I neurotrasmettitori: sintesi, immagazzinamento e rilascio. I recettori dei neurotrasmettitori e i loro effetti. Potenziali post-sinaptici eccitatori ed inibitori. Sommazione spaziale e temporale ed integrazione sinaptica. Percezione sensoriale: strutture e cellule recettrici, potenziali generatori, codificazione in frequenza. Recettori tonici e fasici, adattamento, attività autoritmica. - Unità 3: Muscoli. Eccitabilità e contrattilità del tessuto muscolare scheletrico, cardiaco, liscio. Muscolo scheletrico: proprietà. Organizzazione del sarcomero, eccitamento neurogeno del muscolo scheletrico, accoppiamento fra eccitamento e contrazione. Ruolo del calcio e dell'ATP nella contrazione. Meccanismo dello scorrimento dei filamenti del sarcomero e diagramma tensione-lunghezza. Tetania e reclutamento di unità motorie. Recettori di tensione e fuso neuromuscolare. Muscolo liscio: proprietà. Meccanismo di contrazione delle cellule muscolari lisce unitarie e multi unitarie. Attività miogena e controllo endocrino e nervoso dell'attività. Muscolo cardiaco: proprietà. Eccitamento miogeno del miocardio: potenziale del pacemaker e regolazione della sua attività. Trasmissione del potenziale del pacemaker e contrazione delle fibre miocardiche. - Unità 4: Segnali chimici. Messaggeri locali ed ormoni. Classificazione degli ormoni su base molecolare e funzionale. Correlazioni ormonali e controllo endocrino dell'attività di organi bersaglio. Traduzione intracellulare dei segnali: proteine G, il sistema dell'adenilato ciclasi e della fosfolipasi C.

### **Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è organizzato in lezioni frontali tenute in aula ed in esercitazioni di laboratorio in cui ciascuno studente esegue in coppia le esperienze seguendo protocolli guidati. Le attività di laboratorio riguardano parti del programma già illustrate nelle lezioni frontali. Alla fine dell'esperimento i singoli gruppi predisporranno una relazione nella quale l'esperimento sarà valutato criticamente.

### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Tutto il materiale didattico (files powerpoint delle lezioni frontali e protocolli delle esercitazioni di laboratorio) sono forniti in anticipo mediante piattaforma moodle.

### **Testi di riferimento:**

Siegel, Allan; Sapru, Hreday N., Fondamenti di Neuroscienze. Padova: PICCIN, 2019 Taglietti, Vanni; Casella, Cesare; Goglia, Fernando, Fisiologia e biofisica delle cellule Vanni Taglietti, Cesare Casella Fernando Goglia ... [et al.]. Napoli: Edises, 2015

## **FISIOLOGIA VEGETALE**

**Titolare:** Prof.ssa MICHELA ZOTTINI

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

### **Contenuti:**

- La pianta e l'acqua. Potenziale idrico, l'acqua nel terreno. L'acqua nella pianta: bilancio idrico. Assorbimento radicale, salita della linfa xilematica, la traspirazione. Gli stomi. Movimenti stomatici e fattori di regolazione. La nutrizione minerale. Macro e microelementi. Assorbimento degli elementi minerali: sistemi di trasporto membranali e regolazione. - Trasporto floematico: carico e scarico. Flusso di massa. Composizione del succo floematico. - Fotosintesi clorofilliana. Pigmenti fotosintetici: clorofille e carotenoidi. Caratteristiche molecolari dei pigmenti, spettri di assorbimento della luce, meccanismi di eccitazione e deeccitazione. Pigmenti antenna e pigmenti fotochimicamente attivi. Complessi pigmento-proteina. Fotosistemi. Organizzazione delle membrane fotosintetiche. Il sistema tilacoidale nei cloroplasti. Il PSI il PSII e gli altri componenti delle catene fotosintetiche di trasporto degli elettroni. Le reazioni luminose della fotosintesi. Schema Z e fotofosforilazione. Flusso non ciclico, ciclico e pseudociclico degli elettroni. Separazione spaziale dei fotosistemi nelle membrane tilacoidali: cause, funzioni e regolazione. Reazioni del carbonio. L'enzima Rubisco e la fissazione della CO<sub>2</sub>. Ciclo di Calvin (C<sub>3</sub>): reazioni e regolazione. Allocazione e ripartizione dei fotosintati. Sintesi di amido e saccarosio. Traslocazione a lunga distanza dei fotosintati. Fotorespirazione. Perossisomi e ciclo del glicolato (C<sub>2</sub>). Piante C<sub>4</sub> e piante CAM. - Mitocondri vegetali: peculiarità del ciclo di Krebs e delle catene respiratorie membranali. Il metabolismo ossidativo. Glicolisi, fermentazioni e via dei pentosi fosfati e loro funzioni e integrazioni nelle cellule vegetali. L'ossidasi alternativa (AOX) e la respirazione cianuro resistente: caratteristiche, funzioni e regolazione. - Ciclo dell'azoto. Ammonificazione e nitrificazione. Assorbimento del nitrato nelle piante. Riduzione assimilativa e organicazione dell'ammonio nelle radici e nelle foglie. Il sistema enzimatico GS/GOGAT. Riduzione disassimilativa del nitrato. Fissazione biologica dell'N<sub>2</sub>. La nitrogenasi: caratteristiche, attività e regolazione. La fissazione dell'azoto nella simbiosi Rizobio-leguminosa. Formazione e attività dei noduli radicali. - Ciclo dello zolfo. Ossidazione di H<sub>2</sub>S in batteri chemio o fotosintetici. Assorbimento del solfato nelle piante. Riduzione assimilativa del solfato e organicazione dell'H<sub>2</sub>S nei cloroplasti. - La luce come segnale: fotomorfogenesi. Fotorecettori: fitocromi, criptocromi e fototropine. - Crescita e sviluppo della pianta: fattori endogeni ed esogeni di controllo. Fitormoni: caratteristiche generali, recettori, secondi messaggeri e vie di trasduzione dei segnali. - Auxine - Citochinine - Gibberelline - Acido abscissico - Etilene - Brassinosteroidi

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali. Le esercitazioni del modulo di fisiologia generale comprendono attività inerenti la fisiologia vegetale

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Il docente rende disponibile il materiale didattico utilizzato nelle lezioni frontali attraverso l'utilizzo della piattaforma Moodle.

**Testi di riferimento:**

Taiz, Lincoln; Maffei, Massimo, Elementi di fisiologia vegetale Lincoln Taiz ... [et al.]. Padova: Piccin, 2016 Buchanan, Bob B.; Grissem, Wilhelm; Russell, L. Jones, Biochemistry & molecular biology of plants\_edited by Buchanan, Bob B., Wilhelm Grissem and Russell L. Jones. Chichester: Wiley, 2015 Rascio, Nicoletta, Elementi di Fisiologia Vegetale - III Edizione. Napoli: Edises, 2021

<b>CHIMICA</b>
----------------

**Titolare:** Prof.ssa CRISTINA TUBARO

**Periodo:** I anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 96A+48E; 15,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso riguarda la composizione della materia, le trasformazioni che essa subisce e le interazioni tra materia e l'energia ad esse legate, assicurando le basi per l'applicazione dei principi generali della Chimica alle macromolecole e ai processi di carattere biologico. In particolare, il corso fornisce le nozioni fondamentali per la comprensione delle proprietà degli elementi chimici, dei loro composti e delle loro trasformazioni, gli aspetti generali della chimica dei composti organici (nomenclatura, struttura e reattività), della termodinamica, della cinetica chimica con elementi di spettroscopia molecolare.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Le lezioni frontali saranno tenute dai docenti del corso con l'ausilio di sussidi informatici (diapositive). Per gli esercizi da svolgere in aula è previsto l'uso della lavagna. Le lezioni teoriche dovranno essere integrate da uno studio personale costante e gli esercizi di stechiometria svolti in aula saranno solo degli esempi da cui partire per approfondire la preparazione personale.

**Contenuti:**

CHIMICA GENERALE (7 CFU) Stati di aggregazione della materia. Costituenti dell'atomo, ioni, numero atomico, masse atomiche, unità di massa atomica, isotopi (cenni sulla radioattività), mole, numero di Avogadro, masse molecolari, composizione percentuale di un composto, formula empirica e formula molecolare. Struttura atomica: modelli atomici di Thomson e di Rutherford, radiazioni elettromagnetiche, spettri atomici di emissione, principio di indeterminazione di Heisenberg, equazione d'onda di Schrödinger, numeri quantici, orbitali atomici, distribuzione dei livelli energetici nell'atomo di idrogeno e negli atomi polielettronici. Classificazione periodica degli elementi. Nomenclatura dei composti inorganici. Le reazioni chimiche: calcolo dei coefficienti stechiometrici, correlazioni ponderali fra reagenti e prodotti, reazioni di ossido riduzione e loro bilanciamento. Legame chimico: legame ionico, legame covalente, orbitali molecolari ("valence bond"), orbitali atomici ibridi, risonanza, formule di Lewis, regola dell'ottetto, espansione dell'ottetto. Struttura geometrica delle molecole, polarità delle molecole. Teoria dell'orbitale molecolare. Legame dativo: composti di coordinazione. Legame metallico. Legami secondari. Proprietà e leggi dei gas ideali, gas reali, equazione di Van der Waals. Proprietà dei solidi, classificazione in base al legame chimico. Proprietà dei liquidi. Soluzioni: concentrazioni, proprietà colligative delle soluzioni ideali, grado di dissociazione. Equilibrio chimico (legge dell'azione di massa, principio di Le Chatelier). Equilibri acido/base. Prodotto ionico dell'acqua, forza degli acidi e basi, dissociazione e pH, idrolisi dei sali, soluzioni tampone. Equilibri di solubilità: solubilità, prodotto di solubilità. Elettrochimica. Celle elettrochimiche, potenziali di riduzione e legge di Nernst. CHIMICA FISICA (4 CFU) Grandezze di stato termodinamiche ed equazioni di stato. Primo, secondo e terzo principio della termodinamica. Energia libera di Gibbs. Termochimica e grandezze standard. Equilibri di fase: condizione di stabilità, diagrammi di stato ed equazione di Clausius-Clapeyron. Descrizione termodinamica delle miscele e dell'equilibrio chimico: energia libera di reazione e legge di van't Hoff. Forza ionica e modello di Debye-Huckel. Velocità di reazione; legge cinetica; leggi cinetiche del primo e secondo ordine. Meccanismi di reazione: reazioni chimiche elementari ipotesi dello stato stazionario. Dipendenza della costanti di velocità dalla temperatura. Catalizzatori ed inibitori; catalisi enzimatica. Elementi di spettroscopia molecolare: spettro della radiazione elettromagnetica, legge di Lambert-Beer. Transizioni vibrazionali e spettroscopia infrarossa. Transizioni elettroniche e spettroscopia UV-visibile, fluorescenza e fosforescenza. CHIMICA ORGANICA (4 CFU) Idrocarburi saturi: nomenclatura; isomeria strutturale e stereoisomeria. Cicloalcani: isomeria cis-trans, conformazioni. Cenni sulla reattività degli alcani. Idrocarburi insaturi: nomenclatura; struttura e reattività di alcheni ed alchini. Alogenuri alchilici: reazioni di sostituzione nucleofila ed eliminazione. Stereochimica: relazioni di isomeria, stereoisomeri, chiralità, configurazione assoluta. Composti aromatici: aromaticità; nomenclatura; reazioni di sostituzione elettrofila; Alcoli, fenoli ed eteri: proprietà e reattività. Composti carbonilici: struttura e proprietà del gruppo carbonilico; nomenclatura; reattività di aldeidi e chetoni; Acidi carbossilici e derivati: nomenclatura; reattività. Ammine alifatiche ed aromatiche: nomenclatura, struttura e proprietà; principali reazioni.

**Modalità di esame:**

L'esame scritto, con domande a risposta multipla di tipo teorico e svolgimento di esercizi, è diviso in tre parti, ciascuna relativa al programma delle tre parti in cui è diviso il corso (chimica generale, chimica fisica, chimica organica).

**Criteri di valutazione:**

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla sua comprensione degli argomenti svolti, sulle metodologie proposte e sulla capacità di applicarli in modo autonomo negli esercizi degli ambiti delle discipline studiate.

**Testi di riferimento:**

Petrucci - Herring - Madura - Bissonnette, CHIMICA GENERALE, principi ed applicazioni moderne. : PICCIN,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

CHIMICA GENERALE: E' necessario un testo di Chimica Generale a livello universitario (ad esempio: Petrucci, Herring, Madura, Bissonette, CHIMICA GENERALE, principi ed applicazioni moderne. Casa editrice: Piccin) e un testo di stechiometria per la parte di esercizi. CHIMICA FISICA: P. Atkins e J. De Paula, Elementi di Chimica Fisica; Zanichelli, 2007 CHIMICA ORGANICA: a scelta dello studente: McMurry- Fondamenti di chimica organica; Zanichelli o Brown- Introduzione alla chimica organica; Edises Saranno messe a disposizione le diapositive delle lezioni.

**ECOLOGIA**

**Titolare:** Prof. VALERIO MATOZZO

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Conoscenze di Botanica Generale e Sistematica, Microbiologia e Zoologia.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso fornisce conoscenze basilari della moderna ecologia. In particolare, al superamento della prova di profitto, saranno acquisite conoscenze sui livelli di studio dell'ecologia (organismo, popolazione, comunità, ecosistema), sulle interazioni tra organismi e ambiente fisico, sulla dinamica dei processi che regolano il funzionamento degli ecosistemi, sulle caratteristiche strutturali e sulla dinamica delle popolazioni e delle comunità. Saranno inoltre acquisite conoscenze su problematiche ambientali di stringente attualità, come la presenza di specie aliene invasive e i cambiamenti climatici globali.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è erogato esclusivamente mediante lezioni frontali.

**Contenuti:**

1 CFU) Ecologia: definizione e scopi. Livelli di organizzazione ecologica e principi generali dell'ecologia. Definizione di habitat e nicchia ecologica. Organismi e ambiente fisico; fattori ambientali abiotici e biotici; intervalli di tolleranza; fattori e risorse limitanti. Biomi: definizione, schema di Walter e Whittaker; clima e biomi terrestri; concetto di bioma per i sistemi acquatici. 2 CFU) Ecosistemi: definizione e componenti. Energia e concezioni termodinamiche dell'ecosistema. Struttura trofica. Livello dei produttori: produzione primaria (PP) lorda e netta; metodi per misurare la PP. Livelli dei consumatori: interazioni consumatori-risorse, decompositori, predatori, parassiti, detritivori. Catene trofiche: catena del pascolo e del detrito e loro diversa importanza nei diversi habitat. Concetto di rete trofica. Materia organica autoctona e input alloctoni. Rigenerazione delle sostanze nutritive negli habitat terrestri e negli habitat acquatici. Rendimenti ecologici. Numero dei livelli trofici. Vie degli elementi negli ecosistemi: cicli biogeochimici. Pool di scambio e pool di riserva. Ciclo dell'acqua, del carbonio, dell'azoto, dello zolfo, del fosforo. 2 CFU) Popolazione: definizione. Struttura delle popolazioni: densità. Dinamica delle popolazioni: natalità, mortalità, fecondità; tavole-vita, tasso di riproduzione, tasso di accrescimento, modello di crescita esponenziale e logistica di una popolazione; capacità portante dell'ambiente e competizione intraspecifica. Fattori densità dipendenti e indipendenti. Fluttuazioni e cicli. Distribuzione degli individui nelle popolazioni. Migrazione e dispersione. Relazione tra habitat e cicli biologici. Interazioni interspecifiche: competizione, predazione e parassitismo, mutualismo; adattamenti delle specie interagenti. 1 CFU) Comunità: struttura. Organizzazione spaziale delle comunità: comunità chiusa e aperta, continuum ambientale; ecotoni: effetto margine. Organizzazione temporale delle comunità: successioni, sere, climax, specie pioniere, intermedie e climax. Meccanismi alla base delle successioni: facilitazione, inibizione, tolleranza. Metodi per studiare l'organizzazione delle comunità. 1 CFU) Biodiversità: definizioni e conservazione. Minacce alla biodiversità. Il problema delle specie "aliene". Biodiversità e perdita di habitat. Ecologia umana e cambiamenti climatici globali. Effetto serra, deposizioni acide, riduzione dello strato di ozono. Acidificazione.

**Modalità di esame:**

Prova scritta con domande a risposta multipla e aperte. Nella definizione del voto finale, sarà dato maggior peso alle risposte alle domande aperte. Durata dell'esame: 90 minuti.

**Criteri di valutazione:**

Importanti criteri di valutazione sono la chiarezza e la completezza delle risposte fornite dagli studenti.

**Testi di riferimento:**

Smith T.M., Smith R.L, Elementi di Ecologia. : Pearson, 2013 Ricklefs R.E., L'economia della Natura. : Zanichelli, 1999 Townsend C.R., Harper J.L., Begon M., L'essenziale di Ecologia. : Zanichelli, 2001 Cotgreave P., Forseth I., Introduzione all'Ecologia. : Zanichelli, 2004

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Al termine del corso sarà fornita copia delle presentazioni in PowerPoint delle lezioni.

**ECOLOGIA MARINA**

**Titolare:** Prof.ssa MARIA GABRIELLA MARIN

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 72A+16L; 10,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Aver seguito il corso di Ecologia

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sui principali aspetti fisici e chimici dell'ambiente marino e sulle diverse componenti biotiche che lo popolano, al variare della profondità e della latitudine. Particolare attenzione sarà data alla valutazione dell'influenza dei parametri ambientali sulla distribuzione degli

organismi e delle comunità, nonché all'analisi degli adattamenti, delle interazioni intra- ed interspecifiche, e della produttività. Potranno inoltre essere acquisite competenze sulle modalità di campionamento in mare (acqua, sedimento, plancton, benthos) e sui metodi per lo studio dei campioni biologici e la determinazione dei parametri chimico-fisici.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali con presentazioni Power Point corredate di schemi, immagini e video. Attività in campo e in laboratorio per complessive 16 ore, comprendenti 1) un'uscita in mare dedicata in particolare al campionamento di acqua, fito- e zooplancton, benthos e a misure dei principali parametri chimico-fisici; 2) laboratori dedicati alle metodologie di analisi e di studio dei campioni raccolti e all'identificazione dei principali taxa. L'uscita in mare a bordo di un peschereccio offrirà l'occasione per un primo contatto con il mondo della pesca nell'Alto Adriatico.

**Contenuti:**

1) Aspetti fisici e chimici dell'ambiente marino (3 CFU) Origine e morfologia dei bacini oceanici, distribuzione della temperatura e penetrazione della luce nella massa d'acqua, chimismo delle acque e dei sedimenti (salinità, gas disciolti, macro- e micronutrienti), movimenti delle acque (correnti, onde, maree). 2) L'ambiente marino: dominio pelagico e dominio bentonico (3 CFU) Gli organismi del mare: - plancton: olo- e meroplancton, virioplancton, batterioplancton, micoplancton, fitoplancton e zooplancton; meccanismi di galleggiamento; distribuzione spaziale; migrazioni verticali; produzione primaria e fattori che la influenzano: luce, nutrienti, moti di rimescolamento; interazioni fito-zooplancton: il grazing; variazioni latitudinali e stagionali della produzione primaria e della biomassa fito- e zooplanctonica in acque costiere e oceaniche; sostanza organica particolata (POM) e disciolta (DOM), microbial loop e viral shunt; eutrofizzazione e "dead zones"; comunità planctoniche di acque eutrofiche ed oligotrofiche; metodi di misura della biomassa e della produzione primaria e secondaria; metodi di campionamento delle diverse componenti del plancton - necton: galleggiamento e nuoto; difesa e camuffamento; comunicazione e produzione di suoni; schooling; migrazioni; adattamenti nei mammiferi marini; modalità di alimentazione - catene e reti trofiche pelagiche - benthos: fito- e zoobenthos; influenza della natura del substrato: fondi molli e duri; modalità di alimentazione del benthos; zonazione del benthos: sistema litorale e sistema profondo; organismi intertidali e loro adattamenti; meiofauna; metodi di campionamento e studio del benthos. 3) Habitat e comunità della piattaforma continentale (1.5 CFU) Variazioni dei principali fattori abiotici e loro effetti sulla struttura delle comunità; caratteristiche delle comunità e delle reti trofiche intertidali e subtidali; estuari e lagune; acquitrini salmastri e paludi a mangrovie; praterie di fanerogame; comunità algali; formazioni coralline. 4) Gli ambienti profondi (1 CFU) Habitat marini profondi; biodiversità; adattamenti ad alti valori di pressione, alla scarsità o mancanza di luce, alla scarsità di cibo; nanismo e gigantismo abissale; ecosistemi chemosintetici: "hydrothermal vents", "cold seeps", carcasse di grandi cetacei. 5) Impatti antropici sugli ecosistemi marini (0.5 CFU) Prelievo di risorse biotiche e abiotiche, introduzione di specie alloctone e riduzione della biodiversità, alterazione e perdita di habitat, inquinamento e cambiamenti climatici.

**Modalità di esame:**

Scritto con 10 domande a risposta aperta, a scelta multipla e a riempimento

**Criteri di valutazione:**

Sarà valutata l'acquisizione di competenze sia sugli argomenti trattati nelle lezioni frontali, sia sulle attività svolte in campo e in laboratorio. Saranno complessivamente valutate la comprensione degli argomenti trattati durante il corso, la capacità di collegare criticamente le diverse conoscenze acquisite, la chiarezza e la completezza delle risposte fornite.

**Testi di riferimento:**

Castro P., Huber M.E., *Biologia marina*. Milano: Mc Graw Hill, 2011  
Cognetti, G., Sarà, M., Magazzù, G., *Biologia Marina*. Milano: Calderini, 2010  
Danovaro R., *Biologia marina – biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini*. Torino: UTET università, 2019

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Saranno fornite allo studente le presentazioni Power Point delle lezioni e test di autovalutazione al termine di ogni esercitazione in campo o in laboratorio.

**FISICA**

**Titolare:** Prof. MARCO MAZZOCCO

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+32E+16L; 8,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdisciplinare Vallisneri + Lab. di Fisica, Dip. di Fisica

**Prerequisiti:**

E' consigliato aver superato l'esame di Istituzioni matematiche.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Acquisizione delle basi per la comprensione dei fenomeni fisici e delle leggi che li regolano. Raggiungimento delle capacità di risolvere quantitativamente problemi sugli argomenti sviluppati teoricamente. Apprendimento del metodo di osservazione sperimentale e di analisi dati attraverso esercitazioni di laboratorio.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali e esperimenti di gruppo di laboratorio.

**Contenuti:**

Grandezze fisiche, campioni, unità di misura per lunghezza, tempo e massa. Il Sistema Internazionale di Unità di Misura. Sistemi di coordinate. Grandezze scalari e vettoriali. Somma e scomposizione di vettori. Prodotti scalare e vettoriale. Velocità media e velocità istantanea. Accelerazione. Moti unidimensionali: moto rettilineo uniforme e moto uniformemente accelerato. L'accelerazione di gravità ed il moto di caduta libera. Moto del punto nello spazio: vettori spostamento, velocità e accelerazione. Moto dei proiettili e moto circolare: accelerazione centripeta e tangenziale, periodo. Le tre leggi di Newton. Forza peso. Forze di attrito statico e dinamico. Definizione di lavoro. Lavoro compiuto dalla forza peso, lavoro compiuto da una forza variabile, forza di richiamo di una molla e lavoro compiuto dalla molla. Potenza. Energia cinetica e teorema delle forze vive. Lavoro ed energia potenziale, forze conservative. Energia potenziale della forza peso e della forza di una molla. Conservazione dell'energia meccanica. Forze non conservative. Centro di massa per un sistema di N punti materiali. Moto del centro di massa. Quantità di moto e sua conservazione. Velocità angolare e accelerazione angolare. Momento di una forza. Momento angolare. Conservazione del momento angolare in sistemi di N punti materiali. Moto armonico semplice, velocità ed accelerazione, periodo e pulsazione. Il pendolo semplice. Forze elastiche: legge di Hooke. Proprietà meccaniche dei solidi. Fluidi. Pressione e densità. I principi di Pascal e di Archimede. Liquidi ideali. Portata di un fluido ed equazione di continuità. L'equazione di Bernoulli. Cenni sui fluidi reali. Viscosità. Tensione superficiale. Capillarità. Legge di Poiseuille. Moti vorticosi. Temperatura e calore. Dilatazione termica, capacità termica, calore specifico. Propagazione del calore. Carica elettrica, legge di Coulomb, principio di sovrapposizione. Il campo elettrico. Linee di forza, campo di una carica. Isolanti e conduttori. Campo generato da un dipolo. Legge di Gauss e sue applicazioni. Energia potenziale elettrostatica. Potenziale elettrico. Condensatori. Capacità di un condensatore piano,

sferico e cilindrico. Cenni sui dielettrici: polarizzazione. Influenza della costante dielettrica sulla capacità di un condensatore. Energia immagazzinata in un campo elettrico. Corrente elettrica e densità di corrente. Legge di Ohm. Resistenza e resistività. Potenza dissipata in un circuito. Resistenze in serie e parallelo. Le regole di Kirchhoff. Soluzioni di circuiti con resistenze. Circuito RC. Campo magnetico e forza di Lorentz. Forza magnetica su un filo percorso da corrente. Campi magnetici generati da corrente. Legge di Biot-Savart. Teorema di Ampere: campo di un filo e di un solenoide. Forza tra fili rettilinei paralleli percorsi da corrente. Onde: Lunghezza d'onda e frequenza. Velocità. Onde acustiche. Riflessione, rifrazione e dispersione cromatica. Interferenza, diffrazione e polarizzazione. Metodi di analisi dati: Basi del metodo scientifico. Misure, errori di misura, sensibilità degli strumenti, incertezza casuale, errori sistematici, accuratezza e precisione. Natura del metodo statistico. Distribuzioni statistiche, media e deviazione standard. Distribuzione degli errori casuali. Propagazione degli errori. Metodo dei minimi quadrati. Interpolazione lineare. Laboratorio: Verifica della distribuzione Gaussiana nella misura di una grandezza fisica. Misura di una resistenza elettrica con il metodo volt-ampereometrico. Misura di resistenze in serie e parallelo. Misura della viscosità relativa di un liquido incognito.

**Modalità di esame:**

Esame scritto con problemi (principalmente) di meccanica, termodinamica ed elettromagnetismo. Domande teoriche sulle leggi di base della fisica.

**Criteri di valutazione:**

Esame scritto con risposte multiple e relazioni sulle esperienze di laboratorio.

**Testi di riferimento:**

Halliday, Resnick, Walker, Fondamenti di Fisica (settima edizione). : Ambrosiana, 2015

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Saranno messe a disposizione le diapositive delle lezioni.

## FONDAMENTI DI BIOLOGIA

**Titolare:** Prof.ssa MARIA BERICA RASOTTO

**Periodo:** I anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso intende presentare agli studenti l'unicità dei processi e dei meccanismi che operano negli organismi viventi ponendo le basi necessarie alla comprensione delle informazioni approfondite che riceveranno nei successivi corsi di carattere biologico. Contenuti e obiettivi verranno declinati ponendo attenzione alla metodologia didattica, così da consentire anche una preparazione all'insegnamento. Le conoscenze che lo studente acquisirà riguardano i concetti di base relativi a: 1) le molecole biologiche 2) l'organizzazione della cellula 3) i tessuti (animali e vegetali), organi e apparati 4) la riproduzione e l'ereditarietà 5) i cicli vitali 6) l'evoluzione 7) la classificazione e la filogenesi 8) la biodiversità e la sua conservazione. Le abilità che lo studente inizierà ad acquisire riguardano: 1) l'uso della terminologia scientifica appropriata 2) la capacità di sintesi e l'autonomia di giudizio.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è organizzato in lezioni frontali i cui contenuti sono presentati in ppt con ausilio di immagini, schemi e video. L'insegnamento è interattivo, con domande e presentazione di casi di studio, per promuovere la discussione e la riflessione critica in aula. Al termine di ogni argomento viene lanciato agli studenti un breve test di feedback utilizzando la pagina dell'insegnamento attivata nella risorsa online [letsfeedback.com](https://letsfeedback.com). Test periodici di autovalutazione vengono resi disponibili agli studenti nella pagina e-learning (<https://elearning.unipd.it/cmela/>) dell'insegnamento.

**Contenuti:**

I contenuti del programma, in sintesi, possono essere divisi in 6 parti: 1) Caratteristiche generali dei sistemi viventi (2 CFU) Introduzione ai livelli di organizzazione delle complessità dei viventi. Le molecole biologiche. Organizzazione della cellula procariote ed eucariote. I virus. La divisione cellulare. Forma e funzione degli organismi. Architettura degli organismi pluricellulari: concetti di simmetria e di piano organizzativo corporeo. Definizione di tessuto, organo, sistema, organismo. 2) Sessualità e riproduzione (0,5 CFU) Riproduzione asessuata e riproduzione sessuata. La meiosi ed il suo ruolo negli organismi a riproduzione sessuata. 3) La trasmissione dei caratteri ereditari (1 CFU) La variabilità intraspecifica. Le leggi di Mendel. Le basi cromosomiche dell'ereditarietà. Le basi molecolari dell'ereditarietà. I cicli vitali. 4) Evoluzione e adattamento (1 CFU) La teoria evolutiva: Darwin e la nuova sintesi. Selezione naturale, selezione sessuale, deriva genica, neutralità. Meccanismi di speciazione. Evoluzione e sviluppo. 5) Classificazione e filogenesi (0,5 CFU). Categorie tassonomiche. Caratteri tassonomici. La ricostruzione della storia evolutiva dei viventi: la filogenesi. Principali suddivisioni dei viventi ed elementi di sistematica. 6) Ecologia (1 CFU). Biodiversità. Interazioni tra gli organismi e tra organismi e ambiente, a livello di individui, popolazioni, comunità, ecosistemi. In questo contesto vengono utilizzati casi di studio riguardanti gli effetti dei cambiamenti ambientali (con particolare riguardo a quelli di origine antropica) sulla conservazione delle popolazioni/specie.

**Modalità di esame:**

La verifica delle conoscenze acquisite avviene attraverso una prova scritta con 4 domande aperte, volte ad evidenziare le conoscenze, il lessico scientifico, la capacità di sintesi e di discussione critica acquisite durante il corso. Questa prova è basata sui temi trattati e discussi a lezione.

**Criteri di valutazione:**

I criteri con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e abilità acquisite sono: 1) comprensione degli argomenti trattati; 2) capacità critica di collegamento delle conoscenze acquisite; 3) completezza delle conoscenze acquisite; 4) capacità di sintesi; 5) proprietà delle terminologie utilizzate

**Testi di riferimento:**

Sadava D & altri, Biologia. Bologna: Zanichelli, 2014 Campbell NA e Reece JB, Principi di BIOLOGIA. Torino: Pearson, 2014

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Tutto il materiale didattico utilizzato per le lezioni frontali (ppt lezioni, articoli su casi di studio, review di aggiornamento rispetto ai contenuti dei testi consigliati) è reso disponibile agli studenti nella piattaforma e-learning: <https://elearning.unipd.it/cmela/>.

## INFORMATICA E BIOINFORMATICA

**Titolare:** Dott. ALESSANDRO BRIGHENTE

**Periodo:** I anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 24A+16E+16L; 5,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Non sono richieste nozioni particolari per poter frequentare l'insegnamento. L'insegnamento non prevede propedeuticità.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Obiettivo dell'insegnamento è quello di permettere allo studente di acquisire alcune conoscenze di base relativamente all'Informatica e la Bioinformatica. Per quanto riguarda l'Informatica, l'insegnamento si propone di dare una introduzione alla struttura e funzionamento di un computer, con particolare attenzione al sistema operativo e alla comunicazione in rete. Saranno inoltre introdotti i concetti base relativi alle basi di dati e al web. Infine lo studente sarà introdotto alla programmazione in python e ai principali software di produzione personale tramite lezioni ed esercitazioni in aula informatica. Per quanto riguarda la Bioinformatica si acquisiscono conoscenze ed abilità in campo informatico mirate: • al reperimento di informazioni scientifiche, con l'introduzione ad alcune banche dati riguardanti la letteratura e i record di tipo biologico; • all'analisi e allo studio delle sequenze di acidi nucleici e proteine, con 1) la descrizione di alcuni database che raccolgono informazioni relative al confronto tra sequenze e 2) una breve introduzione alla ricerca di similarità tra sequenze.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

L'insegnamento prevede sia lezioni frontali in aula che esperienze di programmazione e utilizzo di applicativi software in aula informatica.

**Contenuti:**

Le nozioni relative all'Informatica coperte in aula saranno le seguenti: - Concetti e nozioni di base dell'informatica (architettura di Von Neumann) - Sistemi Operativi (Unix/Linux e Windows) - Reti (Internet e il World Wide Web, TCP/IP, SSH, posta elettronica, HTML, motori di ricerca). In aula informatica saranno coperti i seguenti argomenti: - Elementi di programmazione utilizzando il linguaggio Python - Utilizzo di software di produttività personale (in particolare, editor di testo e fogli elettronici) Nella parte di Bioinformatica vengono presentate le diverse tipologie di dati biologici e le modalità della loro memorizzazione nei database biologici primari e secondari. Gli argomenti trattati introducono al reperimento, l'organizzazione, la struttura e l'utilizzo delle principali risorse informatiche a carattere biologico disponibili in rete, con approfondimenti sulle principali risorse disponibili all'NCBI. Sono inoltre spiegate le potenzialità dei browser genomici come ulteriore risorsa utile al reperimento di dati biologici. Alcuni concetti alla base dell'evoluzione sono introdotti affrontando la comparazione di sequenze biologiche tramite analisi di allineamento. Durante le esercitazioni al computer viene descritto come individuare ed interpretare specifiche informazioni di carattere biologico ottenute da banche dati di citazioni bibliografiche, di sequenze nucleotidiche e proteiche, di malattie genetiche. Le ricerche vengono effettuate sia mediante query complesse nelle specifiche banche dati, sia mediante l'utilizzo di browser genomici e metagenomici. Sono inoltre svolte le analisi di similarità che stanno alla base della comparazione tra sequenze nucleotidiche e aminoacidiche.

**Modalità di esame:**

esame scritto e prova pratica

**Criteri di valutazione:**

Per quanto riguarda l'Informatica, l'esame scritto contiene alcune domande che consentono di valutare il livello di apprendimento delle nozioni impartite durante il corso. La prova pratica sarà svolta in aula informatica e valuterà la capacità dello studente di applicare quanto appreso a lezione. Nella parte di Bioinformatica si valuta il livello di conoscenza acquisita e grado di abilità operativa. La prova pratica sarà svolta in aula informatica e valuterà la capacità dello studente di acquisire le informazioni biologiche, di comprendere il risultato delle query eseguite e dei risultati delle ricerche di similarità, nonché di descrivere quanto visualizzato dai database analizzati.

**Testi di riferimento:**

CONTENUTO NON PRESENTE

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Per la parte di Informatica vengono rese disponibili, come riferimento, i lucidi utilizzati a lezione. Per la programmazione in Python si farà riferimento a parti del libro: Downey, J. Elkner, C. Meyers. "Pensare da Informatico, Imparare con Python" scaricabile liberamente da [http://www.python.it/doc/Howtothink/HowToThink\\_ITA.pdf](http://www.python.it/doc/Howtothink/HowToThink_ITA.pdf) Per la parte di Bioinformatica il materiale didattico è disponibile nella piattaforma e-learning: <https://elearning.unipd.it/biologia/>

## ISTITUZIONI DI MATEMATICA

**Titolare:** Prof.ssa GIORGIA CALLEGARO

**Periodo:** I anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+32E; 7,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Si richiede allo studente la conoscenza e padronanza dei seguenti argomenti svolti nella scuola secondaria: 1) Equazioni e disequazioni di primo e secondo grado; disequazioni frazionarie; disequazioni irrazionali. 2) Equazione della retta, della parabola e del cerchio nel piano. 3) Trigonometria: principali relazioni. 4) Proprietà delle potenze e dei logaritmi.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso fornisce le nozioni di base del calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile reale e gli elementi fondamentali su vettori geometrici, rette e piani nello spazio tridimensionale. Verranno trattate infine le equazioni differenziali. A termine corso, lo studente sarà in grado di risolvere problemi

ed esercizi sulle nozioni apprese.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali svolte dal docente alla lavagna. Durante la lezione sono benvenuti contributi e domande degli studenti. La modalità di lezione potrebbe variare per l'emergenza Covid-19.

**Contenuti:**

Funzioni reali di una variabile reale. Grafici di funzioni elementari: modulo, esponenziale, logaritmo, seno, coseno, tangente. Funzione inversa. Le funzioni Arcos, arcsen, arctg, loro grafici. Definizione di limite. Interpretazione grafica del concetto di limite e delle sue proprietà. Operazioni con i limiti. Forme indeterminate. Successioni numeriche e limiti delle successioni (cenni). Funzioni continue. Illustrazione con esempi grafici dei teoremi di Weierstrass, degli zeri e di tutti i valori. Cambio di variabile in un limite. Limiti fondamentali. Il numero di Nepero e il logaritmo naturale. Derivata: significato geometrico e fisico. Derivata delle funzioni elementari. Operazioni con le derivate. Teoremi di Rolle e di Lagrange, conseguenze. Regola di L'Hopital. Derivata di ordine superiore. Massimi e minimi relativi ed assoluti. Concavità, convessità, flessi. Asintoti. Studio di funzione e disegno del suo grafico. Applicazioni delle derivate. Problemi di massimo e minimo. Il concetto di differenziale. Primitive di una funzione. Integrale indefinito. Integrazione per sostituzione, per parti. Integrazione delle funzioni razionali e metodo dei coefficienti indeterminati. L'integrale definito. Teorema della media e teorema fondamentale del calcolo integrale. Calcolo di aree piane mediante integrazione. Volume dei solidi di rotazione. Esempi di integrali in senso generalizzato. Sistemi lineari e matrici. Teorema di struttura per le soluzioni di  $Ax=b$ , sottospazio vettoriale, generatori e basi. Rango di una matrice. Teorema della dimensione. Teorema di Rouché-Capelli. Operazioni elementari sulle matrici. Matrici invertibili. Determinante di una matrice, sviluppo di Laplace, Teorema di Cramer. Generalità sulle Equazioni Differenziali. Equazioni differenziali lineari del primo ordine. Varie applicazioni. Crescita di una popolazione. Equazioni differenziali a variabili separabili. Su tutti gli argomenti del corso vengono svolti numerosi esercizi, per un totale di 2 crediti di esercitazioni.

**Modalità di esame:**

Esame scritto, indicativamente strutturato in cinque esercizi: 1) Studio di funzione; 2) Problema di MAX/MIN; 3) Calcolo di aree usando gli integrali; 4) Geometria Analitica; 5) Risoluzione di una equazione differenziale ordinaria. Gli esercizi e i problemi sono standard, simili a quelli svolti durante il corso.

**Criteri di valutazione:**

Il voto è basato sui punteggi degli esercizi della prova scritta.

**Testi di riferimento:**

Abate, Marco, Matematica e statistica basi per le scienze della vita Marco Abate. Milano [etc.]: McGraw-Hill Education, 2017 Giuliano Artico, ISTITUZIONI DI MATEMATICA - Primo corso di matematica per la laurea triennale. Padova: Edizioni Libreria Progetto,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Sono consigliati i testi di riferimento per approfondire i contenuti delle lezioni frontali. In rete si trovano temi d'esame degli anni passati.

**LINGUA INGLESE B2 (ABILITA' RICETTIVE)**

**Titolare:** Prof. MAURO AGOSTINO ZORDAN

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** ; 3,00

**Contenuti:**

Questa attività didattica prevede l'accertamento della conoscenza della lingua Inglese ad un livello B2 del Consiglio d'Europa. Il Test di Abilità Linguistiche (TAL) viene somministrato dal CLA, Centro Linguistico di Ateneo. Il CLA fornisce altresì corsi di preparazione al TAL. Informazioni dettagliate sono pubblicate alla pagina <https://biologia.biologia.unipd.it/index.php?id=184> Talune certificazioni esterne sono accettate ed esonerano dal sostenere l'esame. L'elenco è pubblicato alla pagina [https://www.scienze.unipd.it/fileadmin/Offerta\\_in\\_Inglese/Tabella\\_Certificazioni\\_dicembre\\_2019\\_NEW.pdf](https://www.scienze.unipd.it/fileadmin/Offerta_in_Inglese/Tabella_Certificazioni_dicembre_2019_NEW.pdf)

**Testi di riferimento:**

CONTENUTO NON PRESENTE

**MICROBIOLOGY**

**Titolare:** Prof.ssa ROBERTA PROVVEDI

**Periodo:** Il anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Il corso prevede la conoscenza delle nozioni base di Biologia Molecolare e Biologia Cellulare, particolarmente utili per la piena comprensione della parte di Virologia.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso fornisce le conoscenze di base relative alla biologia dei microrganismi procarioti e dei virus animali. Le conoscenze che lo studente acquisirà riguardano: 1) struttura della cellula procariote 2) nutrizione e crescita microbica 3) principali modalità di produzione di energia dei procarioti 4) caratteristiche dei procarioti che si sono adattati ai diversi habitat 5) Farmaci antibatterici e meccanismi di resistenza sviluppati dai batteri nei confronti degli antimicrobici 6) Struttura dei virus dei procarioti e degli animali 7) Classificazione dei virus animali e il loro ciclo di replicazione Attraverso le attività di laboratorio lo studente avrà modo di acquisire le varie abilità: 1) esecuzione della colorazione di Gram e visualizzazione con il microscopio ottico 2) titolazione di una sospensione di batteri 3) isolamento di diverse specie microbiche su piastre di terreno solido selettivo e differenziale 4) identificazione biochimica di una specie microbica 5) antibiogramma 6) titolazione di una sospensione fagica

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è organizzato in lezioni frontali e attività di laboratorio. Le conoscenze previste dal programma vengono presentate nelle lezioni frontali mediante

proiezioni di power-point (ppt) contenenti immagini illustrative accompagnate da testi per la comprensione dell'argomento presentato. Spesso, dopo la presentazione con ppt vengono proiettati anche video disponibili online relativi alla spiegazione appena svolta. Circa una volta a settimana durante la lezione viene fatta una verifica di apprendimento a quiz su quanto è stato spiegato utilizzando la risorsa online <https://kahoot.com>. Alla fine del corso vengono riproposti una serie di quiz a cui segue un momento per il confronto e i chiarimenti sugli argomenti trattati. Per il laboratorio, i risultati emersi dalle operazioni svolte vengono giornalmente discussi ed elaborati e alla fine è prevista una relazione sulle attività svolte.

#### **Contenuti:**

Lezioni frontali 1) Struttura della cellula procariote: (2 CFU) - caratteristiche della membrana citoplasmatica dei procarioti; differenza tra la membrana dei Bacteria e degli Archaea; le inclusioni citoplasmatiche - differenze tra la parete dei Gram positivi e dei Gram negativi - struttura della parete degli Archaea - struttura dei pili e modalità di biosintesi dei pili di tipo I e di tipo IV - struttura dei flagelli e modalità di movimento dei procarioti - struttura della capsula e dei polisaccaridi extracellulari - struttura e processo di formazione delle endospore batteriche 2) Nutrizione e crescita microbica: (0,75 CFU) - caratteristiche dei terreni di coltivazione dei microrganismi - modalità di crescita di una popolazione batterica in una coltura chiusa in laboratorio - i sistemi di trasporto di nutrienti dei batteri 3) principali modalità di produzione di energia dei procarioti: (0,25 CFU) - principi della respirazione aerobica, anaerobica e fermentazione - la chemiolitotrofia 4) caratteristiche dei procarioti che si sono adattati ai diversi habitat (0,5 CFU) - caratteristiche generali dei microrganismi psicrofili, ipertermofili, alofili, acidofili e metanogeni - biofilm e quorum sensing 5) Farmaci antibatterici e meccanismi di resistenza sviluppati dai batteri nei confronti degli antimicrobici (0,5 CFU) - generalità sugli antimicrobici - definizione di concentrazione minima inibente (MIC) e di concentrazione minima battericida (MBC) - l'antibiogramma - il meccanismo d'azione delle principali classi di antimicrobici - meccanismi di resistenza sviluppati dai batteri verso le principali classi di antimicrobici 6) Virologia (1 CFU) - caratteristiche generali dei batteriofagi - struttura dei virus animali a DNA e RNA - classificazione dei virus animali in base alla tipologia del genoma - il ciclo di replicazione dei virus appartenenti alle diverse classi Laboratorio L'attività di laboratorio consiste: (1 CFU) 1) isolamento e identificazione di 4 diverse specie di microrganismi non patogeni contenute in uno stesso campione mediante: - isolamento su piastre con terreno solido per la coltivazione di batteri selettivo e differenziale - colorazione di Gram - identificazione biochimica mediante enterotube - isolamento su chromagar 2) Titolazione di una sospensione di una singola specie batterica mediante conta vitale su piastre di terreno solido per la coltivazione di batteri 3) Titolazione di una sospensione di una specie di batteriofagi mediante la tecnica di piastramento per inclusione 4) Determinazione della minima concentrazione inibente (MIC) di un antibiotico nei confronti di una determinata specie batterica 5) saggio di sensibilità a diversi antibiotici di una determinata specie batterica

#### **Modalità di esame:**

Esame scritto con quiz a risposta singola, risposta multipla e domande aperte per evidenziare le conoscenze, il lessico scientifico, la capacità di sintesi. Questa prova è basata sugli argomenti trattati e discussi a lezione. Relazione sull'attività del laboratorio

#### **Criteri di valutazione:**

I criteri con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e delle abilità acquisite sono: 1) comprensione degli argomenti trattati 2) capacità di collegamento delle conoscenze acquisite 3) completezza delle conoscenze acquisite e capacità di sintesi 4) uso appropriato della terminologia

#### **Testi di riferimento:**

Willey, Sherwood, Woolverton, Prescott's microbiology. : , 2014 G. Dehò e E. Galli, Biologia dei microrganismi. : Casa Editrice Ambrosiana,

#### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Tutto il materiale didattico utilizzato per le lezioni frontali (ppt, articoli o review utilizzati per le presentazioni, link ai video didattici mostrati in aula è reso disponibile agli studenti nella pagina del corso <https://elearning.unipd.it/biologia/>

## MOLECOLE BIOATTIVE E NUTRACEUTICA

**Titolare:** Prof.ssa ELIDE FORMENTIN

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00

#### **Prerequisiti:**

Il corso prevede conoscenze di Chimica generale ed inorganica, Chimica Organica, Biochimica.

#### **Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso è finalizzato ad approfondire i processi biochimici connessi prevalentemente al metabolismo secondario dei vegetali e in particolare l'attenzione verrà rivolta alle vie metaboliche che portano alla formazione di quei metaboliti secondari che abbiano interesse come composti bioattivi alimentari. Lo studio biochimico dei composti sarà correlato all'analisi della loro azione come nutraceutici nei confronti della salute animale e umana. A questo riguardo verrà valutata la loro capacità antiossidante e la loro modalità di azione nei confronti della fisiologia umana. Sarà inoltre fornita agli studenti una base adeguata per la comprensione delle problematiche connesse alle varie strategie tecnologiche finalizzate sia alla produzione di molecole e metaboliti secondari ad alto valore aggiunto sia all'incremento del loro contenuto nei prodotti agro-alimentari.

#### **Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso è organizzato in lezioni frontali (48 ore) che comprendono anche attività di laboratorio virtuale. Le conoscenze da acquisire sono presentate nelle lezioni frontali utilizzando presentazioni PowerPoint impostate con immagini, schemi e video. Gli studenti verranno suddivisi in gruppi di lavoro che parteciperanno durante le lezioni alla discussione critica di casi studio (journal club, forum di discussione). Le attività di laboratorio per l'anno in corso saranno erogate in maniera virtuale con video-lezioni e quiz finale per valutare la comprensione delle metodiche utilizzate. Gli argomenti di comprenderanno la determinazione dell'attività antiossidante di campioni di frutta e verdura fresca nonché bibite a base di frutta.

#### **Contenuti:**

I contenuti del programma, in sintesi, possono essere suddivisi in 3 parti principali: 1) Ruolo funzionale dei metaboliti bioattivi delle piante e loro ruolo come integratori alimentari e nella cura delle malattie 2) biochimica delle molecole bioattive vegetali: Vie biosintetiche dei composti fenolici, terpenoidi, alcaloidi. 3) biotecnologia delle molecole bioattive vegetali: Produzione di metaboliti bioattivi in vitro, biotecnologie vegetali e metaboliti bioattivi

#### **Modalità di esame:**

L'esame consiste in una verifica scritta o orale (se il numero degli iscritti lo consente o in caso di difficoltà documentate) su tutto il programma, con una votazione in trentesimi. Inoltre lo studente dovrà presentare una relazione sulle attività svolte durante le esercitazioni che verrà valutata con un punteggio da 1 a 3.

**Criteria di valutazione:**

I criteri con cui verrà effettuata la verifica delle conoscenze e abilità acquisite sono: 1) comprensione degli argomenti trattati; 2) capacità critica di collegamento delle conoscenze acquisite; 3) completezza delle conoscenze acquisite; 4) capacità di sintesi; 5) proprietà della terminologia utilizzata

**Testi di riferimento:**

Dewick, Paul M.; Fattorusso, Ernesto, Chimica, biosintesi e bioattività delle sostanze naturali Paul M. Dewick edizione italiana a cura di E. Fattorusso, con la collaborazione di A. Aiello ... [et. al.]. Padova: Piccin, [2001], 0 Maffei, Massimo, Biochimica vegetale Massimo Maffei. Padova: Piccin, \1999!, 0 Maffei, Massimo; Bicchi, Carlo, Metabolismo e prodotti secondari delle piante Massimo Maffei presentazione di Carlo Bicchi. Torino: UTET università, 1999

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Tutto il materiale didattico utilizzato per le lezioni frontali e per la presentazione delle attività di laboratorio (ppt, articoli su casi di studio e review) è reso disponibile agli studenti nella pagina del corso.

<b>PROVA FINALE</b>
---------------------

**Titolare:** da definire

**Periodo:** III anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** ; 3,00

<b>STATISTICA</b>
-------------------

**Titolare:** Prof. MARTINO GRASSELLI

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 32A+32E; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Prerequisiti: nozioni di base di Matematica, quali sommatorie, limiti e calcolo differenziale e integrale in una variabile.

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Il corso si propone di fornire gli strumenti della statistica inferenziale di base, quali stime di parametri e test di ipotesi, utili per una professione biologica. In particolare, dopo una prima necessaria parte di teoria della Probabilità, si passa ad esaminare i problemi di stime di parametri e test di ipotesi nell'ambito della statistica continua, della statistica discreta e del modello della regressione lineare.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Il corso si articola settimanalmente in lezioni frontali, in cui viene svolta la teoria, e in esercitazioni in aula, in cui si svolgono esercizi sulla teoria.

**Contenuti:**

Statistica descrittiva ed inferenziale Statistica descrittiva. Media. Variabilità. La distribuzione normale. Percentili e quantili. Statistica inferenziale. Elementi di Calcolo delle Probabilità Spazio campionario e probabilità, proprietà di una probabilità. Probabilità uniforme. Variabili aleatorie. Legge e funzione di ripartizione di una variabile aleatoria. Probabilità condizionata e indipendenza. Variabili aleatorie discrete (di Bernoulli, binomiali, di Poisson) e loro proprietà. Speranza matematica e varianza. Variabili aleatorie continue (normali, chi quadro, di Student ) e loro proprietà. Approssimazione di Poisson. Teoremi limite, approssimazione normale. Stime Media e varianza campionaria. Percentili e quantili. Statistica inferenziale: stime. Teoria dei tests Teoria generale dei tests: ipotesi e alternativa, regione critica, valore critico, errori di prima e seconda specie, il valore P. Test di Student. Test t di Student sulla differenza di medie. Test bilateri e unilateri. Test sulla media. Test accoppiati. Errori di prima e di seconda specie Errore di seconda specie. Potenza di un test. Cosa determina la potenza di un test: la probabilità di fare un errore di prima specie, la differenza che si vuole misurare, la taglia del campione. Problemi pratici relativi alla potenza. Calcolo della potenza con campioni di taglia elevata. Intervalli di confidenza Definizione e significato di intervallo di confidenza. Uso degli intervalli di confidenza per test di ipotesi. Intervalli di confidenza per la media. Statistica discreta Stime, intervalli di confidenza e test di ipotesi per proporzioni e differenze di proporzioni. Metodo delle tabelle di contingenza: il test chi quadro. Il test chi quadro per più di due gruppi o risultati. Suddividere le tabelle di contingenza. Il test chi quadro di adattamento a distribuzioni con un numero finito di stati. Test di adattamento a distribuzioni con un numero infinito di stati: caso discreto e caso continuo. Regressione lineare Il modello lineare. Come stimare i parametri da un campione. Variabilità intorno alla retta di regressione. Errori standard, intervalli di confidenza e test di ipotesi sui coefficienti di regressione. Previsione intorno alla retta di regressione e relativi intervalli di confidenza.

**Modalità di esame:**

Scritto con domande a risposta multipla ed esercizi da svolgere

**Criteria di valutazione:**

La valutazione delle conoscenze mira a verificare una capacità critica nell'applicare le definizioni e i teoremi dimostrati in aula attraverso esercizi articolati.

**Testi di riferimento:**

S. Ross, Introduzione alla Statistica. : Apogeo, 2008

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Materiale presente nella pagina web del corso (moodle)

<b>STORIA EVOLUTIVA DEI VERTEBRATI</b>
--

**Titolare:** Prof.ssa FRANCESCA CIMA

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 40A+16L; 6,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri Dipartimento di Biologia

**Aule:** Informazioni in lingua non trovate

**Prerequisiti:**

Il corso richiede conoscenze di "Zoologia" e "Anatomia Comparata".

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

L'impostazione innovativa della storia evolutiva dei vertebrati si sviluppa sulle moderne ipotesi riguardanti l'origine dei taxa principali e la comparsa delle novità evolutive attraverso una sintesi di prove paleontologiche e biomolecolari provenienti da varie discipline. L'acquisizione di una visione interdisciplinare dell'evoluzione della vita sulla Terra e di un approccio stimolante e critico alle scoperte e alle ipotesi della ricerca scientifica sono di primaria importanza nella formazione culturale di biologi e naturalisti. Questo corso si inserisce in un percorso formativo per formare figure professionali nella ricerca faunistica, nonché nella formazione e divulgazione nell'ambito dei vertebrati completando l'acquisizione di competenze essenziali nel campo della zoologia, della biologia dello sviluppo, della biodiversità, degli adattamenti, dell'ecologia e dell'evoluzione.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

Lezioni frontali ed esercitazioni con filmati su argomenti trattati a lezione e osservazione di preparati di vertebrati attuali ed estinti delle collezioni didattiche. Il materiale didattico comprende libri, dispense, schede descrittive, articoli per la lettura critica, link a siti Internet e filmati. Visita alle collezioni dei vertebrati del Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova.

**Contenuti:**

LEZIONI (5 CFU) 1) Breve introduzione su modelli e meccanismi di base dell'evoluzione e su principi fondamentali della biologia evolutiva dello sviluppo. (0,875 CFU) 2) Origine dei Cordati: ipotesi più famose, prove paleontologiche, dati molecolari. (0,375 CFU) 3) Il passaggio dai Cordati-non vertebrati ai vertebrati: novità evolutive in relazione al cambiamento di modalità di alimentazione da microfaga a predatoria, teorie sull'origine, principali "sister-group" dei vertebrati, modello di Mallatt. I primi vertebrati: gli ostracodermi e il problema dei ciclostomi attuali. (0,5 CFU) 4) Origine degli gnatostomi: evoluzione delle mascelle mobili e delle appendici pari. Il Devoniano, l'"età dei pesci": placodermi, acantodi, condroitti e osteitti; successo evolutivo dei teleostei. (0,25 CFU) 5) Origine dei tetrapodi nel Carbonifero, l'"età degli anfibi": evoluzione degli arti e dei principali adattamenti anatomo-fisiologici all'ambiente subaereo, forme di transizione, primi veri anfibi e loro radiazione. (0,375 CFU) 6) Origine e radiazione dei rettili: novità evolutive legate al successo del gruppo durante l'Era Mesozoica; principali linee evolutive e loro estinzione. (1 CFU) 7) Dai dinosauri agli uccelli: dinosauri aviani, uccelli ancestrali, uccelli moderni. (0,375 CFU) 8) Rettili sinapsidi e origine dei mammiferi, radiazione cenozoica, successo degli euteri. Esempi di ricostruzione di serie evolutive nei mammiferi euteri: evoluzione dei cavalli, dei proboscidi e dei cetacei. (0,625 CFU) 9) Ominazione: principali tappe della complessa evoluzione dell'uomo e confronto tra fossili e dati sul genoma. (0,625 CFU) ESERCITAZIONI (1 CFU) 1) Origine delle specie, evoluzione, estinzione. (0,125 CFU) 2) Protocordati. (0,125 CFU) 3) Agnati e primi gnatostomi. (0,125 CFU) 4) Dai pesci agli anfibi. (0,125 CFU) 5) Rettili. (0,125 CFU) 6) Dai dinosauri agli uccelli. (0,125 CFU) 7) Mammiferi. (0,125 CFU) 8) Visita al museo di Geologia e Paleontologia (Palazzo Cavalli) - sez. Vertebrati dell'Università degli Studi di Padova. (0,125 CFU)

**Modalità di esame:**

Colloquio con discussione iniziale su un argomento a scelta dello studente seguito da domande e approfondimenti sui vari argomenti trattati a lezione.

**Criteri di valutazione:**

Conoscenza degli argomenti trattati. Capacità personali di approfondimento e di rielaborazione critica.

**Testi di riferimento:**

Benton M.J., Vertebrate paleontology, 4th edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley-Blackwell, 2015 Stingo et al., Anatomia comparata. Milano: Edi-Ermes, 2016 Carroll S.B., Greiner J.K., Weatherbee S.D., Dal DNA alla diversità - Evoluzione molecolare del progetto corporeo animale. Bologna: Zanichelli, 2004 Cowen R., History of life, 6th edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley-Blackwell, 2019 Liem KF et al., Anatomia comparata dei vertebrati, 2a edizione. Napoli: EdiSES, 2011 Pough HF., Zoologia dei vertebrati, 2a edizione. Rozzano (MI): Ambrosiana (Zanichelli), 2001

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

I materiali di studio utilizzati dal docente (dispensa, articoli, filmati) sono tutti disponibili nella piattaforma e-learning (Moodle).

**TIROCINIO**

**Titolare:** Prof.ssa LUISA DALLA VALLE

**Periodo:** III anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** ; 3,00

**ZOOLOGIA**

**Titolare:** Prof. LORIANO BALLARIN

**Periodo:** II anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 80A+32L; 12,00

**Sede dell'insegnamento:** Complesso Interdipartimentale Vallisneri

**Prerequisiti:**

Aver superato l'esame di "Fondamenti di Biologia".

**Conoscenze e abilità da acquisire:**

Conoscenza delle principali caratteristiche morfologiche, citologiche, riproduttive e metaboliche degli organismi uni- e paucicellulari dei Protozoa. Problemi filogenetici e organizzazione dei principali phyla dei Protozoa. Conoscenza dell'inquadramento filogenetico, della radiazione adattativa e dell'organizzazione morfo-funzionale nei diversi phyla di Metazoa Invertebrata, a livello cellulare ed organismico. Conoscenza dei cicli di sviluppo e delle modalità riproduttive.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:**

L'ampia varietà degli argomenti del corso di Zoologia viene presentata con lezioni in power-point, che illustrano nei dettagli la morfologia degli organismi, collegata con le funzioni vitali. I file delle lezioni vengono resi disponibili in rete. A queste lezioni si affiancano alcuni filmati particolarmente significativi per la presentazione dei principali taxa. Segue l'osservazione di preparati dal vivo e fissati di tipo micro- e macroscopico. Il corso (12 CFU) consiste di 80 lezioni frontali e 32 ore di esercitazioni pratiche.

**Contenuti:**

I protozoi: cellule come organismi. Origine degli organismi unicellulari eucarioti. Il problema del taxon Protista. Organizzazione dei principali phyla dei Protozoa. Metabolismo, cicli, riproduzione e fenomeni di sessualità, adattamenti ambientali. Cicli dei principali protozoi parassiti, in particolare quelli patogeni per l'uomo. Relazioni filogenetiche tra alcuni gruppi di Protozoa e i Metazoa. Il corso offre una sintesi dei piani strutturali e organizzativi nei Metazoi Invertebrati. Architettura animale. Simmetria. Differenti tipi di segmentazione negli Invertebrati. Foglietti germinativi e cavità del corpo. Protostomi e Deuterostomi. Metameria. Lophotrochozoa e Ecdysozoa. Criteri di classificazione, caratteri generali e sistematica dei seguenti phyla: Porifera, Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nemertea, Rotifera, Gastrotricha, Ectoprocta, Brachiopoda, Phoronida, Mollusca, Annelida, Nematoda, Onychophora, Tardigrada, Arthropoda, Echinodermata, Emichordata, Chordata. Cenni su Placozoa e "Mesozoa". Verranno considerati nei differenti Metazoi, comparativamente e evolutivamente, l'organizzazione e il differenziamento dei sistemi deputati a: locomozione e sostegno, escrezione ed osmoregolazione, circolazione e scambi gassosi, riproduzione; sistemi nervosi e organi di senso. Cicli vitali. Adattamenti all'ambiente e radiazione adattativa. Relazioni filogenetiche nei principali phyla di Metazoi. Le esercitazioni esemplificano e approfondiscono coerentemente il contenuto del corso mediante osservazione di materiale dal vivo, di preparati fissati microscopici e macroscopici, anche con l'ausilio di modelli e di video. Vengono esaminati i piani strutturali e organizzativi dei phyla più importanti di metazoi; una parte delle esercitazioni è dedicata alla dissezione di animali, quali lombrico, seppia, gambero.

**Modalità di esame:**

L'esame prevede una prova scritta, propedeutica alla prova orale. La prima parte (scritta) della verifica di profitto consiste nel riconoscimento, nella classificazione e descrizione di preparati micro- e macroscopici; il superamento di questa prova è condizione necessaria per il proseguimento dell'esame. All'orale verranno poste domande sui principali argomenti trattati durante il corso.

**Criteri di valutazione:**

Condizione primaria ed essenziale per il superamento dell'esame di profitto finale è la capacità di riconoscere, cioè, di inquadrare nei principali taxa i protozoi ed i metazoi invertebrati, partendo dall'osservazione di preparati micro- e macroscopici dal vivo e fissati. Importante, inoltre, è saper individuare i rapporti filogenetici di parentela tra gli organismi e descrivere i cicli vitali nei taxa più significativi.

**Testi di riferimento:**

PICCINI E., IL REGNO DEI PROTOZOI. Padova: CLEUP, 2003 COPPELLOTTI KRUPA O., FERRO S., GUIDA ALLE ESERCITAZIONI DI ZOOLOGIA: PROTOZOI E METAZOI INVERTEBRATI. Padova: Libreria Progetto, 2013 RUPPERT E.E., FOX R. S., BARNES R.D., ZOOLOGIA DEGLI INVERTEBRATI. Padova: Piccin Nuova Libreria, 2007

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio:**

Vengono consigliati alcuni trattati di Protozoologia e Zoologia, a differente livello di complessità, ed un testo per il riconoscimento degli organismi presentati durante le esercitazioni. E' raccomandato, inoltre, l'uso di alcune chiavi dicotomiche utili per l'identificazione degli organismi su base morfologica.

**Curriculum: Curriculum Generale**

**Curriculum: Curriculum Marino**