



**GUIDA DIDATTICA del CORSO di LAUREA TRIENNALE  
in SCIENZE BIOLOGICHE  
(classe L-13, DM 270/04)  
Anno accademico 2022/23**

**L'orizzonte culturale**

La biologia è la scienza che studia la vita e gli organismi viventi nella loro complessità e diversità. In quanto tale, abbraccia un'area culturale assai vasta, che parte dallo studio della chimica delle proteine e del DNA e arriva alla conoscenza degli ecosistemi e della salute dell'uomo, con numerosi approfondimenti e applicazioni pratiche in ambito naturalistico, morfologico-funzionale, ecologico e biomedico.

**Il corso di studio in breve**

Il percorso formativo si propone di garantire l'acquisizione di solide basi teoriche e pratiche negli ambiti culturali della biologia di base, che consentano sia di proseguire gli studi verso successivi percorsi formativi universitari per l'approfondimento di aspetti specifici della biologia sia di accedere al mondo del lavoro in ruoli tecnico -esecutivi. Il corso di laurea triennale (CdLT) è stato elaborato in accordo con le indicazioni del Collegio nazionale dei Biologi delle Università Italiane (CBUI) e dell'Ordine Nazionale dei Biologi (ONB), al fine di garantire la mobilità degli studenti sul territorio nazionale. A ogni studente immatricolato, all'inizio del primo anno di corso, viene assegnato un docente tutor, che lo seguirà e consiglierà durante tutto il suo percorso formativo.

La durata del Corso di Laurea in Scienze Biologiche (CdLT Scienze Biologiche) è di tre anni accademici ed è articolato in un unico indirizzo. Per il conseguimento del titolo finale di Dottore in Scienze Biologiche è necessario acquisire 180 CFU (Crediti Formativi Universitari).

Nella programmazione didattica, nel primo e nel secondo anno di corso, sono previsti gli insegnamenti di Matematica, del Corso Integrato (CI) di Fisica e Misure errore e Statistica, di Chimica generale e di Chimica organica, che consentono l'acquisizione di conoscenze di base nei settori della matematica, della fisica e della chimica, oltre all'insegnamento della Biochimica, cioè lo studio delle trasformazioni chimiche e dei metabolismi dei sistemi biologici. Nel corso dei tre anni di studio, materie come Citologia e Istologia, Botanica, Anatomia comparata, Zoologia e Parassitologia, Biologia dello sviluppo, Fisiologia e Fisiologia vegetale forniscono nozioni approfondite sugli aspetti morfologici e funzionali di cellule e tessuti, sui meccanismi relativi alla riproduzione e allo sviluppo, e sull'analisi comparativa degli organismi animali e vegetali e sulla loro biodiversità. Gli insegnamenti di Genetica e di Biologia molecolare consentono di conoscere la struttura e la funzione degli acidi nucleici e dei meccanismi molecolari dell'ereditarietà, sia nei procarioti che negli eucarioti, argomenti che verranno approfonditi nel Corso Integrato di Bioinformatica e Genetica Medica. L'insegnamento dell'Ecologia, che studia le relazioni tra le popolazioni e

le comunità e l'ambiente, garantisce l'acquisizione degli strumenti per poter comprendere le complesse teorie legate allo sviluppo sostenibile, mentre l'insegnamento di Antropologia completa, anche con aspetti molecolari, le conoscenze sulla storia evolutiva dell'uomo e sul popolamento dei continenti. I problemi morali ed etici, che possono coinvolgere la sperimentazione in campo biologico, vengono trattati nell'ambito del modulo di Bioetica. Nell'ultimo anno di corso sono erogati i corsi di Microbiologia, che fornisce le conoscenze sulla biologia dei microrganismi, e il Corso Integrato di Biochimica Clinica e Immunologia che forniscono, rispettivamente, la capacità di interpretare i risultati di laboratorio, relativi ad alterazioni del metabolismo, e le conoscenze sui meccanismi della regolazione della risposta immunitaria. Il percorso formativo è completato da un corso di lingua Inglese e da un corso da 12 CFU di Attività a Scelta libera ( A A S ) dello studente (i CFU sono individuati liberamente dallo studente nell'ambito di una serie di specifici corsi a scelta proposti dal CdL, oltre che tra gli insegnamenti impartiti all'interno dell'Ateneo da CdL di pari livello). Il CdL di Scienze Biologiche garantisce, inoltre, allo studente un'esperienza pratica in laboratorio (tirocinio), completata da un corso di perfezionamento di Sicurezza in Laboratorio, programmato per il primo semestre del primo anno. Per facilitare e ottimizzare lo studio, è consigliato sostenere gli esami seguendo la sequenza indicata nel Piano Didattico e, comunque, per poter seguire con profitto alcuni insegnamenti, è necessario che lo studente acquisisca preliminarmente una buona conoscenza di alcune materie prima di affrontarne altre, e, in particolare: Matematica, per gli insegnamenti di Fisica e Misure dell'Errore e Statistica; Chimica Generale, per l'insegnamento di Chimica Organica; Chimica Generale e Chimica Organica, per l'insegnamento di Biochimica; Biochimica, per gli insegnamenti di Biologia Molecolare, Fisiologia, Fisiologia Vegetale e Microbiologia. È fortemente consigliato allo studente che si iscrive al secondo anno di aver superato i Corsi di Matematica, Chimica Generale, e il Corso Integrato di Fisica e Misure dell'Errore e Statistica. Ulteriori informazioni e dettagli sul CdL si trovano nel Regolamento nell'apposito sito della Macroarea di Scienze MM.FF.NN. al link seguente:

<https://scienze.uniroma2.it/2022/10/31/faq-e-regolamenti-l-13/>

### **Modalità di accesso**

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea in Scienze Biologiche ad accesso programmato devono partecipare a una selezione basata sulla combinazione dell'ordine cronologico di iscrizione e della valorizzazione di merito attraverso il voto di maturità. I dettagli relativi alla modalità di iscrizione sono riportati nel bando per l'immatricolazione al Corso di Laurea pubblicato nella Homepage del sito web: [https://scienze.uniroma2.it/2022/11/04/immatricolazioni\\_orientamento\\_l13/](https://scienze.uniroma2.it/2022/11/04/immatricolazioni_orientamento_l13/)

Al momento dell'iscrizione, allo studente è richiesta la contemporanea esecuzione di un test di autovalutazione di matematica, da svolgersi on-line, che ha l'esclusivo obiettivo di verificare la preparazione personale e lo stato delle conoscenze in ingresso. Nel caso in cui tale verifica evidenzia la mancanza di un'adeguata preparazione iniziale, lo studente sarà comunque ammesso al corso di laurea in Scienze Biologiche e potrà

immatricolarsi, seppure con l'attribuzione di OFA ("Obblighi Formativi Aggiuntivi"). Allo studente, durante il primo anno di corso, sarà, di conseguenza, consentita la possibilità di assolvere a tale debito formativo, grazie alla partecipazione al corso di "Matematica 0" e ad appositi colloqui, organizzati dalla Commissione Didattica, di concerto con i docenti coinvolti. Il livello di preparazione atteso, concernente gli ambiti della matematica, chimica, fisica e biologia, è quello che si acquisisce con un diploma di scuola secondaria di secondo grado, o di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo. La valutazione delle competenze in ingresso per Biologia, Fisica e Chimica sarà effettuata tramite la somministrazione, nella seconda settimana di novembre, di un apposito test a risposta multipla preparato dalla preposta Commissione Didattica del CdL in Scienze Biologiche. La somministrazione dei test di Biologia, Fisica e Chimica sarà destinata agli studenti che hanno conseguito un voto di diploma inferiore a 90/100. La data di svolgimento del test sarà pubblicata sul sito del CdL di Scienze Biologiche nella prima settimana del mese di Ottobre 2022. Il non superamento di almeno il 40% delle domande nella singola disciplina comporta l'assegnazione degli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) corrispondenti (art. 5 Bando di ammissione).

Lo studente deve inoltre possedere una buona conoscenza della lingua inglese sia in forma scritta che orale. Per poter garantire un'adeguata preparazione soprattutto pratica (attraverso l'accesso ai laboratori didattici e scientifici) è stato stabilito per l'anno accademico 2022-2023 un numero programmato di iscrizioni pari a 300 (ai sensi dell'art. 2 della legge 02/08/1999 n. 264).

Il bando di concorso è disponibile sul sito web della Macroarea di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali a partire dal mese di maggio 2022. Per consultare l'offerta formativa è possibile collegarsi alla pagina web dell'Ateneo:

[https://web.uniroma2.it/it/percorso/didattica/sezione/scienze\\_biologiche](https://web.uniroma2.it/it/percorso/didattica/sezione/scienze_biologiche)

.

### **Possibilità di iscrizione a tempo parziale (part time)**

Gli studenti che non abbiano la piena disponibilità del proprio tempo da dedicare allo studio possono richiedere l'immatricolazione o l'iscrizione a tempo parziale (part-time), pagando i contributi universitari in misura ridotta, con tempi di durata del percorso didattico più lunghi, onde evitare di andare fuori corso, secondo le norme fissate dal Regolamento di Ateneo. Non è consentita l'opzione per il tempo parziale agli studenti fuori corso. La richiesta di part-time deve essere opportunamente motivata e certificata (problematiche di natura lavorativa, familiare, medica e assimilabili). La richiesta di opzione per un regime part-time può essere presentata una sola volta e non è annullabile in corso d'anno. Sul sito <http://delphi.uniroma2.it>, utilizzando il link "iscrizione come studente a tempo parziale", è possibile consultare il regolamento, le tabelle e le procedure previste per questo tipo di iscrizione.

## **Scadenze per le immatricolazioni al corso di laurea in Scienze Biologiche**

**Termine iscrizione alla selezione:** entro 25 agosto 2022 come riportato nel bando di ammissione al Corso di Laurea (art. 3)

**Pubblicazione Graduatoria Generale di merito:** a partire da giovedì 1 settembre 2022, come riportato nel bando di ammissione (art. 7)

**Pubblicazione eventuali graduatorie integrative:** date a partire dal 13 settembre e successive, come indicato nel bando di ammissione (art. 8)

**Pubblicazione terza graduatoria integrativa:** 20 ottobre 2022, come indicato nel bando di ammissione (art. 8)

**Pubblicazione graduatoria generale di merito definitiva:** come indicato nel bando di ammissione (art. 9)

**Scadenza immatricolazioni:** Le procedure di immatricolazione saranno pubblicate contestualmente alla pubblicazione delle graduatorie di merito, come indicato nel bando di ammissione (art. 9)

### **Iscrizione agli anni successivi al primo**

L'iscrizione al secondo e al terzo anno è subordinata al conseguimento, rispettivamente, di 35 e 90 CFU. Tutti gli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) devono essere assolti per poter sostenere gli esami del secondo anno di corso. Per l'iscrizione al terzo anno è inoltre necessario aver superato tutti gli esami del primo anno.

### **Trasferimenti**

Il trasferimento da altri atenei può essere accolto in base alle possibilità logistiche; allo studente potranno essere riconosciuti i crediti conseguiti nella sua carriera a seguito della valutazione da parte di un'apposita commissione didattica. Gli studenti dovranno presentare domanda preliminare entro i termini e secondo le procedure indicati sul bando di ammissione (art. 11).

### **Obiettivi formativi**

Il percorso formativo si propone di garantire l'acquisizione di solide basi teoriche e pratiche negli ambiti culturali della biologia di base, che consentano sia di proseguire gli studi, indirizzandosi verso specifici aspetti della biologia, sia di accedere al mondo del lavoro, rivestendo ruoli tecnico-esecutivi. L'offerta didattica è impostata tenendo conto del rischio di rapido superamento relativo a competenze molto specifiche, derivante dalla costante evoluzione di conoscenze e tecnologie nel campo della moderna biologia, per cui i docenti e i ricercatori si mantengono in continuo aggiornamento, con la lettura di articoli scientifici, e non solo. Coerentemente, la professionalità dei laureati della classe si fonda su una preparazione qualificata di base e sui relativi aspetti metodologici e pratici, privilegiando così l'accesso a successivi percorsi di studio, senza tuttavia ostacolare l'accesso diretto nel mondo del lavoro.

## **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i descrittori di Dublino del titolo di studio**

Conoscenza e capacità di comprensione ( "knowledge and understanding") Acquisizione: delle competenze teoriche e operative relative alle discipline di base (Matematica, Statistica, Fisica e Chimica); delle trasformazioni chimiche e dei metabolismi dei sistemi biologici (Biochimica);

delle conoscenze sugli aspetti morfologici e funzionali delle cellule e dei tessuti, dei meccanismi della riproduzione, dello sviluppo e dell'analisi comparativa degli organismi animali e vegetali, e della biodiversità (Citologia e Istologia, Biologia dello Sviluppo, Anatomia Comparata, Botanica, Zoologia e Parassitologia, Fisiologia e Fisiologia vegetale); della struttura e funzione degli acidi nucleici e dei meccanismi molecolari dell'ereditarietà, nei procarioti e negli eucarioti (Genetica, Biologia Molecolare, Bioinformatica e Genetica Medica); delle conoscenze sulla storia evolutiva dell'uomo e delle sue rotte migratorie che hanno portato al popolamento

dei continenti (Antropologia); di spunti di riflessione sui problemi morali ed etici sollevati in campo biologico dalla sperimentazione (Bioetica); delle capacità di saper interpretare correttamente i risultati ottenuti in laboratorio relativi alle alterazioni del metabolismo per agevolare l'inserimento nel mondo del lavoro in ambito biomedico (Biochimica clinica); delle conoscenze dei microrganismi e dei patogeni e della regolazione della risposta immunitaria (Microbiologia e Immunologia); degli strumenti per comprendere le complesse teorie legate allo sviluppo sostenibile e ai meccanismi di adattamento, più o meno complessi, delle specie animali e vegetali (Ecologia). I risultati sono raggiunti grazie a lezioni frontali ed esercitazioni in aula e in laboratorio, e presentazioni seminariali organizzate nell'ambito di Attività formative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione ( "applying knowledge and understanding") Acquisizione di competenze applicative multidisciplinari di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, per l'esecuzione di analisi biologiche, biomediche, microbiologiche e tossicologiche; capacità di analisi della biodiversità; di analisi e di controlli relativi alla qualità e all'igiene dell'ambiente e degli alimenti; capacità di acquisire esperienza nel campo delle metodologie biochimiche, biomolecolari, biotecnologiche, statistiche e bioinformatiche; capacità di saper utilizzare procedure metodologiche e strumentali ad ampio spettro per la ricerca biologica.

Autonomia di giudizio ( "making judgements") Acquisizione di consapevole autonomia in ambiti relativi alla valutazione e all'interpretazione dei dati sperimentali; capacità di applicare le norme relative alla sicurezza in laboratorio; possesso di autonomia di valutazione della didattica; approccio responsabile ai principi di deontologia professionale e alle problematiche bioetiche.

Abilità comunicative ( "communication skills") Acquisizione di adeguate competenze e strumenti per la comunicazione in lingua italiana e in lingua straniera (inglese), nella forma scritta e orale, e mediante l'utilizzazione di linguaggi grafici e formali; possesso di abilità

anche informatiche attinenti all'elaborazione e la presentazione dei dati; capacità di lavorare in gruppo; competenza e abilità di organizzazione e di presentazione di informazioni su temi biologici d'attualità.

Capacità di apprendimento ( "learning skills") Acquisizione di capacità che favoriscano lo sviluppo e l'approfondimento continuo delle competenze, con particolare riferimento alla consultazione di materiale bibliografico, alla consultazione di banche dati e di altre informazioni in rete, alla fruizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze. Allo scopo di assicurare una formazione pratica, operativa e applicativa adeguata agli obiettivi formativi e ritenuta essenziale nella preparazione di un biologo, tutti i corsi prevedono esercitazioni in aula e attività pratica in laboratorio, e/o su campo, per non meno di 30 CFU complessivi.

Ambiti occupazionali previsti per i laureati I principali sbocchi occupazionali attengono ad attività professionali in ruoli tecnico-esecutivi in diversi ambiti applicativi, che comprendono attività produttive e tecnologiche in laboratori e strutture produttive nei settori biosanitari, industriali, veterinari, agro-alimentari e biotecnologici, svolte in enti pubblici e privati di ricerca e di servizio, a livello di analisi, controllo e gestione. Sono promosse occupazioni in tutti i campi pubblici e privati impegnati nella classificazione, gestione e utilizzazione di organismi viventi e di loro costituenti, e occupazioni nella gestione del rapporto fra sviluppo e qualità dell'ambiente: Tra gli altri si ha inoltre l'opportunità di partecipare a studi professionali multidisciplinari attinenti i campi della valutazione di impatto ambientale, della elaborazione di progetti per la conservazione e per il ripristino dell'ambiente ma anche della biodiversità, e per la garanzia della sicurezza biologica.

## **Struttura della didattica**

Frequenza Gli insegnamenti hanno una durata semestrale. La frequenza delle lezioni frontali è fortemente consigliata; la frequenza delle esercitazioni in laboratorio, in aula e delle attività didattiche integrative è obbligatoria per almeno il 75% delle ore previste.

Tirocini/Stage L'attività di tirocinio/stage è curriculare nel corso di laurea in Scienze Biologiche. L'Ateneo ha attivato un servizio di assistenza per i tirocini esterni:

<https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/30/stage-e-tirocini-2/>

## **Tirocinio (6 CFU) e Prova finale (3 CFU)**

Il tirocinio, che prevede la frequenza obbligatoria di un laboratorio di ricerca, è finalizzato all'espletamento del tirocinio curricolare (6 CFU, 150 ore), che offre l'opportunità di approfondimenti teorici e l'acquisizione di ulteriori competenze specifiche a livello pratico. Nel corso del tirocinio vengono anche acquisite terminologie tecnico-scientifiche in lingua inglese inerenti le attività di laboratorio. Inoltre lo studente deve risultare idoneo al corso di "Sicurezza in Laboratorio" primo semestre (I anno). Sul sito internet della Macroarea di Scienze MM FF NN e del Dipartimento di Biologia si possono trovare i banner dei laboratori di ricerca, da cui si può accedere ai siti relativi che forniscono tutte le informazioni sulle attività di ricerca e sui settori di studio dei diversi gruppi di ricerca <https://bio.uniroma2.it/ricerca-2/>

La Macroarea di Scienze dell'Università di Tor Vergata, e in particolare il Dipartimento di Biologia, sono tra le istituzioni scientifiche più qualificate in Italia, dove si svolge ricerca di altissimo grado, riconosciuta a livello nazionale e internazionale, e cominciare a fare ricerca biologica in questa sede è sicuramente un ottimo passaporto per intraprendere la carriera di biologo. In particolare, il Dipartimento di Biologia è entrato nella graduatoria dei Dipartimenti di eccellenza stilata dal MUR per il quinquennio 2018-2022. In alternativa al tirocinio presso i laboratori di ricerca interni all'Ateneo, gli studenti possono scegliere di svolgere il proprio tirocinio curricolare presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali, consultando <https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/30/stage-e-tirocini-2/> sotto la guida di un tutor esterno e con la supervisione di un docente guida interno, individuato dalla coordinatrice del CdS in accordo con lo studente tirocinante.

La prova finale (3 CFU) consiste in una breve relazione scritta (memoria scientifica), relativa all'esperienza teorico-pratica realizzata durante il periodo di frequenza del laboratorio per lo svolgimento del tirocinio sperimentale (6 CFU) della durata di non meno di tre mesi. La memoria scientifica, di cui il docente guida segue la stesura secondo le regole riportate al link: [https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree\\_l13](https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree_l13) (nella sezione "Criteri e procedure"), viene giudicata da una Commissione composta da 8 membri. L'esame di laurea del candidato consiste in un'esposizione orale, davanti alla Commissione giudicatrice, della memoria scientifica con l'ausilio di una presentazione in Power Point, seguita da domande, anche di carattere generale, da parte dei membri della Commissione. Le norme dettagliate per lo svolgimento della prova finale sono riportate sul sito [https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree\\_l13](https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree_l13) (nella sezione "Criteri e procedure: Svolgimento prova finale"). La votazione finale è in centodecimi e l'attribuzione della lode dipenderà dall'esito dell'esame finale e dal curriculum e sarà assegnata solo a seguito di giudizio unanime da parte della commissione. Ai fini dell'incremento del punteggio per il voto finale, inoltre, saranno incentivati gli studenti che abbiano maturato un'esperienza all'estero (progetto ERASMUS e simili). L'elaborato deve essere scritto in lingua italiana, ed è consentita la scrittura anche in lingua inglese, senza, però, che questo comporti un incremento nel punteggio per il voto finale di laurea. I criteri per l'attribuzione del punteggio di laurea sono riportati sempre nella pagina [https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree\\_l13](https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree_l13) (nella sezione "Criteri e procedure: Criteri voto finale"). In caso di tirocinio esterno, sotto la guida di un tutor esterno (ovvero non appartenente ai docenti del CdL di area biologica), la stesura della relazione deve essere seguita comunque anche da un docente guida interno (cioè da un docente appartenente ai CdL di area biologica afferenti al dipartimento di Biologia, identificato dalla coordinatrice del CdL in accordo con lo studente), a cui il tirocinante deve far riferimento con aggiornamenti regolari.

Per informazioni su criteri, compilazione, procedure e scadenze si rimanda alla consultazione del seguente link: [https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree\\_l13](https://www.scienze.uniroma2.it/2022/11/29/lauree_l13). La didattica del CdL viene svolta con un'attenzione particolare, grazie alla competenza dei docenti e alla presenza di tutor che assistono personalmente ogni studente. I tutor, nominati dalla Coordinatrice del CdL all'inizio del primo anno di corso, seguono continuamente gli studenti loro assegnati, sia durante il periodo di studio che durante la preparazione della relazione finale. Il percorso formativo si completa con il raggiungimento di 180 Crediti Formativi Universitari (CFU), comprensivi delle attività di laboratorio e del tirocinio sperimentale e della conoscenza obbligatoria anche della lingua inglese. Al raggiungimento dei 180 CFU, lo studente consegue il titolo di Dottore in Scienze Biologiche.

## OFFERTA FORMATIVA

### Didattica programmata:

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=course&iso=ita&uid=7144687a-171d-49fb-aca3-dbc50915a461>

### Didattica erogata:

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=classRoom&iso=ita&uid=cbe7ca25-7097-49df-99b9-9c50d6f6ebca>

### Calendario didattico

I semestre:	Lezioni: 3 ottobre 2022 - 23 dicembre 2022
	Esami: 16 gennaio 2023 – 3 marzo 2023
Il semestre	Lezioni: 6 marzo 2023 – 26 maggio 2023
	Esami: 5 giugno 2023 - 28 luglio 2023
	4 settembre 2023 - 29 settembre 2023

Sono previsti almeno 6 appelli di esame per ogni anno accademico.



## 1° ANNO

---

### I semestre

[B]	Bio/18	Genetica	8 cfu
[B]	Bio/06	Citologia e Istologia	6 cfu
[B]	Mat/05	Matematica	8 cfu

---

[ ]	L-lin/12	Inglese	3 cfu
-----	----------	---------	-------

### II semestre

[B]	Chim/03	Chimica Generale	8 cfu
[B]	Bio/01	Botanica	8 cfu
		<i>Corso Integrato Fisica Misura errore e Statistica:</i>	
[B]	Fis/07	Fisica	7 cfu
[AI]	Med/01	Misure errore e statistica	6 cfu

---

## 2° ANNO

---

### I semestre

[B]	Chim/06	Chimica organica	7 cfu
[B]	Bio/06	Anatomia Comparata	6 cfu
		<i>Corso Integrato Zoologia e Parassitologia</i>	
[B]	Bio/05	Zoologia	8 cfu
[AI]	Vet/06	Parassitologia	3 cfu

---

### II semestre

[B]	Bio/10	Biochimica	8 cfu
[C]	Bio/11	Biologia molecolare	8 cfu
[C]	Bio/07	Ecologia	8cfu
		<i>Corso Integrato Antropologia e Bioetica</i>	
[AI]	Bio/08	Antropologia	6 cfu
[AI]	Med/02	Bioetica	2 cfu

### 3° ANNO

#### I semestre

[C]	Bio/09	Fisiologia	8 cfu
[C]	Bio/19	Microbiologia	7 cfu
		<i>Corso Integrato di Bioinformatica e Genetica Medica</i>	
[C]	Bio/11	Bioinformatica	6 cfu
[AI]	Med/03	Genetica Medica	3 cfu
[C]	Bio/04	Fisiologia Vegetale	7 cfu

#### II semester

[C]	Bio/06	Biologia dello sviluppo	6 cfu
		<i>Corso Integrato Biochimica Clinica e Immunologia</i>	
[C]	Bio/12	Biochimica Clinica	6 cfu
[C]	Med/04	Immunologia	6 cfu
[G]	---	Corso a Scelta	12 cfu
[H]	---	Tirocinio	6 cfu
[I]	---	Prova Finale	6 cfu

*Legenda:*

- [B]** *Insegnamenti di Base*
- [C]** *Insegnamenti Caratterizzanti*
- [AI]** *Insegnamenti Affini e Integrativi*
- [D]** *A scelta dello studente*
- [E]** *Tirocini formativi*
- [F]** *Prova finale*

### **Corsi a Scelta**

Gli insegnamenti di Attività a Scelta (AAS) da 6 CFU (con alcune eccezioni) sono proposti dal CdS per ogni Anno Accademico, e pertanto hanno decorrenza annuale. Le AAS sono organizzate come lezioni frontali e/o esercitazioni di laboratorio, e alcune possono essere tenute in lingua inglese. L'elenco delle AAS per l'AA 2022/2023, i docenti, i semestri di attivazione sono presenti al seguente link: <http://www.scienze.uniroma2.it/?cat=90&catParent=88>. Gli studenti del CdS in Scienze Biologiche possono sostenere solo le AAS riservate ai CdS triennali (es. Biotecnologie, nell'ambito dell'area biologica); possono anche utilizzare come AAS tutti gli insegnamenti curriculari di altri CdS di pari livello all'interno dell'Ateneo (previa approvazione da parte della Coordinatrice). L'acquisizione dei crediti delle attività a scelta è possibile solo al completamento di tutti i CFU richiesti (12 CFU) e verrà opportunamente attestata dal docente responsabile.

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

### **ANATOMIA COMPARATA (6 CFU)**

**Docente: Stefano Cannata**

#### **Programma**

Origine dei Vertebrati, loro Filogenesi e Sistematica. Il Tipo dei Cordati e i suoi Sottotipi. Caratteri Generali dei Vertebrati: Classi, Sottoclassi e principali Ordini Stadi Embrionali dell'anfiosso e dei Vertebrati (anfibi e rettili). Apparato Tegumentario: Origine embrionale della pelle Epidermide e Derma, derivati epidermici, placche dermiche degli Ostracodermi, scaglie dei pesci, formazioni dermiche nei Tetrapodi. Apparato Scheletrico: Generalità e origine embrionale. Ossa da autostosi e da allostosi. Scheletro Assile: corda, vertebre, costole e sterno. Cranio profondo e superficiale. Neurocranio e splancnocranio. Derivati dell'arco ioideo e degli archi branchiali. Arti e Cinti. Apparato Muscolare: Origine embrionale del Muscolo striato, liscio e cardiaco. I muscoli estrinseci dell'occhio. Apparato Circolatorio: Origine embrionale. Sistema di Conduzione Cardiaco. Cuore e i principali tronchi arteriosi nei vari Vertebrati. Cenni sul sistema venoso Sistemi portal epatico e renale. Apparato Respiratorio: Origine embrionale. Le branchie e la respirazione acquatica. Organi respiratori sussidiari nei Pesci Ossei: i Dipnoi. Polmoni e respirazione aerea. Polmone alveolare e parabronchiale, i sacchi aeriferi Polmoni e vescica natatoria. Apparato Digerente: Origine embrionale. Intestino cefalico, anteriore, medio, posteriore Apparato digerente negli Uccelli. Apparato digerente nei Ruminanti. Origine embrionale del Fegato e del Pancreas. Apparato Urogenitale: Origine embrionale. Struttura del nefrone e dei tubuli renali, pronefro, mesonefro, metanefro. Dotto di Wolff. Sistema Genitale: sviluppo delle gonadi e dei gonodotti. Gonadi e gonodotti nell'adulto. Le gonadi e le vie genitali nei Teleostei. La cloaca e i suoi derivati. Sistema Nervoso e Organi di Senso: Origine embrionale. Elementi costitutivi del Sistema Nervoso Centrale, Periferico e degli Organi di Senso. I vari tipi di Neuroni. La Glia. Meningi. Midollo spinale e nervi spinali. Archi riflessi e vie lunghe. Midollo allungato. Cervelletto. Mesencefalo. Diencefalo. Telencefalo. Sistema nervoso autonomo Ortosimpatico e Parasimpatico. Via Olfattiva. Via Acustica Vestibolare. Via Ottica. Vie Lunghe propriocettive ed esteroceettive. Organi di Senso. I placodi sensitivi. Il tatto: Terminazioni libere e incapsulate. Organo olfattorio: placodi e cellule olfattorie. Organo di Jacobson. Organo del gusto: bottoni gustativi e papille linguali. Organo della linea laterale. Ampolle del Lorenzini e elettrocettori. Orecchio. Sviluppo, forma e funzione. Orecchio Interno, Medio ed Esterno. Evoluzione dell'orecchio Medio. Evoluzione dell'orecchio Interno. Organo della Vista. Sviluppo, forma e funzione. La sclerotica, la coroide, la retina, il cristallino e il placode ottico, la cornea. Accomodamento del cristallino negli animali terrestri e acquatici. Diaframmazione

#### **Testi adottati**

-Stingo V. Anatomia comparata. Edi-Ermes

-Filoni S: Appunti di Anatomia Comparata dei Vertebrati, Universitalia

## **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO (6 CFU)**

**Docente: Antonoli/Nazio**

### **Programma**

Differenziamento e morfogenesi in Dictyostelium e Vertebrati. Geni e sviluppo. Tecniche istologiche e biomolecolari: ibridazione in situ dell'RNA e Immunoistochimica. Le basi cellulari della morfogenesi. Preformismo ed epigenesi. La costituzione degli assi corporei e i meccanismi di teratogenesi. Impegno, determinazione e differenziamento cellulare. Localizzazione citoplasmatica dei determinanti delle cellule germinali. Oogenesi e spermatogenesi. Vitellogenesi. Il ciclo mestruale. La fecondazione in echinodermi e vertebrati. Segmentazione embrionale (insetti, echinodermi, anfibi, pesci, uccelli, mammiferi). Specificità regionale dell'induzione. I meccanismi molecolari dell'induzione embrionale primaria. Competenza ed induzione 'secondaria'. La gastrulazione (echinodermi, anfibi, pesci, uccelli, mammiferi). Formazione dell'embrione di mammifero. Placenta e annessi embrionali. I meccanismi della neurulazione. Sviluppo dell'encefalo e dell'occhio nei vertebrati. La cresta neurale e i suoi derivati. Mesoderma. Il mesoderma parassiale: somitogenesi. Il mesoderma della lamina laterale. Sviluppo dell'apparato urogenitale. Sviluppo delle gonadi. Sviluppo del cuore. Sviluppo degli arti nei tetrapodi. I geni omeotici in Drosophila e vertebrati

### **Testi adottati**

- Scott F. Gilbert & Michael J. F. Barresi, *Biologia dello Sviluppo* Editore: Zanichelli; 5 edizione (30 luglio 2018) Collana: Zanichelli  
Lingua: Italiano  
ISBN-10: 8808320871  
ISBN-13: 978-8808320872

## **BIOLOGIA MOLECOLARE (8 CFU)**

**Docenti:**

***Manuela Helmer Citterich***

***Paola Fiorani***

### **Programma**

Struttura degli acidi nucleici, codice genetico, organizzazione di geni e genomil struttura dei cromosomi, nucleosomi; replicazione del DNA: forche di replicazione e origini; repliconi in procarioti ed eucarioti; replicazione discontinua, DNA polimerasi procariotiche ed eucariotiche, controllo della replicazione; Trascrizione e sua regolazione: RNA polimerasi e promotori procariotici ed eucariotici, regolazione della trascrizione, fattori, terminazione e antiterminazione, attenuazione; Processamento dell'RNA: maturazione dei trascritti, in proca-

riotti ed eucarioti, capping e poliadenilazione, meccanismi di splicing, RNA editing, regolazione della stabilità dei messaggeri, controlli di qualità; Traduzione e sue regolazioni: ribosomi, tRNA, amminoacil-sintetasi, regolazioni generali e specifiche, regolazioni traduzionali, microRNA. Tecniche di base in Biologia Molecolare ed esercitazioni di laboratorio.

### **Testi adottati**

-*Biologia Molecolare ed Zanichelli*

-*Amaldi et al.*

## **BIOCHIMICA (8 CFU)**

**Docente:**

***Maria Rosa Ciriolo (canale A-L)***

***Katia Aquilano (canale M-Z)***

### **Programma**

Biochimica strutturale. Struttura degli amminoacidi, classificazione, curve di titolazione acido-base. Caratteristiche del legame peptidico. Struttura primaria, secondaria (alfa elica, foglietto beta, beta-turn), terziaria e quaternaria delle proteine. Le proteine fibrose: alfa cheratina, fibroina della seta. Il collagene: struttura e modificazioni post-traduzionali. La mioglobina. L'emoglobina: cooperatività del legame con l'ossigeno, equazione e coefficiente di Hill, i ligandi eterotropici (l'anidride carbonica, l'effetto Bohr, 2,3-bisfosfo glicerato). L'emoglobina F e S. le amiloidosi. Struttura dei monosaccaridi e loro derivati. Struttura dei disaccaridi alfa e beta e omopolisaccaridi (amilosio, amilopectina, glicogeno, cellulosa, chitina). Struttura degli eteropolisaccaridi, glicosamminoglicani, proteoglicani. Glicoproteine. Parete batterica. Struttura degli acidi grassi – triacilgliceroli – glicerofosfolipidi – sfingolipidi. Derivati dell'acido arachidonico (prostaglandine, leucotrieni, trombossani). Terpeni, poliprenoli, Vitamine A,E,K, ubiquinone, dolico. Steroidi: colesterolo, ormoni steroidei, sali biliari, vitamina D. Membrane biologiche: struttura lipidica e proteica. Esempi e regolazione di proteine vettrici e canale. Biochimica del metabolismo: Cinetica enzimatica, l'equazione di Michaelis-Menten, il grafico di Lineweaver-Burk, inibizione competitiva, incompetitiva e mista. Meccanismi per la regolazione enzimatica. Enzimi a due substrati. Composti fosforilati ad alta energia. Catabolismo degli zuccheri (glucosio, galattosio, mannosio, fruttosio). Glicolisi. Destino del piruvato. Il complesso della piruvato deidrogenasi. Il ciclo degli acidi tricarbossilici. Degradazione e sintesi del glicogeno. Via dei pentosi fosfato. Regolazione del catabolismo dei carboidrati. Metabolismo dei lipidi. Assimilazione e trasporto. Lipoproteine. Ossidazione degli acidi grassi saturi a numero pari e dispari, mono e polinsaturi. Metabolismo del propionile. Corpi chetonici. Regolazione del catabolismo dei lipidi. I complessi proteici del trasporto di elettroni del mitocondrio. La fosforilazione ossidativa: la teoria chemiosmotica, struttura e meccanismo d'azione della FoF1 APTsintasi, la resa energetica. Sistemi navetta del malato/aspartato e del glicerolo 3-fosfato. Digestione delle proteine ed assimilazione degli amminoacidi. Le proteasi a serina. Lisosomi e proteasoma.

Il destino del gruppo amminico degli amminoacidi: generalità e meccanismo d'azione delle transaminasi, il ciclo glucosio-alanina. Il ciclo dell'urea e regolazione. Gluconeogenesi e ciclo di Cori. Degradazione del glicerolo. Biosintesi delle glicoproteine. Biosintesi acidi grassi, allungamento, insaturazioni e regolazione. Biosintesi trigliceridi e fosfolipidi – biosintesi ceramide – sfingolipidi – acido arachidonico e derivati eicosanoidi. Biosintesi del colesterolo e suoi derivati. Sintesi e degradazione delle purine e pirimidine, e regolazione. Sintesi deossiribonucleotidi e della timidina e regolazione.

### **Testi adottati**

- D. L. Nelson, M. M. Cox, I Principi di Biochimica di Lehninger, Zanichelli
- R.H. Garrett, C.M. Grisham, Biochimica, V ediz., Piccin

## **BOTANICA - 8 CFU**

### **Docenti:**

**Antonella Canini (canale A-L)**

**Laura Bruno (canale M-Z)**

### **Programma**

Citologia vegetale. Cellule vegetali. Parete cellulare, plasmodesmi. Vacuoli; microcorpi, reticolo endoplasmico, corpi di Golgi, vie secretorie.. Plastidi. Genomi vegetali e organismi modello. Differenziamento cellulare. Evoluzione dei vegetali. Dai cianobatteri alle angiosperme. Teoria endosimbiotica. Cenni sulla filogenesi dei vegetali. Biodiversità vegetale (Cianobatteri, Alghe, Briofite, Funghi, Pteridofite, Gimnosperme, Angiosperme). Modalità di riproduzione. Simbiosi vegetali. Anatomia vegetale. Meristemi e totipotenza delle cellule vegetali; apici vegetativi. Tessuti definitivi; parenchimi; tessuti tegumentali, meccanici, conduttori, secretori. Il cormo; anatomia e organografia di radice, caule, foglie. Il fiore, sua struttura, natura e formazione; impollinazione, fecondazione, embriogenesi; semi e frutti. Parte pratica: osservazione di preparati vegetali a fresco e permanenti durante le esercitazioni.

### **Testi adottati**

- Raven, P. H., Evert, R. F., Curtis, H., Aliotta, G., & Rigano, C. (1988). *Biologia delle piante*. Zanichelli.
- Mauseth, J. D. (2014). *Botany: an introduction to plant biology*. Jones & Bartlett Publishers.

### **Testi adottati (canale M-Z)**

Verranno fornite le presentazioni esposte a lezioni e i nomi di alcuni testi di botanica generale.

## **CHIMICA GENERALE (8 CFU)**

### **Docenti:**

**Francesca Limosani (canale A-L)**

**Susanna Piccirillo (canale M-Z)**

### **Programma**

La struttura dell'atomo. Sistema periodico degli elementi. Legame chimico (ionico, covalente, metallico). Forze intermolecolari e legame a idrogeno. Stato della materia. Rapporti ponderali nelle reazioni chimiche. Numero di ossidazione. Bilanciamento delle reazioni chimiche. Termodinamica. Funzioni di stato. Equilibri tra fasi. Equilibri chimici omogenei ed eterogenei. La costante di equilibrio termodinamico. Equilibri di solubilità. Dissociazione elettrolitica. Soluzioni e proprietà colligative. Equilibri acido-base in soluzione acquosa: pH, idrolisi, soluzioni tampone, indicatori. Sistemi ossidoriduttivi: potenziali elettrodi, pile, equazione di Nernst, elettrolisi, legge di Faraday. Cinetica chimica.

### **Testi adottati**

I. Bertini F. Mani Chimica Casa editrice Ambrosiana.

P. Atkins, L. Jones, Chimica. Zanichelli.

## **CHIMICA ORGANICA (7 CFU)**

### **Docenti:**

**Gianfranco Ercolani (canale A-L)**

**Michela Salamone (canale M-Z)**

### **Programma**

Struttura e legame chimico: Formule di Lewis. Carica formale. Geometria molecolare. Ibridazione degli orbitali atomici. Risonanza. Legami intermolecolari. Acidi e basi: Acidi e basi di Brønsted-Lowry. Misura della forza acida e basica. La scala di pKa. Struttura molecolare ed acidità. Acidi e basi di Lewis. Alcani e cicloalcani: Nomenclatura IUPAC e proprietà chimico-fisiche. Isomeria costituzionale e conformazionale. Isomeria cis-trans nei cicloalcani. Alcheni e alchini: Nomenclatura e proprietà chimico-fisiche. Isomeria cis-trans. Nomenclatura E, Z. Reazioni di addizione ai doppi legami. Stabilità dei carbocationi. Regola di Markovnikov. Stereochimica: Chiralità ed enantiomeri. Proiezioni di Fischer. Notazione R, S e D, L. Composti con due o più centri chirali. Diastereomeri. Composti meso. Attività ottica. Miscele racemiche. Importanza della chiralità nei sistemi biologici. Alogenoalcani: Nomenclatura e proprietà chimico-fisiche. Le reazioni di sostituzione nucleofila alifatica e di eliminazione. Alcoli, eteri e tioli: Nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, e reattività generale. Conversione di alcoli in alogenuri alchilici ed alcheni. Ossidazione di alcoli e tioli. I composti aromatici: Struttura del benzene e aromaticità. Nomenclatura e proprietà chimico-fisiche dei composti



ed eteroaromatici. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Effetto dei sostituenti. Ammine: Nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, e reattività generale Aldeidi e chetoni: Nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, e reattività generale. Addizioni nucleofile al carbonile. Tautomeria cheto-enolica. Riduzione e ossidazione. Acidi carbossilici e derivati: Nomenclatura, proprietà chimico-fisiche, e reattività generale di acidi carbossilici, alogenuri acilici, anidridi, esteri, e ammidi. Sostituzioni nucleofile al carbonio acilico. Reazioni di riduzione. Anioni Enolato: Proprietà acido-base e reattività di anioni enolato. Condensazione aldolica e condensazione di Claisen. Carboidrati: Monosaccaridi. Aldosi e chetosi. Formule di Fischer. Strutture cicliche. Glicosidi. Reazioni dei monosaccaridi. Disaccaridi. Polisaccaridi. Amminoacidi: Gli amminoacidi proteinogenici. Proprietà acido-base e titolazione di un amminoacido. Punto isoelettrico. Peptidi. Lipidi: Trigliceridi. Acidi grassi. Grassi ed oli. Saponi e detergenti. Micelle. Fosfolipidi. Doppio strato lipidico. Acidi Nucleici: Basi pirimidiniche e puriniche. Struttura e nomenclatura di nucleosidi e nucleotidi. Struttura primaria del DNA e dell' RNA.

### **Testi adottati**

- W. Brown, T. Poon "Introduzione alla Chimica Organica" 6a ed, Edises 2020
- F. S. Lee, W. Brown, T. Poon "Guida alla Soluzione dei Problemi da Introduzione alla Chimica Organica" 5a ed, Edises 2015
- J. McMurry "Chimica Organica – Un approccio biologico" 1a ed. italiana, Zanichelli, 2008.

## **CITOLOGIA E ISTOLOGIA (6 CFU)**

### **Docenti:**

**Federica Di Sano (canale A-L)**

**Lucia Piredda (canale M-Z)**

### **Programma**

Teoria cellulare. Cellula eucariotica. Microscopio ottico ed elettronico. Molecole e macromolecole organiche. Struttura delle membrane biologiche. Membrana plasmatica e sistema delle membrane endocellulari. Trasporto di membrana. Organuli cellulari: mitocondri struttura e funzione. Nucleo: involucro nucleare, cromatina, nucleolo. Ciclo cellulare. Mitosi e Meiosi, differenze essenziali fra le due divisioni. Citoscheletro. Specializzazioni della membrana apicale e giunzioni. Tessuto epiteliale: origine embrionale, epiteli di rivestimento ed epiteli ghiandolari, formazione delle ghiandole endocrine ed esocrine: Apparato digerente: esofago, stomaco, intestino tenue e crasso. Tessuti connettivi: origine embrionale e classificazione, composizione dei vari tipi di connettivo. Cellule, fibre e sostanza fondamentale del connettivo. Tessuto cartilagineo. Tessuto osseo, Sangue e ematopoiesi. Tessuto muscolare: origine embrionale, fibre muscolari striate, meccanismo di contrazione dell'unità funzionale fibrocellule lisce, fibrocellule del miocardio. Sistema nervoso e tessuto nervoso: cenni di anatomia e origine embrionale, struttura dei neuroni.

Fibre nervose. Struttura dei nervi. Terminazioni nervose motrici e sensoriali. Sistema circolatorio e cuore: sistema venoso e arterioso, struttura della parete di arterie, vene e capillari. Sistema linfatico e linfonodi. Ghiandole annesse all'apparato digerente: fegato, pancreas e cistifellea. Apparato urinario: rene, vescica e uretra. Apparato genitale maschile e femminile, ciclo ovarico e mestruale. Spermatogenesi e oogenesi. Visualizzazione dei seguenti vetrini al microscopio ottico: esofago, stomaco, intestino tenue e crasso, fegato, pancreas, trachea, rene, surrene, testicolo e ovaio.

### **Testi adottati**

- Fondamenti di Citologia" G.M. Kooper e R. E. Hausman., editrice Piccin;
- Junqueira Istologia Testo e Atlante" A.L. Mescher, editrice Piccin;
- Istologia di Monesi" editrice Piccin.
- Atlante di Istologia e Anatomia microscopica" M.H.Ross et al. editrice Casa Ambrosiana

## **CORSO INTEGRATO DI ANTROPOLOGIA E BIOETICA (8CFU)**

### **modulo ANTROPOLOGIA ( 6 CFU)**

#### **Docenti:**

***Cristina Martinez Labarga (canale A-L)***

***Claudio Ottoni (canale M-Z)***

#### **Programma**

Storia del pensiero evolutivo. Cronologia e datazioni. Processo di fossilizzazione. Classificazione tassonomica. Il processo dell'ominazione: acquisizione della postura eretta e del bipedismo e conseguente modificazione dell'apparato scheletrico. I primi ominini; gli australopithecini e i keniantropi; i parantropi; il genere Homo. Impatto dei dati molecolari sugli studi filogenetici umani. Analisi filogenetica a livello molecolare. L'orologio molecolare. Storia dell'antropologia molecolare. Divergenza uomo-antropomorfe. Il genoma dello scimpanzé. Nuova tassonomia degli ominoidi. L'origine dell'uomo moderno (Homo sapiens). Il DNA antico e la posizione sistematica dei neandertaliani. I genomi di Neandertal e dei denisovani. Contributo dei dati molecolari allo studio del popolamento dei vari continenti. Analisi della falsificazione del concetto di razza umana.

### **Testi adottati**

- G. Biondi e O. Rickards. Umani da sei milioni di anni. Terza Edizione, Carocci Editore, Roma, 2017.
- G. Biondi e O. Rickards. Uomini per caso. Editori Riuniti, Roma, (II edizione) 2004. L. Humphrey and C. Stringer. Our Human Story. Natural History Museum, London 2018.

## **modulo BIOETICA (2 CFU)**

**Docente: Giuseppina Scano**

### **Programma**

La nascita della Bioetica Le "bioetiche" Definizioni, obiettivi, strumenti di studio e sfere di azione L'etica dell'inizio vita L'etica del fine vita La bioetica e i comitati etici. Il consenso informato L'etica della sperimentazione umana Le cellule staminali L'etica della sperimentazione animale

## **CORSO INTEGRATO DI BIOCHIMICA CLINICA E IMMUNOLOGIA (12 CFU)**

### **modulo BIOCHIMICA CLINICA - 6 CFU**

**Docente: Anastasia De Luca**

### **Programma**

Marcatori biochimico-clinici della funzione degli organi, dei tessuti e delle ghiandole endocrine. I principali metodi di misurazione e le innovazioni. I valori di riferimento e desiderabili; gli indici di rischio. Organizzazione del laboratorio di analisi; il controllo di qualità. Equilibrio idro-elettrolitico. Misurazione della osmolalità. Calcolo e significato del gap osmolale. Diabete insipido e SIADH. La raccolta del campione di sangue, specificità degli anticoagulanti. Iponatremia ipervolemica, ipovolemica, euvolemica. Pseudoiponatremia. Ipernatremia. Ipo- e iper-kalemia. Equilibrio acido-base. Valutazione dello stato acido-base. Acidosi e alcalosi, metabolica e respiratoria. Calcolo e significato del gap anionico. Compensazione renale e polmonare. L'emogas analisi, interpretazione dei risultati, intervalli di confidenza. Marcatori biochimici della funzione renale glomerulare: GFR e clearance renale, creatinemia. Clearance della creatinina e formula di Cockcroft-Gault. Uremia. Azotemia e BUN. Uricemia. La cistatina c. Albuminuria. Poliuria. Proteinuria tubulare specifica (alfa1 e beta2-globuline, proteina di Tamm-Horsfall). L'esame chimico-fisico e morfologico delle urine. Peso specifico, densità. Emoglobinuria. Esterasi leucocitaria, nitriti, glicosuria, chetonuria. Il sedimento urinario. Le proteine sieriche. Il protidogramma (significato delle variazioni di Transittiretina, albumina, alfa1- anti tripsina, alfa1-glicoproteina acida, aptoglobina, ceruloplasmina, beta 1 e 2 globuline, il complemento, le immunoglobuline). L'elettroforesi capillare. Le proteine della fase acuta, la proteina C reattiva. I marcatori tumorali (proteine di Bence Jones, PSA, alfa-fetoproteina). Marcatori prognostici e predittivi. Il marcatore HER2. Marcatori sierici enzimatici. Concetto di finestra diagnostica. Marcatori della funzione cardiaca (Mioglobina, CK, subunità I e T della troponina), epatica (bilirubinemia, amminotranferasi (AST e ALT), Fosfatasi Alcalina (ALP), Gamma-glutammina transpeptidasi ( $\gamma$ -GT), Albumina e Tempo di protrombina), del diabete (test OGTT, HBA1c) e dell'ipoglicemia (peptide C). Marcatori delle patologie ossee (rachitismo, malattia ossea di Paget, osteoporosi): calcemia, fosfatemia, vitamina D., magnesemia, osteocalcina, idrossiprolina urinaria, deossipiridinolina urinaria, telopeptidi del collagene, ALP. Marcatori delle principali disfunzioni di ipofisi, tiroide, surrene. Concetto di "test di funzionalità dinamica", per stimolazione e inibizione, algoritmi diagnostici. Dislipidemie

(Colesterolo totale, c-HDL, ormula di Friedewald per il c-LDL, LDL A e B). Emostasi e marcatori trombotici (il fibrinogeno, il fattore di von Willebrandt, il fattore VIII e IX e l'emofilia). La fibrinolisi e i marcatori (D-dimero). Il tempo di protrombina; l'INR; tempo di tromboplastina totale attivata. Disordini del metabolismo del ferro e marcatori; porfirie (misurazione differenziale di porfobilinogeno e urobilinogeno). Emocromatosi.

### **Testi adottati**

- M. Ciaccio, G. Lippi (eds.). Biochimica Clinica e Medicina di Laboratorio, Edises editore (2018)
- A. Gaw et al. Biochimica Clinica, Elsevier, 3a edizione (2007)
- E. Gulletta, I. Antonozzi. Medicina di Laboratorio. Logica & Patologia Clinica. PICCIN editore.

## **modulo IMMUNOLOGIA ( 6 CFU)**

**Docente: Maurizio Mattei**

### **Programma**

Introduzione al sistema immunitario: concetti di base, organi linfoidei primari e secondari. Immunità innata: ruolo, riconoscimento di motivi strutturali, risposta agli agenti infettivi, il complemento; Riconoscimento dell'antigene da parte dei linfociti B e T: interazione antigene anticorpo, riconoscimento antigene da parte dei linfociti T, la diversità delle immunoglobuline, riarrangiamento dei recettori delle cellule T; Presentazione dell'antigene ai linfociti T: cellule presentanti l'antigene, MHC classe I e II e polimorfismi, le tasche di legame; Interazione antigene-recettore: caratteristiche generali sulla trasmissione del segnale, vie di trasmissione; Risposta immunitaria acquisita: Caratteristiche generali delle cellule T effettrici, i linfociti T citotossici, attivazione dei macrofagi, attivazione delle cellule B, distribuzione e funzioni degli isotipi immunoglobulinici, risposta alle infezioni, la memoria immunitaria; Meccanismi di tolleranza; tolleranza centrale e periferica per linfociti T e B; Fisiopatologia del Sistema Immunitario: l'immunodeficienza naturale ed acquisita, allergia ed ipersensibilità, autoimmunità e rigetto dei trapianti; Metodologie di laboratorio. Modelli di studio innovativi nel campo dei vaccini e della oncologia sperimentale.

### **Testi adottati**

- C.A. Janeway et al., Immunobiologia, Piccin Editore
- G.B. Pier et al., Immunologia, Infezione, Immunità, Piccin Editore
- A. K. Abbas et al., Immunologia cellulare e molecolare, Piccin Editore.
- A. K. Abbas & A. Lichtman. Le Basi dell'Immunologia . Piccin Editore, Terza edizione

## **CORSO INTEGRATO DI BIOINFORMATICA E GENETICA MEDICA ( 9 CFU)**

### **modulo BIOINFORMATICA ( 6 CFU)**

**Docente: Gerardo Pepe**

#### **Programma**

Banche dati di acidi nucleici, proteine, letteratura. Metodi esaustivi ed euristici di allineamento e ricerca di biosequenze in banche dati. Matrici di sostituzione. Allineamenti multipli e profili. Motivi funzionali. Ricerca geni e promotori in genomi. Browser genomici. Annotazione funzionale di geni e genomi. Confronto e classificazione di strutture proteiche. Previsione struttura secondaria e terziaria: modelling per omologia, threading, metodi ab initio. Metodi computazionali per l'inferenza delle interazioni molecolari. Metodi integrati. Reti di interazioni proteiche. Banche dati di Interazioni, pathways, malattie genetiche, SNPs. Ontologie in biologia.

#### **Testi adottati**

- Fondamenti di Bioinformatica ed Zanichelli Helmer Citterich et al.

### **Modulo GENETICA MEDICA (3 CFU)**

**Docente: Michela Biancolella**

#### **Programma**

Ereditarieta' mendeliana- Meccanismi atipici di ereditarieta' - Cromosomi e patologia cromosomica-Tecniche di analisi dei cromosomi - Ereditarieta'delle malattie complesse - Genetica oncologica - Consulenza genetica -Test genetici -Diagnosi Prenatale

#### **Testi adottati**

DALLAPICCOLA-NOVELLI "Genetica Medica ". Edizioni Scientifiche Falco

## **CORSO INTEGRATO DI FISICA E MISURE ERRORE E STATISTICA (13 CFU)**

### **modulo FISICA - 7 CFU**

#### **Docenti:**

***Amedeo Balbi (canale A-L)***

***Alessia Fantini (canale M-Z)***

#### **Programma**

Introduzione al metodo scientifico. Cinematica del punto materiale, La dinamica del punto materiale. Quantità di moto e impulso. Sistemi di riferimento inerziali. Il lavoro e l'energia, le varie forme di energia: cinetica, potenziale, meccanica. Elementi di dinamica dei sistemi. Moti rotatori. Il momento angolare e il momento delle forze. Introduzione alla Fluidodinamica: Pascal, Archimede, Torricelli, Venturi, equazione di Bernoulli. Leggi Poiseuille e Stokes. Introduzione alla Termodinamica: temperatura, temperatura assoluta e fasi della materia. Espansione termica. Teoria cinetica dei gas e legge dei gas perfetti. Calori specifici dei gas. Legge della termodinamica. Elettrostatica. Legge di Coulomb. Legge di Gauss in diverse simmetrie. Campi elettrici di una carica. Campo di un dipolo, condensatori. Potenziali elettrici. Corrente elettrica. Conduttori e isolanti. Campo magnetico. Cariche in movimento in un campo magnetico. Cenni di Elettromagnetismo

#### ***Testi adottati***

- Serway & Jewett: Principi di Fisica (V Edizione) - EdiSES

### **modulo MISURE ERRORE E STATISTICA (6 CFU)**

**Docente: *Simona Iacobelli***

#### **Programma**

Elementi di statistica descrittiva. Concetti e terminologia basilari; classificazione dei caratteri. Distribuzioni di frequenza; densità. Indici sintetici di posizione / centralità e variabilità (media aritmetica - semplice e ponderata, mediana e altri quantili, moda; intervalli di variazione, deviazione standard, varianza e coefficiente di variazione). Strumenti: la distribuzione Normale. Elementi di inferenza statistica frequentista. Concetti generali e principio del campionamento ripetuto; distribuzione della media aritmetica campionaria. Stima puntuale e stima intervallare mediante intervalli di confidenza. Applicazione alla media e alla proporzione. Applicazione all'errore di misura. Principi intuitivi ed elementi di base della verifica di ipotesi. Nozioni su alcuni metodi non-parametrici / per piccoli campioni / per campioni dipendenti. Applicazioni: test del Chi-Quadrato su una distribuzione e su una tabella doppia di contingenza; Z (e T) test sulla media e sulla proporzione; confronto tra medie: T-Test e ANOVA 1-way (incluso il metodo di Bonferroni per confronti a coppie). Introduzione ai disegni sperimentali e ANOVA 2-way.

Studio delle relazioni lineari: Coefficiente di correlazione, retta di regressione, modello lineare multiplo. Elementi di calcolo delle probabilità. Eventi e regole di calcolo basilari; probabilità condizionata e concetto di indipendenza; formula di Bayes. Applicazione ai test diagnostici. Distribuzione Binomiale, e sua approssimazione Normale.

**Testi adottati**

Il corso non segue un singolo libro di testo. C'è una lista di 3 testi di riferimento. Materiale distribuito: slides, esercizi risolti, libretto con tabelle e formule.

**CORSO INTEGRATO DI ZOOLOGIA E PARASSITOLOGIA (11 CFU)**

**modulo ZOOLOGIA (8 CFU)**

**Docenti:**

**Gabriele Gentile (canale A-L)**

**Marco Mattoccia (canale M-Z)**

**Programma**

Livelli di studio della biologia e ruolo della Zoologia. La diversità animale come risultato dell'evoluzione: introduzione alla biodiversità. Principi e metodi della sistematica zoologica: classificazione e filogenesi, regole di nomenclatura, taxon e categoria, caratteri tassonomici. Individui, modularietà, colonie e società. Storia delle teorie evolutive, macroevoluzione e microevoluzione. Origine delle specie e meccanismi di isolamento riproduttivo. Anagenesi e cladogenesi. Popolazioni e metapopolazioni. La variazione genetica. Fattori e meccanismi del cambiamento evolutivo: mutazione, flusso genico, deriva e selezione naturale. L'adattamento. Selezione sessuale. Coevoluzione tra organismi. Relazioni interspecifiche. Filogenesi e posizione sistematica, architettura del corpo, organizzazione funzionale, riproduzione e sviluppo, cenni di eco-etologia e rapporti con l'uomo delle classi dei seguenti taxa: Protozoi, Poriferi, Cnidari, Ctenofori, Platelminiti, Nemertini, Nematodi, Rotiferi ed altri "Pseudocelomati", Anellidi e altri phyla di "Vermi celomati", Molluschi, Onicofori, Artropodi, Lofoforati, Echinodermi, Emicordati e Tunicati.

**Testi adottati**

- Hickman, Roberts, Keen, Eisenhour, Larson, l'Anson Zoologia, sedicesima edizione McGraw Hill education

## **modulo PARASSITOLOGIA (3 CFU)**

**Docente: Federica Berrilli**

### **Programma**

PARASSITOLOGIA GENERALE: Adattamento trofico, fisiologico e morfologico dei parassiti; Coevoluzione parassita-ospite; Generalità sui cicli di vita dei parassiti; Contatto e penetrazione nell'ospite; Specificità parassitaria; Interazione parassita-ospite e azione patogena; Zoonosi; One-Health; Sistematica dei parassiti. PARASSITOLOGIA SPECIALE: Protozoi: Generalità; Protozoi parassiti dell'uomo e degli animali Metazoi parassiti dell'uomo e degli animali: Generalità Trematoda; Cestoda; Nematoda; Arthropoda: parassiti e principali vettori di parassitosi umane. Entomologia sanitaria: artropodi: parassiti e vettori

### **Testi adottati**

- De Carneri - Parassitologia generale e umana (a cura di Brandonisio, Bruschi, Genchi, Pozio)
- Schede riassuntive Corso di Parassitologia Prof. Petrarca

## **ECOLOGIA (8 CFU)**

**Docenti:**

**Tommaso Russo (canale A-L)**

**Lorenzo Tancioni (canale M-Z)**

### **Programma**

Introduzione all'ecologia. Cenni sulla storia del pensiero ecologico. I temi della ricerca ecologica attraverso il XX secolo. Ecologia ed ambientalismo. L'ecosistema. Struttura degli ecosistemi. Concetti fondamentali sull'energia e richiami di termodinamica. Catene alimentari. Reti trofiche. Livelli trofici. Produzione primaria. Consumatori. Detritivori e decompositori. Metabolismo e dimensione degli individui. Strutture trofiche e piramidi ecologiche. Teoria della complessità e concetto di capacità portante. Cicli biogeochimici e fattori ambientali. Condizioni e Risorse. Importanza degli oligoelementi. Atmosfera, Luce, Temperatura, Meteo e Clima. Suolo ed ecosistemi terrestri. Ambienti acquatici. Ecologia delle popolazioni. Dispersione degli organismi nello spazio. Distribuzioni spaziali aggregate, casuali, uniformi. Stima delle densità e del numero di individui in una popolazione. Accrescimento elementare di una popolazione. Tavole di mortalità e di fecondità. Tassi di accrescimento. Modelli esponenziale e logistico. Distribuzione delle età in una popolazione. Curve di mortalità e di sopravvivenza. Modello di Lotka-Volterra ed evoluzione della formulazione di base. Reti trofiche e stabilità delle popolazioni. Diversità ed evenness. Relazioni intra- e interspecifiche. Competizione. Principio di Gause e modelli di competizione. Ecologia delle comunità. Biogeografia: teoria dell'equilibrio delle specie. Curva area-specie. Modello di equilibrio, effetti di area e distanza. Concetti di habitat e di nicchia ecologica. Popolazioni e comunità nei gradienti ecologici. Ecotoni e concetto di "effetto margine". Cenoclini. Concetto di climax. Perturbazioni e Successioni ecologiche. Elementi di analisi della struttura delle comunità. Biomi. Biomi terrestri: tundra, foresta boreale, foresta temperata, prateria, bioma mediterraneo, deserto, savana, foresta



tropicale pluviale, montagna, caverne. Biomi acquatici, marini e di acqua dolce. L'uomo e l'ambiente. L'ecologia applicata, definizioni, approcci di studio, e finalità. Biodiversità: scale e valori. Impatti antropici sugli ecosistemi acquatici e terrestri e sull'atmosfera. La sostenibilità e l'approccio sistemico ai problemi di natura ambientale. Casi di studio.

### **Testi adottati**

- Elementi di Ecologia". T.M. Smith, R.L. Smith, Ed Pearson. Completo dal punto di vista dei contenuti, può consentire una buona preparazione a sostenere l'esame di ecologia.
- L'essenziale di ecologia". Townsend, Harper & Begon, Ed. Zanichelli. Abbastanza esauriente nei contenuti, sia per la parte di ecologia teorica, sia per le applicazioni, può essere utilizzato come testo di base, da integrare con il materiale didattico presentato durante le lezioni frontali, per preparare l'esame di ecologia.

## **FISIOLOGIA (8 CFU)**

**Docente: Daniele Lettieri Barbato**

### **Programma**

Membrane cellulari. Sistema endocrino: ormoni e trasduzione del segnale. Asse ipotalamo-ipofisario; gonadi; pancreas; tiroide. Sistema Nervoso: potenziali; sinapsi; neurotrasmettitori. Sistema nervoso centrale, periferico e organi di senso. Sistema muscolare: contrazione; accoppiamento elettromeccanico; meccanica muscolare. Cuore e circolazione: proprietà generali, ciclo cardiaco, la gittata, vasi, controllo della pressione. Sistema linfatico. Emostasi e coagulazione. Sistema respiratorio: meccanica; volumi e pressioni polmonari; scambi respiratori; regolazione del ritmo respiratorio. Sistema renale: filtrazione, riassorbimento, secrezione, escrezione; concentrazione dell'urina. Regolazione integrata del pH renale-respiratoria. Sistema gastroenterico: secrezione, movimenti e assorbimento; controllo nervoso ed ormonale; pancreas esocrino e fegato.

**Testi adottati:** Non esiste un libro di testo ma una rosa di test di riferimento che sono elencati qui di seguito:

- Vander - Fisiologia - Casa Editrice Ambrosiana
- Ganong - Fisiologia Medica - Piccin
- Silverthorn - Fisiologia Umana - un approccio integrato
- Pearson Sherwood - Fisiologia Umana - Zanichelli
- Taglietti Casella - Fisiologia e biofisica delle Cellule - EDISES
- Berne Levy - Fisiologia - Zanichelli

## **FISIOLOGIA VEGETALE (7 CFU)**

**Docente: Mauro Marra**

### **Programma**

La cellula vegetale. Strutture e funzioni di: parete cellulare, membrana cellulare, mitocondri, cloroplasti, golgi, reticolo endoplasmatico, vacuolo, microcorpi. Trasporto. Bilancio idrico della pianta: Potenziale idrico, assorbimento e trasporto xilematico dell'acqua, regolazione stomatica. Trasporto dei soluti: trasporto passivo ed attivo. potenziale elettrochimico. Nutrizione minerale. Trasporto floematico. Metabolismo. Conversione dell'energia radiante in energia chimica; fotosintesi anossigenica e ossigenica; fotoinibizione. Organizzazione del carbonio: il ciclo di Calvin. Il ciclo per l'ossidazione fotorespiratoria del carbonio. Meccanismi di concentrazione dell'anidride carbonica: ciclo C4 e metabolismo acido delle crassulacee. Ecofisiologia della fotosintesi. Sintesi di amido e saccarosio. Allocazione e ripartizione dei fotoassimilati. Metabolismo dell'azoto. Crescita e sviluppo: sviluppo e differenziamento embrionale, ruolo dei meristemi primari, formazione del pattern. Crescita vegetativa: fattori di regolazione: fotomorfogenesi e fototropismi. Gli ormoni vegetali: biosintesi, effetti fisiologici e meccanismo d'azione. Crescita riproduttiva: la formazione del fiore, meccanismi di induzione della fioritura.

### **Testi adottati**

- Fisiologia Vegetale. Taiz- Zeiger. Ed. PICCIN
- Elementi di Fisiologia Vegetale. Rascio. Edises

## **GENETICA (8 CFU)**

**Docenti:**

**Andrea Novelletto (canale A-L)**

**Carla Jodice (canale M-Z)**

### **Programma**

La genetica e l'organismo. L'obiettivo della genetica Genotipo e fenotipo. Gli esperimenti di Mendel. Incroci tra piante che differiscono per uno o due caratteri. Genetica mendeliana negli altri organismi e nell'uomo (eredità autosomica). Teoria cromosomica dell'eredità. Mitosi e Meiosi. L'eredità legata al sesso (Morgan). La determinazione del sesso. Prove della teoria cromosomica. Segregazioni anomale dei fenotipi. Allelia multipla, dominanza incompleta Definizione operativa di allelismo. Ipotesi un gene un enzima (Beadle e Tatum). Interazione genica: epistasi, soppressione Geni letali Associazione. Associazione e ricombinazione. Mappe di associazione Interferenza. Il crossing over. Funzione di mappa. Analisi delle tetradi. Ricombinazione mitotica. Genetica batterica e dei virus. Coniugazione. Trasduzione Trasformazione. Lisogenia. Genetica dei batteriofagi. La struttura del DNA. I geni risiedono sul DNA (Griffith). La doppia elica (Watson e Crick). La replicazione del DNA (Meselson e Stahl). I telomeri. La trascrizione Promotori Segnali per iniziare e terminare la trascrizione. Maturazione dei trascritti. La traduzione. Colinearità gene proteina (Yanofsky). Il codice genetico (Crick e Brenner) tRNA, ribosomi Mutazioni Geniche. Mutazioni somatiche e germinali. Sistemi di selezione.

Le mutazioni avvengono in assenza di selezione (Luria e Delbruck). Meccanismi di insorgenza delle mutazioni. Alterazioni della struttura e del numero dei cromosomi. Delezioni, Duplicazioni, Inversioni e Traslocazioni. Euploidia e Aneuploidia. Il controllo dell'espressione genica nei procarioti. Controllo positivo e negativo. Dominanza e recessività in cis ed in trans. L'operone per l'utilizzo del lattosio. Ricombinazione del DNA in vitro. Gli enzimi di restrizione. Plasmidi. Vettori. Clonaggio. Librerie geniche. Metodi per determinare la sequenza del DNA. Principi di Genetica delle popolazioni. La legge di Hardy Weinberg. Deriva genetica.

### **Testi adottati**

- A.J.F. Griffith et al. (2021)- Genetica – principi di analisi formale – VIII edizione - Zanichelli
- G. Binelli, D. Ghisotti (2018)- Genetica – EdiSES

## **INGLESE - 3CFU- (Responsabile CLA)**

### **Livello B2**

#### **Programma**

Il corso si concentra sullo sviluppo delle quattro abilità nella LS con livello di uscita B2. Il percorso didattico è articolato su due fronti: una parte teorica, in base ai contenuti del Sillabo grammaticale, di revisione degli elementi essenziali della grammatica e della sintassi nella LS, e una parte pratica, scandita nel sillabo content-based, per acquisire familiarità con la specifica terminologia del corso di laurea.

### **Testi adottati**

Ulteriori indicazioni bibliografiche verranno fornite all'inizio del corso.

## **MATEMATICA (8 CFU)**

**Docenti:** *Florin Radulescu (canale A-L)*

*Rafael L. Greenblatt (canale M-Z)*

#### **Programma**

Insiemi, funzioni, numeri. Limiti e derivate di funzioni di una variabile reale e loro proprietà. Teoremi del calcolo differenziale e loro applicazioni. Calcolo di limiti con l'aiuto del Teorema di de l'Hospital e della formula di Taylor. Studio di funzioni. Integrali definiti di una funzione continua in un intervallo limitato. Teorema e formula fondamentale del calcolo integrale. Integrali indefiniti, regole di sostituzione immediata e di integrazione per parti. Equazioni differenziali a variabili separabili, lineari a coefficienti costanti del primo e secondo ordine. Vettori, matrici e operazioni su di essi. Determinanti e loro calcolo. Rango di una matrice e suo calcolo. Sistemi lineari. Regola di Cramer. Teorema di Rouché e Capelli e applicazioni. Cenni sulle applicazioni lineari. Autovalori e autovettori di matrici quadrate, autospazi di un autovalore, molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore, matrici diagonalizzabili.

**Testi adottati:** Uno a scelta tra

- Abate - Matematica e Statistica, seconda edizione (Mc Graw Hill)
- Bramanti, Pagani, Salsa} - Matematica - Calcolo infinitesimale e Algebra Lineare (Zanichelli)
- Crasta, Malusa - Elementi di Analisi Matematica e Geometria (La Dotta)

## **MICROBIOLOGIA (7 CFU)**

**Docente: Gustavo Di Lallo**

### **Programma**

Storia della Microbiologia. Struttura della cellula: organizzazione cellulare e molecolare di microrganismi procarioti e eucarioti. Nutrizione e crescita: le richieste nutrizionali, la ricerca del cibo: trasporto dei nutrienti e mobilità. Crescita cellulare e della popolazione: curve di crescita, influenza dei fattori abiotici. Metabolismo batterico: anabolismo e catabolismo; tipi nutrizionali e fonti di energia. Respirazione aerobia e anaerobia, fermentazioni e fotosintesi. Il ruolo del metabolismo batterico sull'ambiente. La replicazione del DNA e la divisione cellulare. Genetica e regolazione dell'espressione genica. Le mutazioni e il loro uso come mezzo di indagine. Plasticità del genoma: importanza del trasferimento genico orizzontale (coniugazione, trasformazione e trasduzione). DNA mobile e plasmidi. Lotta antimicrobica. Elementi di virologia. I batteriofagi. Interazioni dei microrganismi con altri esseri viventi. Interazioni parassita/ospite. Meccanismi di virulenza. Cenni di immunologia. Microrganismi eucarioti. L'evoluzione dei microrganismi: analisi molecolare e studio della filogenesi microbica.

### **Testi adottati**

- Brock, *Biologia dei microrganismi*" 14a ed., Pearson Italia
- *Biologia dei microrganismi*" 3a ed., Casa Editrice Ambrosiana
- *Microbiologia*" -Wessner, Dupont, Charles - Casa Editrice Ambrosiana
- Prescott 1 - *Microbiologia Generale*" 7a ed., McGraw-Hill

## **TIROCINIO (6 CFU)**

### **Programma**

Acquisizione di competenze sperimentali in: Biochimica; Biologia Molecolare; Genetica; Microbiologia molecolare/tecniche microbiche. Antropologia; Fisiologia; Genetica; Microbiologia. Botanica; Zoologia; Ecologia e Fisiologia Vegetale. Bioinformatica, Bioinformatica strutturale, Grafica Molecolare, Docking/Dinamica molecolare. Acquisizione di terminologie tecnico-scientifiche in lingua inglese inerenti le specifiche attività di laboratorio. Nozioni di sicurezza in laboratorio.

## **PROVA FINALE (3 CFU)**

Breve relazione scritta (memoria scientifica), relativa all'esperienza pratico-teorica svolta durante la frequenza di un laboratorio di ricerca per l'espletamento del tirocinio. Esposizione orale (con ausilio di una breve presentazione in power point) di fronte alla Commissione di Laurea composta da 8 docenti.