

Università di Pisa

Regolamento didattico

Corso di Studio	WTBR-LM - BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE
Tipo di Corso di Studio	Laurea Magistrale
Classe	Biologia (LM-6 R)
Anno Ordinamento	2025/2026
Anno Regolamento (coorte)	2025/2026

Presentazione

Struttura didattica di riferimento	DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA - MASSIMILIANO ANDREAZZOLI - ANDREA ANDREUCCI - UGO BORELLO - DANIELE CAMPA
Docenti di Riferimento	- MASSIMO DAL MONTE - ELISABETTA FERRARO - CHIARA GABELLINI - ROBERTO MARANGONI - ROBERTO SILVESTRI
Tutor	- MASSIMILIANO ANDREAZZOLI - GEMMA BURBUI - RICCARDO CARRA - Maria Grazia Ciuffreda - Chiara Colecchia - REBECCA DIVERSI - Gabriele Degl'Innocenti - SILVIA FARRONI - FEDERICA GEMIGNANI

- PAOLO LUSCHI
- MICHELA ORI
- NICOLE PISANI
- IRIS ANNAPIA RIBOLI
- MATTIA ZEQA

Durata	2 Anni
CFU	120
Titolo Rilasciato	Laurea Magistrale in BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE
Titolo Congiunto	No
Doppio Titolo	No
Modalità Didattica	Convenzionale
Lingua/e in cui si tiene il Corso	Italiano
Indirizzo internet del Corso di Studio	https://www.biologia.unipi.it/biologia-molecolare-cellulare.html
Il corso è	Trasformazione di corso 509
Massimo numero di crediti riconoscibili	12
Corsi della medesima classe	WNFR-LM - BIOLOGIA APPLICATA ALLA BIOMEDICINA, WBMR-LM - BIOLOGIA MARINA, WNCR-LM - NEUROSCIENZE
Sedi del Corso	Università di Pisa (Responsabilità Didattica)

Obiettivi della Formazione

Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)

L'Università di Pisa è attualmente impegnata da una profonda evoluzione, innescata dalla pubblicazione del D.M. 270/04, incentrata su innovativi processi di autonomia, di responsabilità e di qualità. L'attuazione di tali processi, però, dipende anche dalla possibilità di realizzare una più efficace integrazione tra università e apparato produttivo. L'autonomia didattica si sta indirizzando verso alcuni obiettivi di sistema, come il ridurre e razionalizzare il numero dei corsi di laurea e delle prove d'esame, migliorare la qualità e la trasparenza dell'offerta e il rapportarsi tra progettazione e analisi della domanda di conoscenze e competenze espressa dai principali attori del mercato del lavoro, come elemento fondamentale per la qualità e l'efficacia delle attività cui l'università è chiamata.

Si è chiesto ai consessi l'espressione di un parere circa l'ordinamento didattico del corso in Biologia Molecolare e Cellulare.

Il fatto che l'Università di Pisa abbia privilegiato nel triennio la formazione di base spostando al secondo livello delle lauree magistrali numerosi indirizzi specialistici che potranno coprire alcune esigenze di conseguimento di professionalità specifiche per determinati settori, è stato giudicato positivamente sottolineando anche che, oltre all'attenzione posta alla formazione di base, positivi sono sia la flessibilità curricolare che l'autonomia e la specificità della sede universitaria, che mostra in questo contesto tutte le eccellenze di cui è depositaria.

Il corso di studio, in previsione del riesame annuale, nell'intento di verificare e valutare gli interventi mirati al miglioramento del corso stesso effettuerà nuove consultazioni con le organizzazioni maggiormente rappresentative nel settore di interesse.

Consultazione con le organizzazioni rappresentative – a livello nazionale e internazionale – della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)

Le consultazioni successive con le organizzazioni rappresentative sono state effettuate tramite il Comitato di Indirizzo.

Il Comitato di Indirizzo (CDI) comune a tutti i Corsi di Studio del Dipartimento di Biologia, è composto da 24 membri: 13 rappresentanti di enti ed aziende esterne, in qualità di stakeholder, 9 docenti dei vari corsi, 1 rappresentante degli studenti ed il Responsabile dell'Unità didattica del dipartimento. Il Comitato ha lo scopo di arricchire, potenziare e migliorare l'offerta formativa soprattutto riguardo alle interazioni con soggetti esterni ed alle esigenze del mondo del lavoro. In particolare il Comitato si occupa di esaminare i regolamenti didattici, di proporre l'attivazione di insegnamenti a scelta ed organizzare attività seminariali per la preparazione all'esame di stato per la professione di Biologo e Biologo Junior. Il CDI è inoltre in collegamento con le attività di Job Placement dell'Ateneo (Ufficio career service) attraverso la partecipazione alle riunioni e l'organizzazione di incontri informativi con gli studenti circa gli sbocchi occupazionali.

Oltre alle iniziative gestite dal comitato di indirizzo, si è tenuto conto anche di quanto emerso nelle giornate di studio promosse a livello nazionale a scadenza biennale dal C.B.U.I. in collaborazione con l'Ordine Nazionale dei Biologi e con altre parti interessate per proporre eventuali implementazioni al progetto formativo. Le iniziative del C.B.U.I. hanno sempre rappresentato un punto di riferimento per interventi di miglioramento del corso di laurea.

Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Funzioni in un contesto di lavoro:

Funzioni di elevata responsabilità in attività connesse con lo sviluppo e l'applicazione di metodi molecolari per lo studio della vita degli organismi e dei microorganismi, e dei relativi processi biochimici, genetici e molecolari, nonché per la diagnostica.

Competenze associate alla funzione:

Competenze culturali avanzate nelle aree centrali della biologia molecolare e cellulare e cioè in biologia molecolare, biologia cellulare, genetica, biochimica e microbiologia, nonché in altre aree più specialistiche quali ad esempio la bioinformatica, la genomica, la biologia delle cellule staminali; competenze applicative di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, e dal carattere multidisciplinare (biochimiche, biomolecolari, genetiche, biotecnologiche, statistiche e bioinformatiche). Capacità di individuare nuove prospettive/strategie di sviluppo metodologico in contesto biochimico-molecolare, genetico, microbiologico; capacità di valutazione, interpretazione e rielaborazione di dati di letteratura; competenze e strumenti per la comunicazione, con particolare riferimento alla conoscenza della lingua inglese, all'illustrazione dei risultati della propria attività o ad altre esperienze comunicative; competenze relative alla capacità di consultazione di banche dati specialistiche, all'adozione di tecnologie innovative, all'utilizzo di strumenti conoscitivi avanzati per lo sviluppo della propria formazione.

Sbocchi occupazionali:

Attività inerenti la biologia molecolare e cellulare, la diagnostica molecolare e le biotecnologie svolte presso: Laboratori di analisi e controllo qualità del Servizio Sanitario Nazionale nonché privati, Industrie Farmaceutiche, Alimentari, Chimiche, Biotecnologiche, Studi di comunicazione, Agenzie per la divulgazione scientifica, Corpi specializzati di polizia scientifica. Tali attività professionali e manageriali sono riconosciute dalle normative vigenti per la figura professionale del biologo iscritto (previo superamento del relativo esame di stato) all'Albo per la professione di biologo sezione A.

Biologo

Funzioni in un contesto di lavoro:

Funzioni di elevata responsabilità in attività connesse con lo sviluppo e l'applicazione di metodi molecolari per lo studio della vita degli organismi e dei microorganismi, e dei relativi processi biochimici, genetici e molecolari, nonché per la diagnostica.

Competenze associate alla funzione:

Competenze culturali avanzate nelle aree centrali della biologia molecolare e cellulare e cioè in biologia molecolare, biologia cellulare, genetica, biochimica e microbiologia, nonché in altre aree più specialistiche quali ad esempio la bioinformatica, la genomica, la biologia delle cellule staminali; competenze applicative di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, e dal carattere multidisciplinare (biochimiche, biomolecolari, genetiche, biotecnologiche, statistiche e bioinformatiche). Capacità di individuare nuove prospettive/strategie di sviluppo metodologico in contesto biochimico-molecolare, genetico, microbiologico; capacità di valutazione, interpretazione e rielaborazione di dati di letteratura; competenze e strumenti per la comunicazione, con particolare riferimento alla conoscenza della lingua inglese, all'illustrazione dei risultati della propria attività o ad altre esperienze comunicative; competenze relative alla capacità di consultazione di banche dati specialistiche, all'adozione di tecnologie innovative, all'utilizzo di strumenti conoscitivi avanzati per lo sviluppo della propria formazione.

Sbocchi occupazionali:

Attività in ambiti connessi alla Biologia in enti pubblici, industria e aziende private in genere. Il laureato magistrale può svolgere attività professionali e manageriali riconosciute dalle normative vigenti per la figura professionale del biologo dopo essersi iscritto (previo superamento del relativo esame di stato) all'Albo per la professione di biologo sezione A.

Biologo Molecolare e Cellulare: ricercatore

Funzioni in un contesto di lavoro:

Attività di ricerca di base e applicativa che prevedano la conoscenza delle basi molecolari della vita degli organismi, dei meccanismi molecolari con cui si compiono lo sviluppo e il differenziamento di organi ed apparati, con l'utilizzazione di metodiche di studio molecolari nell'ambito della biochimica, della genetica, dell'evoluzione, della biologia cellulare, della microbiologia.

Competenze associate alla funzione:

Competenze culturali avanzate nelle aree centrali della biologia molecolare e cellulare e cioè in biologia molecolare, genetica, biochimica e microbiologia, nonché in altre aree più specialistiche quali ad esempio la bioinformatica, la genomica, la biologia delle cellule staminali; competenze applicative di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, e dal carattere multidisciplinare (biochimiche, biomolecolari, genetiche, biotecnologiche, statistiche e bioinformatiche); completa padronanza del metodo scientifico di indagine su una varietà di sistemi animali e vegetali; capacità di lavorare in gruppo; capacità di raccogliere ed interpretare i dati biologici e di disegnare nuovi esperimenti per rispondere a quesiti biologici rilevanti con un approccio biomolecolare; autonomia di giudizio rispetto all'assunzione di responsabilità di progetti, all'individuazione di nuove prospettive/strategie di sviluppo, ed alla valutazione, interpretazione e rielaborazione di dati di letteratura; competenze e strumenti per la comunicazione, con particolare riferimento alla conoscenza della lingua inglese, all'elaborazione e presentazione di progetti di ricerca, all'illustrazione dei risultati di attività di ricerca o ad altre esperienze comunicative; competenze relative alla capacità di consultazione di banche dati specialistiche, all'adozione di tecnologie innovative, all'utilizzo di strumenti conoscitivi avanzati per lo sviluppo della propria formazione.

Sbocchi occupazionali:

Inserimento nella ricerca tramite la prosecuzione degli studi nei corsi di Dottorato di ricerca in Biologia molecolare o in altre discipline biologiche o, più in generale, in altre discipline scientifiche.

Il corso prepara alla professione di (Codifiche ISTAT):

- Biologi e professioni assimilate (2.3.1.1.1)
- Biochimici (2.3.1.1.2)

Conoscenze richieste per l'accesso

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare devono essere in possesso di un diploma di Laurea di primo livello nella classe delle Lauree Triennali in "Scienze Biologiche" (L-13) o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare i laureati in altre classi

di laurea dovranno dimostrare il possesso di requisiti curriculari corrispondenti ad adeguati numeri di CFU in specifici settori scientifico-disciplinari che saranno definiti nel regolamento didattico. È richiesta inoltre un'adeguata preparazione su discipline fondamentali quali matematica, fisica, chimica (generale, organica e fisica), informatica e sulle discipline biologiche di base relative alla organizzazione degli organismi animali, vegetali e microbici ed ai loro rapporti ecologici. Gli studenti devono possedere conoscenze relative agli aspetti funzionali, cellulari e molecolari alla base della organizzazione dei viventi e dei meccanismi cellulari e molecolari che regolano l'ereditarietà, la riproduzione e lo sviluppo.

Tutti coloro che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare devono inoltre conoscere la lingua inglese secondo il livello B1.

La verifica del possesso di tali conoscenze, e dell'adeguatezza della preparazione personale avviene secondo modalità definite nel Regolamento Didattico del Corso di Studio.

Modalità di ammissione

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare devono essere in possesso di un diploma di Laurea nella classe delle Lauree Triennali L-13 “Scienze Biologiche” (ex Classe 12 Scienze Biologiche DM

509/1999) o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare dei laureati in altre classi di laurea, si prevede il possesso di requisiti

curriculari corrispondenti a 90 CFU nei SSD riconducibili ai settori di base indicati nella tabella della Classe L-13 ministeriale (BIO/01, 02, 04, 05, 06, 07,

09, 10, 11, 18, 19 – da FIS/01 a FIS/ 08 - INF/01 - ING-INF/05 – da MAT/ 01 a 09 - CHIM/01, 02, 03, 06).

La verifica dell'adeguatezza della preparazione iniziale, inclusa la conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1, sarà compiuta da una commissione appositamente nominata o dal consiglio di corso di laurea tramite esame del curriculum universitario dello studente che richiede l'iscrizione, entrando

eventualmente nel merito del contenuto di specifici esami.

Il livello della conoscenza della lingua inglese può essere comprovato anche da apposita certificazione o dalla presenza, nel curriculum universitario dello studente che richiede l'iscrizione, di almeno 3 CFU di lingua inglese.

Qualora la commissione appositamente nominata o il consiglio di corso di laurea lo ritenga necessario lo studente potrà essere eventualmente convocato per un colloquio orale in ingresso.

L'eventuale colloquio avrà come finalità quella di verificare la preparazione propedeutica alle materie oggetto della LM, la motivazione e il potenziale dello studente per affrontare la LM in questione.

In base al risultato della prova lo studente potrà:

- essere ammesso al corso di laurea magistrale,
- essere invitato ad acquisire cfu in alcune discipline prima di essere ammesso al corso di laurea magistrale
- non essere ammesso al corso di laurea magistrale.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

La Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare completa la formazione nelle discipline biologiche iniziata con la laurea di primo livello in Scienze Biologiche. Questo corso di laurea ha l'obiettivo di formare laureati esperti nelle discipline biologiche di base con una preparazione di punta nell'ambito della biologia molecolare, e con un'approfondita conoscenza delle metodologie inerenti alla ricerca, e delle relative tecniche di acquisizione, analisi ed elaborazione dei dati.

I laureati della Laurea Magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare dovranno:

- avere padronanza del metodo scientifico di indagine su sistemi biologici, tale da garantire autonomia nel lavoro sperimentale, nella interpretazione dei risultati sperimentali e nella progettazione della ricerca.
- avere acquisito una solida preparazione culturale negli aspetti molecolari della moderna biologia di base, con particolare riguardo ai settori della biochimica, biologia cellulare e molecolare, genetica e microbiologia.
- possedere una profonda conoscenza delle basi molecolari e cellulari dei sistemi biologici; delle molecole e macromolecole che partecipano alla organizzazione della cellula, del loro metabolismo e delle loro interazioni; del funzionamento dei geni e del modo con cui essi regolano i processi cellulari, inclusi il differenziamento cellulare e lo sviluppo degli organismi; della biologia delle cellule staminali.
- possedere una profonda conoscenza della organizzazione e compartimentalizzazione cellulare e delle loro modificazioni nel corso del ciclo cellulare e della divisione cellulare.
- avere una conoscenza a livello molecolare dei segnali biochimici intracellulari ed intercellulari, delle vie di trasduzione del segnale, e dei meccanismi di trasporto.
- avere acquisito le basi dei moderni metodi di indagine molecolare a livello biochimico, genetico, microbiologico, incluse le tecniche di purificazione e analisi delle biomolecole, le biotecnologie cellulari, le tecnologie del DNA ricombinante ed i metodi di transgenesi.
- possedere avanzate conoscenze di fisica e chimica e buone competenze computazionali, bioinformatiche e matematico-statistiche;
- aver padronanza delle metodologie bio-informatiche ai fini dell'organizzazione, costruzione e accesso a banche dati, in particolare di genomica, proteomica, metabolomica;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno la lingua inglese, con riferimento anche ai lessici disciplinari, in modo tale da permettere la presentazione e discussione dei propri risultati in ambito internazionale.
- essere qualificati per svolgere attività di ricerca di base e applicata, di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, attività professionale e di progetto in ambiti correlati con le discipline biomolecolari, biomediche e biotecnologiche;
- conoscere le normative relative alla bioetica, alla validazione/certificazione di prodotto/processo biotecnologico, alla tutela delle invenzioni e alla sicurezza nel settore biotecnologico.

Per acquisire le competenze descritte il corso di laurea prevede lezioni frontali, esercitazioni e attività di laboratorio inserite nei corsi da svolgersi presso le strutture dell'Università o in laboratori convenzionati.

Nel secondo anno del corso di laurea è previsto un notevole impegno dello studente nello svolgimento della tesi di laurea. L'obiettivo è quello di fornire allo studente, attraverso una significativa esperienza di lavoro sperimentale, la possibilità di acquisire sia gli strumenti culturali sia la capacità di analisi critica necessari allo svolgimento di attività di ricerca o ad assumersi la responsabilità di progetti e strutture. La tesi di Laurea magistrale costituisce un elaborato originale collegato all'esperienza di lavoro sperimentale svolta dallo studente. La Laurea magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare rappresenta una base culturale ideale per il proseguimento della formazione avanzata attraverso il dottorato di ricerca. La laurea magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare rappresenta anche una base formativa ideale per svolgere attività finalizzate ad analisi molecolari ad esempio nel campo della diagnostica o della biologia forense, in ambiti diversi dalla ricerca scientifica. La solida preparazione in diverse aree di apprendimento in ambito biologico rappresenta infine una base formativa pienamente adatta per lo svolgimento di funzioni di elevata responsabilità in attività connesse con lo sviluppo e l'applicazione di metodi per lo studio avanzato dei processi biologici nel loro complesso.

Il percorso formativo è integrato dalle discipline a scelta; ferma restando la libertà di scelta tra gli insegnamenti attivati dall'Ateneo, gli insegnamenti opzionali previsti per il Corso di Laurea possono offrire ampia scelta per un ulteriore approfondimento di temi di interesse per lo studente di un corso di Laurea magistrale come quello di Biologia Molecolare e Cellulare. Le competenze previste e le capacità di applicare conoscenze e comprensione saranno acquisite tramite la frequenza di lezioni frontali e seminari previsti per alcune unità didattiche, nonché tramite attività di laboratorio, anche utilizzando strumenti informatici di supporto e consolidate per mezzo dello studio individuale. Il raggiungimento degli obiettivi formativi di ciascuna unità didattica sarà verificato tramite prove di esame orali e/o

scritte. In casi specifici saranno previste prove in itinere. Infine, a completamento del percorso formativo, con il lavoro di tesi, cui è riservato un congruo numero di Crediti Formativi Universitari (CFU), lo studente approfondisce la conoscenza di specifiche tematiche sperimentali e acquisisce la capacità di consultare banche dati specialistiche, di apprendere tecnologie innovative, di valutare, interpretare e rielaborare i dati della letteratura scientifica nonché di elaborare idee originali e progetti di ricerca. Tali capacità saranno verificate sia dal docente relatore, durante la preparazione della tesi, sia con la prova finale che consentirà, altresì, di verificare la capacità di illustrare i risultati della ricerca.

I risultati di apprendimento attesi, sviluppati dai laureati magistrali in Biologia molecolare e cellulare, rispondono agli specifici requisiti individuati dal sistema dei Descrittori di Dublino secondo la tabella Tuning predisposta a livello nazionale per la classe LM-6 - Biologia.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce, nel corso di esercitazioni pratiche e nel periodo di internato di tesi, approfondite competenze applicative multidisciplinari per l'analisi biologica, di tipo metodologico, tecnologico e strumentale rilevanti per lo studio, a livello molecolare e cellulare, dei microrganismi, degli organismi vegetali e della biologia riproduttiva dei vertebrati. La verifica delle conoscenze e capacità di comprensione acquisite, verranno valutate in seguito ad esami specifici, scritti o orali, ed alla prova finale.

Conoscenza e comprensione e Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dettaglio

2. AREA BIODIVERSITÀ E AMBIENTE

Conoscenza e capacità di comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare amplia ed approfondisce le conoscenze scientifiche di base e acquisisce competenze culturali avanzate:

- di tipo molecolare sulle cellule e gli organismi vegetali, e sulle principali metodiche di manipolazione dell'espressione genica in ambito biomolecolare vegetale;
- sugli eventi cellulari e molecolari che regolano la riproduzione, esaminati in diversi organismi modello con particolare riguardo ai Vertebrati ed anche all'uomo.

Questi obiettivi vengono raggiunti in seguito a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori. A supporto di queste attività gli studenti hanno a disposizione una piattaforma informatica per il reperimento del materiale didattico. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica verrà verificato mediante prove, scritte o orali, per ciascun insegnamento, che contengano domande mirate a stimolare la rielaborazione critica delle conoscenze.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce approfondite competenze applicative multidisciplinari per l'analisi biologica, di tipo metodologico, tecnologico e strumentale rilevanti per lo studio, a livello molecolare e cellulare, dei microrganismi, degli organismi vegetali e della biologia riproduttiva dei vertebrati.

Queste competenze verranno acquisite mediante esercitazioni pratiche, durante le quali lo studente potrà svolgere in maniera individuale l'attività proposta, e nel corso dell'internato di tesi. L'attività in aula farà riferimento all'analisi critica della letteratura scientifica, allo scopo di maturare padronanza del metodo scientifico di indagine. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica sarà verificato nel corso degli esami, durante i quali verrà anche valutata la capacità dello studente di analizzare criticamente e rielaborare le informazioni acquisite. Infine, con la prova finale verrà ulteriormente verificata, da parte di una commissione specifica, l'acquisizione delle competenze applicative.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

182EE Biologia molecolare e cellulare delle piante (6 CFU)

294EE Corso avanzato di biologia cellulare (6 CFU)

518EE Stem Cells (6 CFU)

538EE Meccanismi di comunicazione cellulare (3 CFU)

3. AREA BIOMOLECOLARE

Conoscenza e capacità di comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce competenze culturali avanzate nelle aree centrali della biologia molecolare e cellulare, con particolare riguardo ai settori della biochimica, biologia cellulare e molecolare, genetica e microbiologia. Acquisisce una profonda conoscenza delle basi molecolari e cellulari dei sistemi biologici; delle molecole e macromolecole che partecipano alla organizzazione della cellula, del loro metabolismo e delle loro interazioni; del funzionamento dei geni e del modo con cui essi regolano i processi cellulari, inclusi il differenziamento cellulare e lo sviluppo degli organismi; della biologia delle cellule staminali. Acquisisce le basi dei moderni metodi di indagine molecolare a livello biochimico, genetico, microbiologico, incluse le tecniche di purificazione e analisi delle biomolecole, le tecnologie molecolari e cellulari, le tecnologie del DNA ricombinante ed i metodi di transgenesi. Acquisisce padronanza delle metodologie bio-informatiche ai fini dell'organizzazione, costruzione e accesso a banche dati, in particolare di genomica, proteomica, metabolomica. Questi obiettivi vengono raggiunti in seguito a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori. A supporto di queste attività gli studenti hanno a disposizione una piattaforma informatica per il reperimento del materiale didattico. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica verrà verificato mediante prove, scritte o orali, per ciascun insegnamento, che contengano domande mirate a stimolare la rielaborazione critica delle conoscenze.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce approfondite competenze applicative multidisciplinari di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, con particolare riferimento alle metodologie di studio e di analisi proprie della biologia molecolare e cellulare; in particolare acquisisce abilità pratiche, con riferimento a metodologie biochimiche, biomolecolari, genetiche, tecnologiche-molecolari, maturando una completa padronanza del metodo scientifico di indagine su una varietà di microrganismi, colture cellulari e di sistemi animali e vegetali. Queste competenze verranno acquisite mediante esercitazioni pratiche, durante le quali lo studente potrà svolgere in maniera individuale l'attività proposta, e nel corso dell'internato di tesi. L'attività in aula farà riferimento all'analisi critica della letteratura scientifica, allo scopo di maturare padronanza del metodo scientifico di indagine. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica sarà verificato nel corso degli esami, durante i quali verrà anche valutata la capacità dello studente di analizzare criticamente e rielaborare le informazioni acquisite. Infine, con la prova finale verrà ulteriormente verificata, da parte di una commissione specifica, l'acquisizione delle competenze applicative.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

176EE Analisi Genetiche e Genomiche (6 CFU)

177EE Biochimica cellulare (6 CFU)

182EE Biologia molecolare e cellulare delle piante (6 CFU)

183EE Biologia molecolare 2 (6 CFU)

130PP Biostatistica (6 CFU)

294EE Corso avanzato di biologia cellulare (6 CFU)

188EE Genetica Molecolare (6 CFU)

051FF Microbiologia molecolare (6 CFU)
518EE Stem Cells (6 CFU)
538EE Meccanismi di comunicazione cellulare (3 CFU)

4. AREA BIOMEDICA E BIOSTATISTICA

Conoscenza e capacità di comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce approfondite conoscenze e capacità di comprensione con riferimento:

- alla biologia di base delle cellule staminali ed al loro potenziale uso terapeutico
- alle basi teoriche della generazione di ceppi ricombinanti e della produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti
- allo studio delle malattie genetiche e all'analisi del genoma
- ad aspetti di biostatistica ed in particolare agli strumenti per impostare un appropriato disegno dell'esperimento, per analizzare e gestire in modo adeguato i risultati ottenuti, per verificare le ipotesi di partenza.

Tale obiettivo viene raggiunto in seguito a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori. A supporto di queste attività gli studenti hanno a disposizione una piattaforma informatica per il reperimento del materiale didattico. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica verrà verificato mediante prove, scritte o orali, per ciascun insegnamento, che contengano domande mirate a stimolare la rielaborazione critica delle conoscenze.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare acquisisce approfondite competenze applicative multidisciplinari di tipo metodologico, tecnologico e strumentale, con particolare riferimento all'uso di strumenti analitici e del metodo scientifico di indagine con riferimento a:

- analisi genetiche, citogenetiche e microbiologiche
- cellule staminali
- progettazione di esperimenti ed analisi statistica dei dati ottenuti.

Queste competenze verranno acquisite mediante esercitazioni pratiche, durante le quali lo studente potrà svolgere in maniera individuale l'attività proposta, e nel corso dell'internato di tesi. L'attività in aula farà riferimento all'analisi critica della letteratura scientifica, allo scopo di maturare padronanza del metodo scientifico di indagine. Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica sarà verificato nel corso degli esami, durante i quali verrà anche valutata la capacità dello studente di analizzare criticamente e rielaborare le informazioni acquisite. Infine, con la prova finale verrà ulteriormente verificata, da parte di una commissione specifica, l'acquisizione delle competenze applicative.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

176EE Analisi Genetiche e Genomiche (6 CFU)
130PP Biostatistica (6 CFU)
188EE Genetica Molecolare (6 CFU)
051FF Microbiologia molecolare (6 CFU)
518EE Stem Cells (6 CFU)
538EE Meccanismi di comunicazione cellulare (3 CFU)

Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di Apprendimento

Autonomia di giudizio (making judgements):

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare come conseguenza dei corsi, esercitazioni e laboratori seguiti, del periodo di internato di tesi, di preparazione dell'elaborato di tesi e di discussione della tesi stessa, acquisisce notevole autonomia di giudizio ed è in grado di assumere: responsabilità di progetti, strutture e personale. È in grado di: individuare nuove frontiere di indagine e strategie di sviluppo applicativo; di reperire ed analizzare le fonti di informazione scientifica e di valutare criticamente, interpretare e rielaborare i dati presenti nella letteratura scientifica. Possiede un approccio critico e responsabile sulle problematiche etiche, bioetiche e deontologiche della ricerca e delle potenziali applicazioni biomolecolari. Il raggiungimento dell'obiettivo previsto dal presente descrittore sarà verificato tramite prove, scritte od orali, per ciascun insegnamento, sulla base di domande mirate. In conclusione, la capacità di autonomia di giudizio da parte dello studente così come il conseguimento dell'obiettivo formativo da parte del corpo docente, saranno verificati nell'ambito della prova finale.

Capacità di apprendimento (learning skills):

Il laureato magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare in seguito al metodo di studio perfezionato durante i corsi e nel periodo dell'internato di tesi:

- acquisisce le adeguate abilità di apprendimento e di aggiornamento che sono necessarie per intraprendere e/o espandere i propri studi scientifici, nonché per divulgare il sapere scientifico nel proprio ambito;
- è in grado di acquisire, aggiornare ed approfondire tutte le necessarie tecniche biomolecolari di laboratorio facendo ricorso alle proprie conoscenze, esperienze e/o alle fonti scientifiche ed agli strumenti informatici;
- possiede capacità di continuare e sviluppare la propria formazione professionale.

La verifica del raggiungimento dell'obiettivo del presente descrittore avverrà nell'ambito di prove in itinere, degli esami al termine delle attività formative, della prova finale.

Caratteristiche della prova finale

La prova finale prevede un periodo di attività di ricerca inerente ad argomenti coerenti con il percorso formativo della Laurea Magistrale e si conclude con la tesi. Lo studente ha la possibilità di svolgere un periodo di internato di tesi, per il numero complessivo di ore previste per tale attività, presso un laboratorio universitario o ente esterno pubblico o privato. In alternativa lo studente può scegliere di intraprendere un tirocinio formativo e di orientamento e completare la tesi sviluppando quanto acquisito durante il tirocinio presso un laboratorio universitario con il tutor interno.

Con questa attività lo studente acquisisce la conoscenza della metodologia sperimentale, degli strumenti analitici e delle tecniche di analisi ed elaborazione dei dati, e predispone una tesi di laurea magistrale originale.

Il Relatore e due Correlatori debbono esprimere un giudizio sulle capacità acquisite dallo studente durante l'internato di tesi dopo aver accertato che il candidato abbia acquisito:

1. Padronanza della problematica scientifica nel contesto della quale si inserisce il lavoro sperimentale svolto durante l'internato di Tesi;
2. Autonomia nell'applicazione di metodologie impiegate per lo svolgimento del lavoro di Tesi;
3. Capacità di valutare criticamente l'adeguatezza del disegno sperimentale all'ottenimento di determinati risultati;
4. Autonomia nella valutazione e interpretazione dei risultati ottenuti;
5. Autonomia nella stesura dell'elaborato di Tesi
6. Capacità di utilizzare fluentemente la lingua inglese scritta e orale;
7. Proprietà di linguaggio tecnico-scientifico, chiarezza espositiva e correttezza nella presentazione dell'elaborato di tesi.

Modalità di svolgimento della prova finale

La prova finale può avere due modalità di svolgimento:

- può essere previsto un internato di tesi;
- può essere previsto un tirocinio a cui si somma un internato di tesi.

La discussione dell'elaborato scritto della tesi di laurea magistrale avviene in presenza di una commissione ufficiale composta da 5-7 docenti. La commissione comprende alcuni membri fissi con diritto di voto (il presidente e 1-3 commissari), il relatore e i due correlatori. L'elenco degli 8 membri permanenti (fra cui vengono nominati il presidente e gli altri commissari) viene definito ogni anno dal Consiglio del Corso di Studi su proposta della Commissione Lauree.

La commissione prende visione dei giudizi espressi da relatore e correlatori e consegnati alla Segreteria didattica. Il relatore, sulla base dei criteri di valutazione utilizzati durante lo svolgimento della tesi, della sua stesura e della sua discussione, propone il voto dell'esame di laurea e i correlatori si esprimono in merito alla congruità del voto proposto sulla base dei giudizi espressi in sede di colloquio e di discussione della tesi di laurea magistrale.

Viene quindi letto il curriculum e si procede alla votazione segreta indipendentemente dagli esiti precedenti.

Il voto finale è determinato dalla commissione davanti alla quale il candidato discute la tesi di laurea magistrale. Il voto finale è una frazione con denominatore 110 (centodieci). Il voto massimo è 110/110 eventualmente qualificato con lode. Il voto finale, salva la lode, risulta dalla somma delle seguenti componenti: A) media dei voti in trentesimi, ponderata coi crediti, sugli esami di profitto superati nell'ambito del Corso di laurea magistrale (75% del peso totale); B) media dei voti attribuiti in trentesimi da ciascuno dei 5-7 membri (2-4 membri fissi, il relatore e i due correlatori) della Commissione di Laurea dopo avere valutato una serie di aspetti esplicitati successivamente, tra cui l'eventuale giudizio del tirocinio (25% del peso totale). Il voto finale viene definito in base alla seguente formula $(A \cdot 3 + B) \cdot 115 / 120$. L'arrotondamento è per difetto se la votazione ottenuta è inferiore alla metà di un intero, per eccesso se è pari o superiore alla metà di un intero. E' facoltà del relatore o del presidente proporre, nel caso in cui il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110, l'assegnazione della lode; per proporre il conferimento della lode è necessario che lo studente abbia conseguito la votazione di 110/110 senza arrotondamenti in eccesso, e che abbia conseguito la votazione di 30/30 con lode in 2 esami fondamentali del corso di laurea magistrale o che abbia una media curricolare di almeno 29/30.

Esperienza dello Studente

Aule

<https://su.unipi.it/OccupazioneAule>

Laboratori e Aule informatiche

Vedi allegato

Sale Studio

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento/item/1300-sale-studio>

Biblioteche

<http://www.sba.unipi.it/it/biblioteche/polo-3/scienze-naturali-e-ambientali>

Orientamento in ingresso

<https://orientamento.unipi.it/>

Orientamento e tutorato in itinere

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento>

Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero (Tirocini e stage)

<https://www.unipi.it/index.php/tirocini-e-job-placement>

Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

<https://www.unipi.it/index.php/internazionale>

Accompagnamento al lavoro

<https://www.unipi.it/index.php/career-service>

Eventuali altre iniziative

Il Corso di Laurea Magistrale parteciperà a tutte le iniziative dell'Università di orientamento promosse dall'Università di Pisa e, nella figura dei docenti e del Responsabile dell'orientamento, si renderà disponibile anche ad eventuali ulteriori iniziative che potranno presentarsi.

Opinioni studenti

Il numero dei questionari compilati (196), così come il valore di CDS (11), sono leggermente inferiori ai valori del 22/23, seppur in linea con la media degli ultimi 5 anni. Le valutazioni, in linea con quanto osservato negli anni precedenti, si confermano molto positive, con valutazioni medie uguali o superiori

a 3. Molto apprezzata dagli studenti la qualità del corpo docente, in termini di chiarezza espositiva e di stimolo verso lo studente (Il docente espone gli argomenti in modo chiaro: 3,3; Il docente stimola / motiva l'interesse verso la disciplina: 3,3), in termini di disponibilità per ulteriori chiarimenti (il docente è reperibile per chiarimenti e spiegazioni: 3,6) e di correttezza nei confronti degli studenti (Quanto ritieni che il/la docente sia rispettoso/a dei principi di uguaglianza pari opportunità: 3,3; Quanto è complessivamente corretto il docente nei confronti degli studenti: 3,5). Positiva anche la valutazione dei servizi (media delle valutazioni uguale o superiore a 3,1), con un giudizio complessivo sulla qualità organizzativa del CdS di 3,2. Apprezzato il servizio di informazione /orientamento (Il servizio di informazione/orientamento rivolto agli studenti è puntuale ed efficace: 3,1), l'attività della segreteria didattica (Il servizio dell'unità didattica è adeguato: 3,2) e le attività di tutorato (Le attività di tutorato svolte da docenti/tutors sono utili ed efficaci: 3,4).

Opinioni laureati

Nell'anno 2023 il numero di laureati è stato di 15, valore decisamente inferiore alla media dei 5 anni precedenti (25), con un tasso di compilazione del questionario che rimane del 100%. L'età media alla laurea (26,5 anni) è leggermente diminuita rispetto alla media del periodo 2018-21 (dato 2022 non disponibile) (27,1); per quanto riguarda la distribuzione per fasce di età, diminuisce la % di coloro che si laureano nella fascia 23-24 anni (13,3% rispetto a 25,6), e aumenta la % di coloro che si laureano nella fascia 25-26 anni (66,7 rispetto a 40,8%). Non sono presenti tra i laureati studenti stranieri. In calo rispetto alla media degli ultimi 5 anni la % di laureati provenienti da altra provincia (26,7 rispetto a 34,7 %) e di laureati provenienti da altra regione (40 rispetto a 43,9%). Non ci sono grandi variazioni in termini di scuola di provenienza dei laureati con titolo di studio italiano, per i quali il liceo scientifico rimane anche nel 2023 la scuola da cui proviene la maggior parte dei laureati (80%). Il voto medio di diploma (86,3/100) è superiore alla media degli ultimi 5 anni (84,8/100). Per quanto riguarda la scelta del percorso, continuano a prevalere le motivazioni prevalentemente culturali (46,7%). La durata media del percorso di studi risulta di 3 anni, leggermente inferiore rispetto alla media degli ultimi 5 anni (3,3). La quasi totalità degli studenti consegue il titolo o in corso (40%) o al primo anno fuori corso (53,3%). Si conferma molto buono il voto medio di laurea (109,5/110). L'80% dei laureati si dichiara complessivamente soddisfatto del percorso, valore inferiore alla media degli ultimi 5 anni (91,5%). Non pienamente positivo il giudizio sulle iniziative formative di orientamento al lavoro, di sostegno alla ricerca del lavoro e di Job Placement a cui si è rivolto rispettivamente il 40, il 33,3 e il 33,3% dei laureati. Di questi solo il 16,7% nel primo caso e il 20 % negli altri casi si sono dichiarati almeno parzialmente soddisfatti. Complessivamente molti soddisfatti del loro percorso di studio, dato che il 93,3 % dei laureati si iscriverebbe di nuovo al medesimo CdS, valore molto superiore alla media degli ultimi 5 anni (74,4).

Risultati della Formazione

Dati di ingresso, di percorso e di uscita

I dati di seguito analizzati, aggiornati al 31 maggio 2024, sono stati forniti dall'ufficio statistica dell'Ateneo e consultabili sul portale UnipiStat (<http://unipistat.unipi.it/index.php>).

Ingresso

- Numerosità studenti in ingresso

Il numero delle immatricolazioni rimane abbastanza stabile (2016-17: 30, 2017-18: 31, 2018-19: 24, 2019-20: 26, 2020-21: 19, 2021-22: 12, 2022-23: 20, 2023-24: 22).

- Provenienza culturale e geografica

Gli studenti iscritti a questa magistrale provengono dalla triennale in Scienze Biologiche con una piccola percentuale (10-20%) provenienti da Biotecnologie.

Il voto di laurea (110) ha la percentuale maggiore.

Gli studenti provengono quasi tutti dall'ateneo di Pisa.

Il numero di studenti con cittadinanza straniera è molto basso.

Le studentesse sono il 72,7% contro il 27,3% degli studenti.

Percorso

- Studenti iscritti

Il trend delle iscrizioni agli anni successivi al primo mostra un trend stabile. La percentuale di studenti che passano dal primo al secondo anno è alto.

- Passaggi, trasferimenti, abbandoni in uscita

La percentuale di studenti passati ad un altro corso di studio dell'ateneo è quasi inesistente.

La percentuale di abbandoni è molto bassa.

La percentuale di studenti trasferiti presso un altro ateneo è inesistente.

- Andamento carriere studenti

Il numero di studenti attivi rimane molto alto ed immutato negli anni.

- Votazioni agli esami

La votazione degli esami è stabile al 28.

Il rendimento, inteso come rapporto percentuale tra la media dei CFU acquisiti dagli studenti attivi e 60 (numero teorico di CFU acquisibili in un anno) è in aumento e rimane comunque alto.

- Uscita

Il numero dei laureati è alto e distribuito tra il primo ed il secondo anno fuori corso.

Il voto di laurea è medio alto tra 108 ed il 110.

Organizzazione e Gestione della Qualità

Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

Riesame annuale

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

Classe/Percorso

Classe	Biologia (LM-6 R)
Percorso di Studio	comune

Quadro delle attività formative

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Biodiversità e ambiente	18	15 - 21	BIO/01	1 - BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE DELLE PIANTE, 6 CFU, OBB
		15 - 21	BIO/06	1 - STEM CELLS, 6 CFU, OBB
				1 - CORSO AVANZATO DI BIOLOGIA CELLULARE, 6 CFU, OBB
Biomolecolare	27	27 - 33	BIO/10	2 - BIOCHIMICA CELLULARE, 9 CFU, OBB
		27 - 33	BIO/11	1 - BIOLOGIA MOLECOLARE 2, 6 CFU, OBB
		27 - 33	BIO/18	1 - ANALISI GENETICHE E GENOMICHE, 6 CFU, OBB
				1 - GENETICA MOLECOLARE, 6 CFU, OBB
Biomedico	6	6 - 15	SECS-S/02	1 - BIOSTATISTICA, 6 CFU, OBB
Totale Caratterizzante	51	48 - 69		

Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Attività formative affini o integrative	12	12 - 18	BIO/06	1 - SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI, 1 CFU, OPZ
Totale Affine/Integrativa	12	12 - 18		

A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	9	9 - 9	BIO/04	1 - Biologia dello sviluppo delle piante, 3 CFU, OPZ
		9 - 9	BIO/05	1 - SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI, 1

				CFU, OPZ
				1 - TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA, 3 CFU, OPZ
		9 - 9	BIO/06	0006E-1 - COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA, 1 CFU, OPZ (Segmento del Modulo 0006E-1 - COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA dell'Attività formativa integrata COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E))
				1 - EVOLUZIONE E SVILUPPO, 3 CFU, OPZ
				1 - BIOLOGIA DELLO SVILUPPO 2, 3 CFU, OPZ
				1 - COMPARATIVE NEUROBIOLOGY, 6 CFU, OPZ
		9 - 9	BIO/10	0006E-1 - COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA, 2 CFU, OPZ (Segmento del Modulo 0006E-1 - COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA dell'Attività formativa integrata COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E))
				0005E - CANCER BIOCHEMISTRY, 3 CFU, OPZ
		9 - 9	BIO/11	1 - NANOMEDICINA, 3 CFU, OPZ
		9 - 9	MED/42	1 - SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO, 1 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	9	9 - 9		

Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	19	19 - 44	PROFIN_S	1 - TESI DI LAUREA MAGISTRALE, 44 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z))
				1 - TESI DI LAUREA MAGISTRALE, 19 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa

			integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z))
Totale Lingua/Prova Finale	19	19 - 44	

Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Ulteriori conoscenze linguistiche	3	3 - 3	NN	1 - ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE), 3 CFU, OBB
Tirocini formativi e di orientamento	25	0 - 25	NN	1 - TIROCINIO, 25 CFU, OPZ
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	1 - 1	NN	2 - ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO, 1 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z))
				2 - ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO, 1 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z))
Totale Altro	29	4 - 29		

Totale	120	92 - 169		
--------	-----	----------	--	--

Percorso di Studio: comune (PDS0)

CFU totali: 183, di cui 66 derivanti da AF obbligatorie e 117 da AF a scelta

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
ANALISI GENETICHE E GENOMICHE (176EE) Obiettivi Imparare i metodi di indagine genetica e approfondire i metodi di analisi del genoma. Il corso ha anche come obiettivo quello di aiutare a riflettere sull'importanza e sul significato della variabilità genetica. Il corso si incentra prevalentemente sui metodi di analisi molecolare per l'amplificazione, la genotipizzazione e lo studio del DNA, sui metodi di indagine della suscettibilità genetica e sul significato della variabilità genetica (prevalentemente applicata all'uomo).	6	LM-6 R	B	Biomolecole	BIO/18	Si
BIOCHIMICA CELLULARE (177EE) Obiettivi Il principale obiettivo formativo sarà lo studio degli aspetti molecolari dei meccanismi cellulari con particolare attenzione alla funzione svolta dalle proteine. Il corso, che presuppone buone conoscenze di base sulla struttura e funzione delle proteine e sull'organizzazione delle cellule eucariotiche, prenderà in esame anche aspetti strutturali associati alla funzione delle proteine. Speciale rilievo verrà dato allo studio del metabolismo cellulare ed alla regolazione dei sistemi di risposta cellulare nei confronti di stimoli esterni in condizioni sia fisiologiche che patologiche.	9	LM-6 R	B	Biomolecole	BIO/10	Si
BIOINFORMATICA (178EE) Obiettivi Il corso si propone di far apprendere l'uso dei principali strumenti bioinformatici di ausilio alla ricerca in biologia molecolare. Elementi di Teoria dell'informazione e di teoria algoritmica dell'Informazione. Bioinformatica orientata alle sequenze: banche dati di sequenze, ricerche per soggetto, allineamenti e multi-allineamenti, ricerche per omologia. Banche dati di sequenze genomiche. Analisi di sequenze genomiche (predizioni di sequenze coding, di introni, di sequenze regolatrici). Bioinformatica orientata alle strutture: rapporto struttura/funzione nelle proteine, predizione di strutture 2D, predizione di strutture 3D, banche dati strutturali. Bioinformatica orientata alle funzioni: banche dati funzionali (genomica funzionale, proteomica), reti di controllo genico, reti metaboliche.	3	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	INF/01	Si
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE) Obiettivi Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No

di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.						
BIOLOGIA MOLECOLARE 2 (183EE) Obiettivi Conoscenza dei meccanismi che controllano l'espressione genica a livello trascrizionale e post-trascrizionale negli eucarioti. Studi delle strategie sperimentali che hanno permesso la comprensione dei meccanismi molecolari trattati. Regolazione dell'espressione genica negli eucarioti Ruolo della cromatina. Trasporto nucleo-citoplasmatico di mRNA, RNA editing, RNA interference, microRNA, controllo della stabilità, della traduzione e della localizzazione degli mRNA. Segnali e meccanismi di localizzazione per proteine nucleari, di membrana e secrete. Tecniche utilizzate nell'analisi del controllo post-trascrizionale dell'espressione genica.	6	LM-6 R	B	Biomolecole	BIO/11	Si
BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE DELLE PIANTE (182EE) Obiettivi Il corso si propone di fornire conoscenze di tipo molecolare relativamente alle cellule e agli organismi vegetali. Verranno, inoltre fornite indicazioni sulle principali metodiche di manipolazione dell'espressione genica e di colture vegetali. Colture di cellule e tessuti vegetali e loro vie potenziali di crescita e differenziamento: induzione, mantenimento e caratterizzazione del callo e di sospensioni cellulari. Colture di protoplasti ed ibridazione somatica. Vari metodi di trasferimento genico. Geni marcatori e geni reporter. Proteine ricombinanti. Miglioramento genetico delle piante: pratiche convenzionali e tecnologia del DNA ricombinante.	6	LM-6 R	B	Biodiversità e ambiente	BIO/01	Si
BIOSTATISTICA (130PP) Obiettivi Introdurre lo studente alle conoscenze informatiche e alle metodologie per il trattamento statistico dei dati e dei segnali in ambito biomedico.	6	LM-6 R	B	Biomedico	SECS-S/02	Si
CANCER BIOCHEMISTRY (0005E) Obiettivi L'insegnamento presenterà una panoramica dei processi di sviluppo del cancro con particolare attenzione agli aspetti molecolari e metabolici associati alla patologia. Particolare attenzione sarà data alla presentazione dei processi biochimici che sono alla base della trasformazione cellulare nella forma tumorale.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E) Obiettivi Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il "problema cognitivo della cellula", ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali	1	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No

principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell’organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell’aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.						
COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E) Obiettivi Il corso offre un’introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all’ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L’obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell’organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell’aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.	2	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
COMPARATIVE NEUROBIOLOGY (424EE) Obiettivi Axonal regeneration in vertebrates. Trafficking of neurotrophic factors in birds and mammals. Bacterial neurotoxins. Anatomy and physiology of interhemispheric connections. Plasticity of the motor system after damage: experiments in humans and animals. The mirror neuron system in primates and birds. Neuronal hyperexcitability and epilepsy: experiments in humans and animal models. Comparisons of sensory organs in different species and correlations with habitat features . Chemoreceptors and photoreceptors in mammalian and non mammalian vertebrates; rabdomeric photoreceptors in insects. Dysfunctions of sensory systems due to receptor abnormalities in the olfactory and visual system. Human pathological conditions and experimental approaches for the study and repair. Cochlear implant, artifical nose and epi and intraretinal prosthesis for sensory repair. The experimental path to reach clinical trial from prosthetic approaches in the lab. Optogenetic	6	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No

targeting of retinal and cortical neurons for vision restoration.						
CORSO AVANZATO DI BIOLOGIA CELLULARE (294EE) Obiettivi Il corso si propone di approfondire importanti aspetti della biologia della cellula eucariotica. In particolare verranno trattati i meccanismi molecolari che regolano il ciclo cellulare, l' invecchiamento e la morte cellulare programmata e le alterazioni di queste funzioni in cellule tumorali. Verranno inoltre affrontati aspetti relativi alla struttura e funzione della matrice extracellulare ed ai fenomeni di adesione e migrazione cellulare	6	LM-6 R	B	Biodiversità e ambiente	BIO/06	Si
EVOLUZIONE E SVILUPPO (186EE) Obiettivi Il corso analizza i rapporti e le connessioni tra sviluppo ed evoluzione. In particolare vengono analizzate le modificazioni dello sviluppo che sono importanti per determinare la variazione e l'evoluzione morfologica. Evo-devo, una nuova disciplina tra evoluzione e sviluppo. Conservazione ed evoluzione dei meccanismi di sviluppo: evoluzione dei piani corporei; evoluzione delle appendici negli artropodi; regolazione della formazione delle zampe e false zampe negli insetti; evoluzione della colonna vertebrale nei vertebrati. Dalle pinne agli arti dei tetrapodi. Evoluzione adattiva e sviluppo: il caso dei fringuelli di Darwin.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
MECCANISMI DI COMUNICAZIONE CELLULARE (538EE) Obiettivi Lo studente acquisirà gli strumenti per comprendere l'importanza delle interazioni tra cellule di tessuti diversi nel differenziamento cellulare e nello sviluppo di ogni singolo tessuto. Il corso descriverà, in generale, le modalità e i meccanismi molecolari di comunicazione cellulare (cellula-cellula e cellula-ambiente) e, in dettaglio, le modalità di interazione tra tessuti nello sviluppo e nell'adulto nonché le implicazioni patologiche delle alterazioni delle suddette interazioni. Alcuni esempi riguarderanno l'interazione tra microglia, la macroglia e cellule neuronali; l'interazione tra motoneuroni e muscolo scheletrico, e i meccanismi di formazione della giunzione neuromuscolare; l'interazione tra tessuto adiposo, sistema immunitario innato e tessuto muscolare nella rigenerazione muscolare e l'interazione tra tessuto osseo e tessuto muscolare.	3	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	Si
MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF) Obiettivi Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di	6	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	MED/07	Si

sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro relazioni filogenetiche; (iii)sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.						
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	LM-6 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, dellabiomedicina e delle biotecnologie. Obbiettivo dl corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.	1	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/09	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, dellabiomedicina e delle biotecnologie. Obbiettivo dl corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.	1	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, dellabiomedicina e delle biotecnologie. Obbiettivo dl corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.	1	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
STEM CELLS (518EE) Obiettivi Introduction Main features of stem cells. Self-renewal and differentiation. Asymmetric and symmetric cell divisions. Transit amplifying cells. Totipotency, pluripotency and multipotency. Generalities and applications of stem cells. Molecular mechanisms driving cell differentiation at the morula stage. Cell fate decision leading to trophectoderm, primitive endoderm and epiblast: the role of transcription factors. Embryonic Stem Cells (ESCs) Origin of ESCs. The ESC ability to self-renew and to produce differentiated cells is controlled by dynamic interplays between epigenetic, extrinsic signaling, transcriptional and post-transcriptional regulations. Molecular details of pluripotency: OCT4, SOX2, NANOG. LIF signaling pathway. A KLF core regulates self-renewal of ESCs. Cooperative lineage restriction by BMP4/Id and LIF/STAT3. ESCs and regulation of the cell cycle. Differentiation of ESCs. Induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs) Introduction	6	LM-6 R	B	Biodiversità e ambiente	BIO/06	Si

to induced pluripotency. Yamanaka discovery: first generation of iPSCs (2006). The second generation of iPSCs. iPSCs without c-Myc. New methods for iPSC generation: Thomson contribution (2007). Improving the speed and efficiency of iPSC generation. Reprogramming with Vitamin C. Transgene-free iPSCs. Genetic reprogramming vs. chemical reprogramming. Disease modeling. Development of pluripotent stem cell-based therapies. Adult Stem Cells Role of stem cells in adult tissues. Concept of niche. Mesenchymal and hematopoietic stem cells. Epidermal stem cells, limbal stem cells of the corneal epithelium. Intestinal stem cells. Neural stem cells. Identification and function of quiescent and activated stem cells in selected tissues. Role of extrinsic and intrinsic factors in adult stem cells. Generation of organoids. Therapeutic approaches.						
TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA (435EE) Obiettivi Il corso tratterà le più comuni tecniche per la preparazione e la visione di campioni biologici al microscopio elettronico a trasmissione che a scansione. Particolare evidenza verrà data al riconoscimento degli artefatti e alle tecniche che prevedono l'uso di oro colloidale e di attività enzimatica. Il corso si propone di portare a conoscenza degli studenti le potenzialità della microscopia elettronica nella ricerca biologica.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE) Obiettivi Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No
CANCER BIOCHEMISTRY (0005E) Obiettivi L'insegnamento presenterà una panoramica dei processi di sviluppo del cancro con particolare attenzione agli aspetti molecolari e metabolici associati alla patologia. Particolare attenzione sarà data alla presentazione dei processi biochimici che sono alla base della trasformazione cellulare nella forma tumorale.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E) Obiettivi Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il "problema cognitivo della cellula", ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei	1	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No

principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell’organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell’aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.						
COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E) Obiettivi Il corso offre un’introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all’ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L’obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell’organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell’aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.	2	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
COMPARATIVE NEUROBIOLOGY (424EE) Obiettivi Axonal regeneration in vertebrates. Trafficking of neurotrophic factors in birds and mammals. Bacterial neurotoxins. Anatomy and physiology of interhemispheric connections. Plasticity of the motor system after damage: experiments in humans and animals. The mirror neuron system in primates and birds. Neuronal hyperexcitability and epilepsy: experiments in humans and animal models. Comparisons of sensory organs in different species and correlations with habitat features . Chemoreceptors and photoreceptors in mammalian and non mammalian vertebrates; rabdomeric photoreceptors in insects. Dysfunctions of sensory systems due to receptor abnormalities in the olfactory and visual system. Human pathological conditions and experimental approaches for the study and repair. Cochlear implant, artificial nose and epi and intraretinal prosthesis for sensory repair. The experimental path to reach clinical trial from	6	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No

prosthetic approaches in the lab. Optogenetic targeting of retinal and cortical neurons for vision restoration.						
EVOLUZIONE E SVILUPPO (186EE) Obiettivi Il corso analizza i rapporti e le connessioni tra sviluppo ed evoluzione. In particolare vengono analizzate le modificazioni dello sviluppo che sono importanti per determinare la variazione e l'evoluzione morfologica. Evo-devo, una nuova disciplina tra evoluzione e sviluppo. Conservazione ed evoluzione dei meccanismi di sviluppo: evoluzione dei piani corporei; evoluzione delle appendici negli artropodi; regolazione della formazione delle zampe e false zampe negli insetti; evoluzione della colonna vertebrale nei vertebrati. Dalle pinne agli arti dei tetrapodi. Evoluzione adattiva e sviluppo: il caso dei fringuelli di Darwin.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
GENETICA MOLECOLARE (188EE) Obiettivi Il corso si propone di consolidare le conoscenze sulla funzione dei geni e l'importanza che rivestono nel controllo della stabilità dell'informazione genetica e come tali meccanismi siano stati caratterizzati. Sarà approfondito l'aspetto genetico-molecolare di alcuni argomenti già trattati a livello più elementare nel corso di Genetica (mutazione, ricombinazione, riparazione del DNA e meccanismi epigenetici) facendo riferimento, in particolare, a come tali processi modulino l'espressione genica. Per alcuni dei processi molecolari di cui sopra, si porrà particolare attenzione alla funzione svolta da alcuni geni-chiave di rilevante importanza per l'uomo. In aggiunta, verranno proposti e discussi alcuni recenti lavori della letteratura scientifica che riguardano un particolare e specifico aspetto di una delle tematiche trattate.	6	LM-6 R	B	Biomolecole	BIO/18	Si
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	LM-6 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.	1	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/09	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.	1	LM-6 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/06	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI	1	LM-6 R	D	A scelta	BIO/05	No

MODELLO ALTERNATIVI (496EE) Obiettivi corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, dell'abbiomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo di corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.				dello studente		
TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA (435EE) Obiettivi Il corso tratterà le più comuni tecniche per la preparazione e la visione di campioni biologici al microscopio elettronico a trasmissione che a scansione. Particolare evidenza verrà data al riconoscimento degli artefatti e alle tecniche che prevedono l'uso di oro colloidale e di attività enzimatica. Il corso si propone di portare a conoscenza degli studenti le potenzialità della microscopia elettronica nella ricerca biologica.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z) Obiettivi L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea). Moduli ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO (2) TESI DI LAUREA MAGISTRALE (1)	45 1 44	LM-6 R	E	Per la prova finale	NN, PROFIN_S	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z) Obiettivi L'Attività prevede un tirocinio ed un internato di tesi. L'internato di tesi prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente sia durante il tirocinio che nel periodo successivo seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea). Moduli TESI DI LAUREA MAGISTRALE (1) ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO (2)	20 19 1	LM-6 R	E	Per la prova finale	NN, PROFIN_S	No
TIROCINIO (1005Z) Obiettivi L'attività formativa prevede un tirocinio di 25 CFU propedeutico alla tesi di laurea da svolgersi sotto la guida di un tutor interno che sarà anche relatore della tesi.	25	LM-6 R	F	Tirocini formativi e di orientamento	NN	No
ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z) Obiettivi L'obiettivo è di aver acquisito ulteriori conoscenze	3	LM-6 R	F	Ulteriori conoscenze linguistiche	NN	Si

linguistiche di una lingua della comunità europea (Inglese) che permettano allo studente di scrivere e parlare fluentemente (livello B2).

Anno di corso non specificato

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO 2 (181EE) Obiettivi Il corso si propone di illustrare le modalità con cui si realizza l'organogenesi nei vertebrati, integrando quanto trattato nel corso di Biologia dello sviluppo della laurea triennale. Verranno studiate le interazioni tissutali e genetico-molecolari che portano alla formazione degli organi ed apparati a partire dagli abbozzi degli organi. Sviluppo dei derivati ectodermici: tubo neurale e sistema nervoso centrale; epidermide e annessi cutanei; scaglie, squame, peli e penne. Derivati delle creste neurali. Sviluppo degli organi mesodermici: somiti e loro derivati; muscolatura striata, derma e scheletro; il sistema urogenitale; le lamine laterali, il sistema cardiovascolare. Sviluppo dei derivati endodermici: apparato digerente e sistema respiratorio.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
NANOMEDICINE (442EE) Obiettivi La nano-medicina riguarda l'utilizzo di macromolecole ingegnerizzate e strutture su scala nanoscopica allo scopo di manipolare cellule a livello subcellulare, di molecole o atomi. E' una disciplina moderna di derivazione dalle nanotecnologie e si riferisce ad interventi altamente specifici su scala molecolare per attuare terapie e chirurgie cellulari allo scopo di curare le malattie o per interventi di medicina rigenerativa.	3	LM-6 R	D	A scelta dello studente	BIO/11	No

Piano di Studio: WTBR-LM-25-25-25

Anno Regolamento Didattico	2025/2026
Anno di Coorte	2025/2026
Anno di Revisione	2025/2026

Stato Piano generato	Approvato
Schema Statutario	Sì
Totale CFU	120
Totale CFU Obbligatori	66

Anno di Corso: 1° (2025/2026)

Totale CFU Minimi	57
Totale CFU Obbligatori	57

Regola 1: OBBLIGATORI PRIMO ANNO (Obbligatoria)
Attività Obbligatorie. 10AF.

CFU obbligatori	57
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ANALISI GENETICHE E GENOMICHE (176EE)	6	BIO/18	Sì	No
BIOCHIMICA CELLULARE (177EE)	9	BIO/10	Sì	No
BIOINFORMATICA (178EE)	3	INF/01	Sì	No
BIOLOGIA MOLECOLARE 2 (183EE)	6	BIO/11	Sì	No
BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE DELLE PIANTE (182EE)	6	BIO/01	Sì	No
BIOSTATISTICA (130PP)	6	SECS-S/02	Sì	No
CORSO AVANZATO DI BIOLOGIA CELLULARE (294EE)	6	BIO/06	Sì	No
MECCANISMI DI COMUNICAZIONE CELLULARE (538EE)	3	BIO/06	Sì	No
MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)	6	MED/07	Sì	No
STEM CELLS (518EE)	6	BIO/06	Sì	No

Regola 5: SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (Da elenco)
1 CFU a scelta tra i seguenti.

Sovrannumeraria	SI
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	MED/42	No	No

Anno di Corso: 2° (2026/2027)

Totale CFU Minimi	63
Totale CFU Obbligatori	9

Regola 2: OBBLIGATORI SECONDO ANNO (Obbligatoria)
Attività Obbligatorie. 2AF.

CFU obbligatori	9
Sovrannumeraria	NO

Abilita scelta da libretto NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
GENETICA MOLECOLARE (188EE)	6	BIO/18	Sì	No
ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z)	3	NN	Sì	No

Regola 3: TESI (Gruppo scelta esami)

Gruppo Scelta Esami. 45 CFU

TAF E - Lingua/Prova Finale

Ambito 83779 - Per la prova finale

Sovrannumeraria NO

Abilita scelta da libretto NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z)	45	NN, PROFIN_S	No	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z)	20	PROFIN_S, NN	No	No
TIROCINIO (1005Z)	25	NN	No	No

Regola 4: LIBERA SCELTA (Gruppo scelta esami)

Gruppo Scelta Esami. 9 CFU

TAF D - A scelta dello studente

Ambito 83778 - A scelta dello studente

Sovrannumeraria NO

Abilita scelta da libretto NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)	3	BIO/04	No	No
CANCER BIOCHEMISTRY (0005E)	3	BIO/10	No	No
COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E)	3	BIO/06, BIO/10	No	No
COMPARATIVE NEUROBIOLOGY (424EE)	6	BIO/06	No	No
EVOLUZIONE E SVILUPPO (186EE)	3	BIO/06	No	No
SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)	3	BIO/06, BIO/09, BIO/05	No	No
TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA (435EE)	3	BIO/05	No	No

Obiettivi attività formative

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- ANALISI GENETICHE E GENOMICHE (176EE)

Obiettivi Formativi

Imparare i metodi di indagine genetica e approfondire i metodi di analisi del genoma. Il corso ha anche come obiettivo quello di aiutare a riflettere sull'importanza e sul significato della variabilità genetica. Il corso si incentra prevalentemente sui metodi di analisi molecolare per l'amplificazione, la genotipizzazione e lo studio del DNA, sui metodi di indagine della suscettibilità genetica e sul significato della variabilità genetica (prevalentemente applicata all'uomo).

- BIOCHIMICA CELLULARE (177EE)

Obiettivi Formativi

Il principale obiettivo formativo sarà lo studio degli aspetti molecolari dei meccanismi cellulari con particolare attenzione alla funzione svolta dalle proteine. Il corso, che presuppone buone conoscenze di base sulla struttura e funzione delle proteine e sull'organizzazione delle cellule eucariotiche, prenderà in esame anche aspetti strutturali associati alla funzione delle proteine. Speciale rilievo verrà dato allo studio del metabolismo cellulare ed alla regolazione dei sistemi di risposta cellulare nei confronti di stimoli esterni in condizioni sia fisiologiche che patologiche.

- BIOINFORMATICA (178EE)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di far apprendere l'uso dei principali strumenti bioinformatici di ausilio alla ricerca in biologia molecolare. Elementi di Teoria dell'informazione e di teoria algoritmica dell'Informazione. Bioinformatica orientata alle sequenze: banche dati di sequenze, ricerche per soggetto, allineamenti e multi-allineamenti, ricerche per omologia. Banche dati di sequenze genomiche. Analisi di sequenze genomiche (predizioni di sequenze coding, di introni, di sequenze regolatrici). Bioinformatica orientata alle strutture: rapporto struttura/funzione nelle proteine, predizione di strutture IIarie, predizione di strutture IIIarie, banche dati strutturali. Bioinformatica orientata alle funzioni: banche dati funzionali (genomica funzionale, proteomica), reti di controllo genico, reti metaboliche.

- BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)

Obiettivi Formativi

Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.

- BIOLOGIA MOLECOLARE 2 (183EE)

Obiettivi Formativi

Conoscenza dei meccanismi che controllano l'espressione genica a livello trascrizionale e post-trascrizionale negli eucarioti. Studio delle strategie sperimentali che hanno permesso la comprensione dei meccanismi molecolari trattati. Regolazione dell'espressione genica negli eucarioti. Ruolo della cromatina. Trasporto nucleo-citoplasmatico di mRNA, RNA editing, RNA interference, microRNA, controllo della stabilità, della traduzione e della localizzazione degli mRNA. Segnali e meccanismi di localizzazione per proteine nucleari, di membrana e secrete. Tecniche utilizzate nell'analisi del controllo post-trascrizionale dell'espressione genica.

- BIOLOGIA MOLECOLARE E CELLULARE DELLE PIANTE (182EE)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire conoscenze di tipo molecolare relativamente alle cellule e agli organismi vegetali. Verranno, inoltre, fornite indicazioni sulle principali metodiche di manipolazione dell'espressione genica e di colture vegetali. Colture di cellule e tessuti vegetali e loro vie potenziali di crescita e differenziamento: induzione, mantenimento e caratterizzazione del callo e di sospensioni cellulari. Colture

di protoplasti ed ibridazione somatica. Vari metodi di trasferimento genico. Geni marcatori e geni reporter. Proteine ricombinanti. Miglioramento genetico delle piante: pratiche convenzionali e tecnologia del DNA ricombinante.

- **BIOSTATISTICA (130PP)**

Obiettivi Formativi

Introdurre lo studente alle conoscenze informatiche e alle metodologie per il trattamento statistico dei dati e dei segnali in ambito biomedico.

- **CANCER BIOCHEMISTRY (0005E)**

Obiettivi Formativi

L'insegnamento presenterà una panoramica dei processi di sviluppo del cancro con particolare attenzione agli aspetti molecolari e metabolici associati alla patologia. Particolare attenzione sarà data alla presentazione dei processi biochimici che sono alla base della trasformazione cellulare nella forma tumorale.

- **COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E)**

Obiettivi Formativi

Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell'organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell'aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.

- **COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E)**

Obiettivi Formativi

Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano. Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell'organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell'aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.

- **COMPARATIVE NEUROBIOLOGY (424EE)**

Obiettivi Formativi

Axonal regeneration in vertebrates. Trafficking of neurotrophic factors in birds and mammals. Bacterial neurotoxins. Anatomy and physiology of interhemispheric connections. Plasticity of the motor system after damage: experiments in humans and animals. The mirror neuron system in primates and birds. Neuronal hyperexcitability and epilepsy: experiments in humans and animal models. Comparisons of sensory organs in different species and correlations with habitat features . Chemoreceptors and photoreceptors in mammalian and non mammalian vertebrates; rhabdomeric photoreceptors in insects. Dysfunctions of sensory systems due to receptor abnormalities in the olfactory and visual system. Human pathological conditions and experimental approaches for the study and repair. Cochlear implant, artificial nose and epi and intraretinal prosthesis for sensory repair. The experimental path to reach clinical

trial from prosthetic approaches in the lab. Optogenetic targeting of retinal and cortical neurons for vision restoration.

- **CORSO AVANZATO DI BIOLOGIA CELLULARE (294EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di approfondire importanti aspetti della biologia della cellula eucariotica. In particolare verranno trattati i meccanismi molecolari che regolano il ciclo cellulare, l' invecchiamento e la morte cellulare programmata e le alterazioni di queste funzioni in cellule tumorali. Verranno inoltre affrontati aspetti relativi alla struttura e funzione della matrice extracellulare ed ai fenomeni di adesione e migrazione cellulare

- **EVOLUZIONE E SVILUPPO (186EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso analizza i rapporti e le connessioni tra sviluppo ed evoluzione. In particolare vengono analizzate le modificazioni dello sviluppo che sono importanti per determinare la variazione e l'evoluzione morfologica. Evo-devo, una nuova disciplina tra evoluzione e sviluppo. Conservazione ed evoluzione dei meccanismi di sviluppo: evoluzione dei piani corporei;evoluzione delle appendici negli artropodi; regolazione della formazione delle zampe e false zampe negli insetti; evoluzione della colonna vertebrale nei vertebrati. Dalle pinne agli arti dei tetrapodi. Evoluzione adattiva e sviluppo: il caso dei fringuelli di Darwin.

- **MECCANISMI DI COMUNICAZIONE CELLULARE (538EE)**

Obiettivi Formativi

Lo studente acquisirà gli strumenti per comprendere l'importanza delle interazioni tra cellule di tessuti diversi nel differenziamento cellulare e nello sviluppo di ogni singolo tessuto. Il corso descriverà, in generale, le modalità e i meccanismi molecolari di comunicazione cellulare (cellula-cellula e cellula-ambiente) e, in dettaglio, le modalità di interazione tra tessuti nello sviluppo e nell'adulto nonché le implicazioni patologiche delle alterazioni delle suddette interazioni. Alcuni esempi riguarderanno l'interazione tra microglia, la macroglia e cellule neuronali; l'interazione tra motoneuroni e muscolo scheletrico, e i meccanismi di formazione della giunzione neuromuscolare; l'interazione tra tessuto adiposo, sistema immunitario innato e tessuto muscolare nella rigenerazione muscolare e l'interazione tra tessuto osseo e tessuto muscolare.

- **MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)**

Obiettivi Formativi

Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro relazioni filogenetiche; (iii) sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.

- **SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)**

- **SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- **SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la

presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- **SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)**

Obiettivi Formativi

corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- **STEM CELLS (518EE)**

Obiettivi Formativi

Introduction Main features of stem cells. Self-renewal and differentiation. Asymmetric and symmetric cell divisions. Transit amplifying cells. Totipotency, pluripotency and multipotency. Generalities and applications of stem cells. Molecular mechanisms driving cell differentiation at the morula stage. Cell fate decision leading to trophoblast, primitive endoderm and epiblast: the role of transcription factors. Embryonic Stem Cells (ESCs) Origin of ESCs. The ESC ability to self-renew and to produce differentiated cells is controlled by dynamic interplays between epigenetic, extrinsic signaling, transcriptional and post-transcriptional regulations. Molecular details of pluripotency: OCT4, SOX2, NANOG. LIF signaling pathway. A KLF core regulates self-renewal of ESCs. Cooperative lineage restriction by BMP4/Id and LIF/STAT3. ESCs and regulation of the cell cycle. Differentiation of ESCs. Induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs) Introduction to induced pluripotency. Yamanaka discovery: first generation of iPSCs (2006). The second generation of iPSCs. iPSCs without c-Myc. New methods for iPSC generation: Thomson contribution (2007). Improving the speed and efficiency of iPSC generation. Reprogramming with Vitamin C. Transgene-free iPSCs. Genetic reprogramming vs. chemical reprogramming. Disease modeling. Development of pluripotent stem cell-based therapies. Adult Stem Cells Role of stem cells in adult tissues. Concept of niche. Mesenchymal and hematopoietic stem cells. Epidermal stem cells, limbal stem cells of the corneal epithelium. Intestinal stem cells. Neural stem cells. Identification and function of quiescent and activated stem cells in selected tissues. Role of extrinsic and intrinsic factors in adult stem cells. Generation of organoids. Therapeutic approaches.

- **TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA (435EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso tratterà le più comuni tecniche per la preparazione e la visione di campioni biologici al microscopio elettronico a trasmissione che a scansione. Particolare evidenza verrà data al riconoscimento degli artefatti e alle tecniche che prevedono l'uso di oro colloidale e di attività enzimatica. Il corso si propone di portare a conoscenza degli studenti le potenzialità della microscopia elettronica nella ricerca biologica.

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)**

Obiettivi Formativi

Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.

- **CANCER BIOCHEMISTRY (0005E)**

Obiettivi Formativi

L'insegnamento presenterà una panoramica dei processi di sviluppo del cancro con particolare attenzione agli aspetti molecolari e metabolici associati alla patologia. Particolare attenzione sarà data alla presentazione dei processi biochimici che sono alla base della trasformazione cellulare nella forma tumorale.

- COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E)

Obiettivi Formativi

Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano.

Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell'organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell'aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.

- COGNIZIONE MOLECOLARE DELLA CELLULA (0006E)

Obiettivi Formativi

Il corso offre un'introduzione su quello che viene chiamato il “problema cognitivo della cellula”, ovvero la capacità della cellula di adattarsi all'ambiente percependo e integrando i fattori esterni e confrontandoli con una rappresentazione interna del proprio stato per consentire la risposta che massimizza al meglio le proprie funzioni e sopravvivenza. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei principi di progettazione delle interazioni biologiche con il mondo esterno e fornire un modello in cui tali principi si applicano.

Attraverso esempi sperimentali e semplici modelli teorici necessari per la loro interpretazione, verranno affrontati i seguenti argomenti: o “Condensati” molecolari e il loro sottile ruolo nella regolazione della trascrizione o Network trascrizionali come rappresentazioni interne degli ambienti esterni nell'organismo adulto e durante lo sviluppo embrionale o Il ruolo dell'aggregazione molecolare in “rafts” al confine della cellula (membrana plasmatica). o Memoria cellulare (non sinaptica) come risultato di percorsi biochimici auto-organizzati e di rimodellamento della cromatina.

- COMPARATIVE NEUROBIOLOGY (424EE)

Obiettivi Formativi

Axonal regeneration in vertebrates. Trafficking of neurotrophic factors in birds and mammals. Bacterial neurotoxins. Anatomy and physiology of interhemispheric connections. Plasticity of the motor system after damage: experiments in humans and animals. The mirror neuron system in primates and birds. Neuronal hyperexcitability and epilepsy: experiments in humans and animal models. Comparisons of sensory organs in different species and correlations with habitat features. Chemoreceptors and photoreceptors in mammalian and non mammalian vertebrates; rhabdomeric photoreceptors in insects. Dysfunctions of sensory systems due to receptor abnormalities in the olfactory and visual system. Human pathological conditions and experimental approaches for the study and repair. Cochlear implant, artificial nose and epi and intraretinal prosthesis for sensory repair. The experimental path to reach clinical trial from prosthetic approaches in the lab. Optogenetic targeting of retinal and cortical neurons for vision restoration.

- EVOLUZIONE E SVILUPPO (186EE)

Obiettivi Formativi

Il corso analizza i rapporti e le connessioni tra sviluppo ed evoluzione. In particolare vengono analizzate le modificazioni dello sviluppo che sono importanti per determinare la variazione e l'evoluzione morfologica. Evo-devo, una nuova disciplina tra evoluzione e sviluppo. Conservazione ed evoluzione dei meccanismi di sviluppo: evoluzione dei piani corporei; evoluzione delle appendici negli artropodi; regolazione della formazione delle zampe e false zampe negli insetti; evoluzione della colonna vertebrale nei vertebrati. Dalle pinne agli arti dei tetrapodi. Evoluzione adattiva e sviluppo: il caso dei fringuelli di Darwin.

- GENETICA MOLECOLARE (188EE)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di consolidare le conoscenze sulla funzione dei geni e l'importanza che rivestono nel

controllo della stabilità dell'informazione genetica e come tali meccanismi siano stati caratterizzati. Sarà approfondito l'aspetto genetico-molecolare di alcuni argomenti già trattati a livello più elementare nel corso di Genetica (mutazione, ricombinazione, riparazione del DNA e meccanismi epigenetici) facendo riferimento, in particolare, a come tali processi modulino l'espressione genica. Per alcuni dei processi molecolari di cui sopra, si porrà particolare attenzione alla funzione svolta da alcuni geni-chiave di rilevante importanza per l'uomo. In aggiunta, verranno proposti e discussi alcuni recenti lavori della letteratura scientifica che riguardano un particolare e specifico aspetto di una delle tematiche trattate.

- SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)

- SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)

Obiettivi Formativi

Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)

Obiettivi Formativi

Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- SPERIMENTAZIONE ANIMALE E SISTEMI MODELLO ALTERNATIVI (496EE)

Obiettivi Formativi

Il corso presenterà i principi e le applicazioni delle 3R per un corretto approccio sperimentale in tutti gli ambiti della biologia, della biomedicina e delle biotecnologie. Obiettivo del corso sarà anche la presentazione dello stato dell'arte sullo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie alternative e/o integrative alla sperimentazione animale.

- TECNICHE DI MICROSCOPIA ELETTRONICA IN BIOLOGIA (435EE)

Obiettivi Formativi

Il corso tratterà le più comuni tecniche per la preparazione e la visione di campioni biologici al microscopio elettronico a trasmissione e a scansione. Particolare evidenza verrà data al riconoscimento degli artefatti e alle tecniche che prevedono l'uso di oro colloidale e di attività enzimatica. Il corso si propone di portare a conoscenza degli studenti le potenzialità della microscopia elettronica nella ricerca biologica.

- TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z)

Obiettivi Formativi

L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).

- TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z)

Obiettivi Formativi

L'attività prevede un tirocinio ed un internato di tesi. L'internato di tesi prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente sia durante il tirocinio che nel periodo successivo seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).

- TIROCINIO (1005Z)

Obiettivi Formativi

L'attività formativa prevede un tirocinio di 25 CFU propedeutico alla tesi di laurea da svolgersi sotto la guida di un tutor interno che sarà anche relatore della tesi.

- **ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo è di aver acquisito ulteriori conoscenze linguistiche di una lingua della comunità europea (Inglese) che permettano allo studente di scrivere e parlare fluentemente (livello B2).

Anno di corso non specificato

- **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO 2 (181EE)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di illustrare le modalità con cui si realizza l'organogenesi nei vertebrati, integrando quanto trattato nel corso di Biologia dello sviluppo della laurea triennale. Verranno studiate le interazioni tissutali e genetico-molecolari che portano alla formazione degli organi ed apparati a partire dagli abbozzi degli organi. Sviluppo dei derivati ectodermici: tubo neurale e sistema nervoso centrale; epidermide e annessi cutanei; scaglie, squame, peli e penne. Derivati delle creste neurali. Sviluppo degli organi mesodermici: somiti e loro derivati; muscolatura striata, derma e scheletro; il sistema urogenitale; le lamine laterali, il sistema cardiovascolare. Sviluppo dei derivati endodermici: apparato digerente e sistema respiratorio.

- **NANOMEDICINE (442EE)**

Obiettivi Formativi

La nano-medicina riguarda l'utilizzo di macromolecole ingegnerizzate e strutture su scala nanoscopica allo scopo di manipolare cellule a livello subcellulare, di molecole o atomi. E' una disciplina moderna di derivazione dalle nanotecnologie e si riferisce ad interventi altamente specifici su scala molecolare per attuare terapie e chirurgie cellulari allo scopo di curare le malattie o per interventi di medicina rigenerativa.