



## Corso di studi: Biologia molecolare e cellulare (Laurea magistrale)

**Denominazione:** Biologia molecolare e cellulare

**Dipartimento :** BIOLOGIA

**Classe di appartenenza:** LM-6 BIOLOGIA

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** 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 con una preparazione di punta nell'ambito della biologia molecolare, e con un'approfondita conoscenza delle metodologie inerenti alla ricerca, e delle 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, 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, bio-informatiche 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.

La Laurea magistrale in Biologia molecolare e cellulare rappresenta una base culturale per il proseguimento della formazione avanzata attraverso il dottorato di ricerca.

**Numero stimato immatricolati:** 50

**Requisiti 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. Per tutti gli studenti si prevede inoltre una prova individuale (scritta e orale) con una commissione apposita della LM, durante la quale si possa valutare 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 (in base ad eventuali debiti formativi individuati) prima di essere ammesso al corso di laurea magistrale
- non essere ammesso al corso di laurea magistrale.

**Specifica CFU:** Per le attività formative che prevedono lezioni frontali ogni CFU corrisponde a 8 ore di didattica formale e 17 ore di studio individuale. Per le attività che prevedono esercitazioni in aula ogni CFU corrisponde a 12 ore di lezione e 13 ore di studio individuale. Per le attività che prevedono esperienze condotte in laboratorio ogni CFU

corrisponde a 16 ore di laboratorio e 9 ore di studio individuale.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** 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 in considerazione dopo avere valutato una serie di aspetti esplicitati successivamente (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.

**Attività di ricerca rilevante:** La proposta del corso di laurea magistrale in Biologia Molecolare e Cellulare si è sviluppata con il contributo di varie Unità del Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa (Biochimica, Biologia Cellulare e dello Sviluppo, Genetica, Microbiologia), i cui membri svolgono attività di ricerca su aspetti inerenti le discipline oggetto del corso di laurea magistrale in questione; la Biologia Molecolare e Cellulare è inoltre un ambito in cui operano docenti appartenenti ad altre unità del Dipartimento di Biologia. I curricula scientifici di tali docenti, compresi nell'elenco dei docenti di riferimento, mettono in evidenza le attività di ricerca che essi svolgono su queste tematiche.

Di seguito è riportato un elenco di recenti pubblicazioni di tali docenti:

LANDI D, GEMIGNANI F, BARALE R, LANDI S, A catalog of polymorphisms falling in microRNA-binding regions of cancer genes., DNA AND CELL BIOLOGY 35,,2008

LANDI D, GEMIGNANI F, Naccarati A, Pardini B, Vodicka P, Vodickova L, Novotny J, Fořsti A, Hemminki K, Canzian F, LANDI S, Polymorphisms within micro-RNA-binding sites and risk of sporadic colorectal cancer., CARCINOGENESIS, 579584, 2008

Ugolini D, Neri M, Ceppi M, Cesario A, Dianzani I, Filiberti R, GEMIGNANI F, LANDI S, Magnani C, Mutti L, Puntoni R, Bonassi S, Genetic susceptibility to malignant mesothelioma and exposure to asbestos: The influence of the familial factor., MUTATION RESEARCH-REVIEWS IN MUTATION RESEARCH, 162, 171, 2008

Campa D, TAVANTI A, GEMIGNANI F, Mogavero Cs, Bellini I., Bottari F., BARALE R, LANDI S, SENESI S, A DNA microarray based on Arrayed-Primer Extension (APEX) technique for identification of pathogenic fungi responsible for invasive and superficial mycoses., JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY, 46, 909, 2008

Neri M, Ugolini D., Dianzani I, GEMIGNANI F, LANDI S, Cesario A, Magnani C, Mutti L, Puntoni R, Bonassi S, Genetic susceptibility to malignant pleural mesothelioma and other asbestos-associated diseases., MUTATION RESEARCH - REVIEWS, 659/1-2, 126,, 2008

CASINI P, ORI M, Avenoso A, D'ascola A, Traina P, Mattina W, Perris R, Campo G m, Calatroni A, NARDI I, Campo S, Identification and gene expression of versican during early development of Xenopus, THE INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENTAL BIOLOGY, 52 993, 2008

Decembrini S, Andreazzoli M, Barsacchi G, Cremisi F. Dicer inactivation causes heterochronic retinogenesis in Xenopus laevis. Int J Dev Biol. 52:1099-103, 2008

ROSSI L, SALVETTI A, Marincola F, Lena A, DERI P, Mannini L, BATISTONI R, Wang E, GREMIGNI V, Deciphering the molecular machinery of stem cells: a look at the neoblast gene expression profile, GENOME BIOLOGY, 2007

ROSSI L, SALVETTI A, BATISTONI R, DERI P, GREMIGNI V, Planarians, a tale of stem cells, CELLULAR AND MOLECULAR LIFE SCIENCES, 65, 16, 2008

Mannini L, DERI P, GREMIGNI V, ROSSI L, SALVETTI A, BATISTONI R, Two msh/msx genes, Djms1 and Djms2, contribute to the early blastema growth during planarian head regeneration, THE INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENTAL BIOLOGY, 52, 943, 952,, 2008

TAGLIASACCHI A M, ANDREUCCI A, GIRALDI E, Felici C, RUBERTI F, FORINO L MARIA C, Structure, DNA content and DNA methylation of synergids during ovule development in Malus domestica Borkh., CARYOLOGIA, 60/3, 290, 298, 2007

Scebba F, De bastiani M, Bernacchia G, Galli , ANDREUCCI A, Pitto L, PRMT11: a new Arabidopsis MBD7 protein partner with arginine methyltransferase activity, PLANT JOURNAL, 52, 210, 2007

ANDREUCCI A, CICCARELLI D, Desideri I, PAGNI A M, Glandular hairs and secretory ducts of Matricaria chamomilla L. (Asteraceae): morphology and histochemistry., ANNALES BOTANICI FENNICI, 45, 11, 2008

MARANGONI R, Chiarini R, Iannone G, Salerno M, DigesTip: A new device for a rapid and efficient in-solution protein digestion, PROTEOMICS, 8, 2165, 3, 2008

**Percorso di eccellenza:** non previsto

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Durante la progettazione del percorso formativo in questione come anche degli altri percorsi proposti dal consiglio dei corsi di laurea in Scienze Biologiche della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Pisa, si è tenuto conto di quanto emerso nelle riunioni del Comitato di Indirizzo (la composizione è riportata di seguito) svoltesi più volte su tale tema nel 2007, e cioè dell'opportunità di proporre un percorso triennale generale di tipo metodologico su cui potessero svilupparsi per-corsi formativi specifici ([http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione\\_CdL/verbali\\_commissioni/CI\\_finale2007.pdf](http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione_CdL/verbali_commissioni/CI_finale2007.pdf)), quali, ad esempio, i diversi percorsi magistrali proposti, sovrapponibili culturalmente a quelli attivati negli ordinamenti 509.

Si è tenuto conto inoltre di quanto emerso nelle riunioni del C.B.U.I. (Collegio dei Biologi delle Università Italiane) a cui partecipano i presidenti dei corsi di laurea in Scienze biologiche delle università italiane nonché altre parti interessate fra cui rappresentanti dell'ordine nazionale dei biologi, svolto su questo tema allo scopo di armonizzare l'offerta formativa triennale e magistrale nell'area delle Scienze Biologiche.

Composizione del COMITATO DI INDIRIZZO nel periodo citato: Responsabile: Carducci Annalaura, Membri: Castelli Alberto, Sbrana

Isabella, Senesi Sonia, Tozzi Maria Grazia, Verni Franco, Pollonara Enrica, Bernabei Manuela – studente, Muntoni Chiara – studente, Munaò Irene – studente, Pagani Luca – studente, Barsanti Sergio - Sammontana S.p.A., Benedettini Gioia - ARPAT – Pisa, Cenni Mario - ARPAT Lucca, Ceccanti Stefano - Abiogen Pharma, Cercignani Gio-vanni Rappresentante della SSIS, Longo Vincenzo - Presidente Ass. Scientifica Biologi di Pisa, Marchetti Gloria - Liceo Scientifico Cecioni – Livorno, Olivieri Luigi - ASL Pisa - Analisi cliniche, Pacini Renzo - Azienda ASL6 -Livorno Alimenti Ambiente, Perfetti Antonio - Ente Parco Regionale, Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli, Peruzzi Paolo - Società Acque S.p.A., Razza Domenico - Gruppo Uliveto Rocchetta, Sanna Alessandro - Provincia di Pisa, Serena Fabrizio - ARPAT – Livorno, Sconosciuto Antonio - Società della salute Pisa,

**Informazioni aggiuntive:** le proposte fatte per la scelta guidata sono facoltative; lo studente interessato a diversificare la scelta può presentare le proprie proposte al consiglio di corso di laurea per l'approvazione

I corsi di 6 cfu saranno tenuti su base semestrale o annuale in base alle esigenze didattiche

I corsi di 3 cfu saranno tenuti su base semestrale

I corsi di 9 cfu saranno tenuti di norma su base annuale

Sulla base di quanto approvato dal cbui (collegio dei biologi delle università italiane) il corso di laurea ha messo a punto una scheda tuning contenente una matrice delle competenze versus unità didattiche ([http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione\\_CdL/Ordinamento270.htm](http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione_CdL/Ordinamento270.htm)).

Le attività formative che prevedono lezioni frontali ed esercitazioni (o lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio), ove non sia specificato diversamente, prevedono 1 solo CFU di esercitazione (o di laboratorio).

## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1 Biologia molecolare e cellulare

### Primo anno (57 CFU)

#### Analisi Genetiche e Genomiche (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Analisi Genetiche e Genomiche	6	BIO/18	Caratterizzanti

#### Biochimica cellulare (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biochimica cellulare	9	BIO/10	Caratterizzanti

#### Biologia molecolare e cellulare delle piante (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biologia molecolare e cellulare delle piante	6	BIO/01	Caratterizzanti

#### Biologia Molecolare 2 (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biologia Molecolare 2	6	BIO/11	Caratterizzanti

#### Biostatistica (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biostatistica	6	SECS-S/02	Caratterizzanti

#### Cellule staminali (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Cellule staminali	6	BIO/06	Caratterizzanti

#### Corso avanzato di Biologia Cellulare (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Corso avanzato di Biologia Cellulare	6	BIO/06	Caratterizzanti

#### Bioinformatica (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Bioinformatica	3	INF/01	Affini o integrative

Biologia della riproduzione (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biologia della riproduzione	3	BIO/06	Affini o integrative

Microbiologia molecolare (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Microbiologia molecolare	6	MED/07	Affini o integrative

## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1 Biologia molecolare e cellulare

Secondo anno (63 CFU)

Genetica Molecolare (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Genetica Molecolare	6	BIO/18	Caratterizzanti

Scelta libera (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Scelta libera	9		Altre attività - scelta libera dello studente

Tesi di Laurea Magistrale (48 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Tesi di Laurea Magistrale	47		Prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro

## Gruppi per attività a scelta nel CDS Biologia molecolare e cellulare

Gruppo GR1 (9 CFU)

**Descrizione:** corsi proposti allo studente come scelta guidata

Attività contenute nel gruppo

Biochimica dell'adattamento (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biochimica dell'adattamento	3	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

Bioetica per LM (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioetica per LM	3	M-FIL/03 FILOSOFIA MORALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Bioinformatica avanzata (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica avanzata	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Biologia della riproduzione delle piante (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della riproduzione delle piante	3	BIO/01 BOTANICA GENERALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia dello sviluppo 2 (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia dello sviluppo 2	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia Evoluzionistica e Simbiosi (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia Evoluzionistica e Simbiosi	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia molecolare post genomica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia molecolare post genomica	3	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biotecnologie per il miglioramento genetico e la conservazione del germoplasma vegetale (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biotecnologie per il miglioramento genetico e la conservazione del germoplasma vegetale	3	BIO/01 BOTANICA GENERALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Chimica Analitica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Chimica Analitica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Controllo molecolare dello sviluppo dell'occhio (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Controllo molecolare dello sviluppo dell'occhio	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Cultura e metodo scientifico (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Cultura e metodo scientifico	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Didattica della Biologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della Biologia mod. I	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni
Didattica della Biologia mod. II	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Ecologia molecolare e filogeografia marina (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia molecolare e filogeografia marina	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Evoluzione molecolare dell'uomo (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione molecolare dell'uomo	6	BIO/08 ANTROPOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Evoluzione e sviluppo (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e sviluppo	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Farmacologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Farmacologia	6	BIO/14 FARMACOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Fondamenti di biochimica cellulare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fondamenti di biochimica cellulare	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Laboratorio di citologia (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Laboratorio di citologia	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni

## Metodologie proteomiche in fisiologia vegetale (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
METODOLOGIE PROTEOMICHE IN FISILOGIA VEGETALE	3	BIO/04 FISILOGIA VEGETALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Modelli matematici in biologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modelli matematici in biologia	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni
--------------------------------	---	---------------------------	---	----------------------------------

## Neurobiologia (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia	6	BIO/09 FISILOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Neurobiologia comparata (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia comparata	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Processi di rigenerazione (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Processi di rigenerazione	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Protistologia molecolare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Protistologia molecolare	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Sistematica e filogenesi molecolare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistematica e filogenesi molecolare	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Sviluppo e differenziamento del sistema nervoso (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sviluppo e differenziamento del sistema nervoso	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Attività formative definite nel CDS Biologia molecolare e cellulare

## Analisi Genetiche e Genomiche (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Genetic and Genomic Analyses

**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).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is aimed to teach the methods of genetic analysis and is aimed also to deep the knowledge of the use of genetic markers to dissect simple and complex phenotypic traits. The course is aimed to shed lights on the importance of the genetic variability for living beings.

The course highlights the molecular methods of analysis for amplification, genotyping, and sequencing of DNA samples and is aimed to teach how genetic markers can be used to discover novel genes involved in mendelian traits as well as in complex phenotypes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto ed orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi Genetiche e Genomiche	6	BIO/18 GENETICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Biochimica cellulare (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Cellular biochemistry

**Obiettivi formativi:** Il principale obiettivo formativo sarà lo studio degli aspetti molecolari dei principali 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 i principali meccanismi di regolazione della funzione proteica nel contesto cellulare. Speciale rilievo verrà dato alle strategie sperimentali impiegate nell'analisi molecolare dei processi cellulari, ed alla struttura e meccanismi d'azione dei componenti proteici coinvolti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main objective of the course will be the study of the molecular aspects of the cellular mechanisms with particular attention to the proteins function in the cell.

The course, presupposing good knowledge about the structure and function of proteins and the organization of eukaryotic cells, will be focused on the study of the main regulation mechanism of protein function in a cellular context. A relevant part of the course are also the experimental strategies applied in the molecular analysis of the cellular processes and the structure and the mechanism of action of the protein components involved.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** nessuno

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biochimica cellulare	9	BIO/10 BIOCHIMICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Biochimica dell'adattamento (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biochemistry of Adaptation

**Obiettivi formativi:** Ampliare le conoscenze a livello biomolecolare e biochimico sugli adattamenti evolutivi e sui meccanismi operanti negli organismi per adattarsi a diverse situazioni ambientali e di sviluppo, analizzando alcuni esempi particolarmente significativi. Le lezioni e i seminari finali sono in inglese per accrescere la conoscenza e l'uso dell'inglese scientifico nella disciplina specifica.

Syllabus: Introduzione all'adattamento biochimico e biomolecolare. Meccanismi dell'adattamento e le loro scale temporali e biologiche. Utilizzo di O<sub>2</sub> nei Vertebrati: variazioni di struttura, funzioni e ligandi nelle emoglobine. Evoluzione dei geni globinici dagli Archaea agli Eukarya, e regolazione della loro espressione. Percezione dei colori tramite pigmenti visivi di tipo rodopsinico: il caso dei Primati. Risposte alla luce visibile in Archaea, Eubacteria e Protista. Altri esempi tratti dalla fotobiologia.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Course education scopes:

To get further insights into the Molecular Biology and Biochemistry of evolutionary adaptation and on the mechanisms acting in organisms to cope with different environmental and developmental challenges; some relevant topics in this respect will be analysed. Lectures and final seminars are given in English, so the course also aims at developing a better knowledge and use of scientific English in this field.

Syllabus: Introduction to biochemical and biomolecular adaptation. Mechanisms of adaptation, their time and biological scales. O<sub>2</sub> utilisation in Vertebrates: changes in structure, functions and ligands of hemoglobins. Evolution of the globin genes from Archaea to Eukarya, including some aspects of their transcriptional regulation. Colour perception through rhodopsin-like visual pigments: the case of Primates. Visible light responses in Archaea, Eubacteria and Protista. Some further lessons from photobiology.

**CFU:** 3



**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** Prerequisiti: Conoscenze di base in Biochimica, Biologia Molecolare, Genetica e Fisiologia generale.

Livello di conoscenza della lingua inglese: beginner.

Frequenza fortemente consigliata

**Modalità di verifica finale:** Prova di verifica dell'apprendimento:

Seminario alla fine del corso, svolto in lingua inglese, su tema concordato tra docente e studente

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biochimica dell'adattamento	3	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Bioetica per LM (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Bioethics (MD)**Obiettivi formativi:** Offrire strumenti concettuali per orientarsi in modo critico e senza pregiudizi nei dibattiti morali suscitati dalla rivoluzione biomedica in corso.

1. La fecondazione assistita: l'etica e i nuovi modi del nascere. 2. La bioetica in laboratorio: aspetti etici della ricerca sulle cellule staminali (embrionali e adulte). 3. Clonazione terapeutica e clonazione riproduttiva: i dilemmi morali. 4. Donazione e trapianto di organi: i problemi etici. 5. Scelte di fine vita: cure palliative, rifiuto delle cure, eutanasia attiva volontaria. 6. Lo sviluppo delle tecniche di rianimazione e lo stato vegetativo permanente: i dilemmi morali. 7. I neonati a bassissima età gestazionale: tra rianimazione, non inizio e sospensione delle cure. 8. L'ingegneria genetica e le prospettive del biopotenziamento: una deriva eugenetica o una prospettiva moralmente perseguibile? 9. Etica della ricerca scientifica: quale politica della scienza in un mondo moralmente plurale?

**Obiettivi formativi in Inglese:** To provide conceptual tools to get one's bearings into the moral debates risen by the current biomedical and biotechnological revolution with a critical eye.

1. Artificial insemination: ethics and the new ways to be born; 2. Bioethics in laboratory: ethical aspects of the stem (embryonic and adult) cells research; 3. Therapeutic cloning and reproductive cloning: moral dilemmas; 4. Organ transplantations and organ donations: ethical problems; 5. End of life choice: palliative cares, health care refusal, active voluntary euthanasia; 6. Intensive care technologies development and the vegetative permanent state: moral problems; 7. Early pre-term infants: between resuscitation, withdrawing or withholding; 8. The new eugenics: perspectives on bio-enhancement; 9. Ethics of scientific research: which science-policy in a morally pluralistic world?

**CFU:** 3**Reteirabilità:** 1**Modalità di verifica finale:** verifica con prove in itinere - prove orali e/o scritte**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioetica per LM	3	M-FIL/03 FILOSOFIA MORALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Bioinformatica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Bioinformatics**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 multiallineamenti, 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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This is a practical course aimed at training the students in the main bioinformatics tools for molecular biology research.

Fundamentals of Information Theory and Algorithmic Information Theory. Sequence-oriented Bioinformatics: sequences databases, keyword searches, alignment and multialignment, homology searches. Genomic databanks. Genomic sequences analysis (coding sequences prediction, introns prediction, regulative seqs prediction). Structure-oriented bioinformatics: structure/function relationship in proteins, prediction of llyary and llyary structures, structures databanks. Function-oriented bioinformatics: functional databanks (functional genomics, proteomics), gene control networks, metabolic networks.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Multiple-choice test scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica	3	INF/01 INFORMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

### Bioinformatica avanzata (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Bioinformatics

**Obiettivi formativi:** Introduzione

Richiamo generale alle nozioni di base della Bioinformatica. Anche dati biologiche e loro uso. Confronti tra sequenze, allineamenti e ricerche per omologia. Problemi generali delle tecnologie high-throughput: dal disegno sperimentale multivariato alla necessità di modelli per l'analisi dei dati. Il concetto di reverse-engineering e le sue molteplici applicazioni biologiche.

Parte I: genomica funzionale

Microarray

Tipologia dei microarray: lab-made (cDNA) e commerciali (Affymetrix). Elaborazione dei dati di microarray. Elementi e problemi di analisi dell'immagine. Tecniche di filtraggio del rumore. Profili di espressione genica. Identificazione di segnali differenzialmente espressi. Elementi di statistica (ANOVA multivariata). Microarray e serie temporali. Tecniche di clustering. Identificazione di geni up-regolati, down-regolati e co-regolati. La suite Bioconductor dello EBI: guida all'uso. Il database ArrayExpress dello EBI. Spottaggio di array e splicing alternativo. Problemi di incompletezza dei dati e di mismatching.

Parte II: proteomica

2D-PAGE gel

Metodi di preparazione dei gel 2D. Analisi di gel 2D: tecniche di analisi di immagine. Distorsioni del gel e problemi di analisi: algoritmi adattativi. Identificazione di spot tramite la coppia (mW, pI). Strumenti di pubblico dominio per l'analisi di gel 2D. Anche dati di mappe 2D: guida all'uso e alla ricerca.

Spettrometria di massa

Principi fondamentali della tecnica applicata alle proteine. Tipologia degli ionizzatori e dei rivelatori disponibili. Il Peptide Mass Fingerprinting: principi generali e ambito di applicabilità. Strumenti di pubblico dominio per l'analisi di spettri di massa di proteine: Mascot. Il De novo sequencing: principi e metodi. Algoritmi per il De novo sequencing: approcci e problemi.

Interazioni proteina-proteina

Problema delle inferenze delle interazioni proteina-proteina. Algoritmi di predizione delle interazioni proteina-proteina. Anche dati relative.

Parte III: metabolomica e systems biology

Cenni sugli approcci sperimentali alla metabolomica: NMR, spettrometria di massa e microscopie avanzate. Mappe metaboliche e relativi database. Modelli di simulazione di sistemi biologici. L'approccio classico e l'approccio a linguaggi formali. Modellizzazione di reti metaboliche: concetti e problemi. Reti metaboliche costitutive, signaling pathways e regolazione dell'espressione genica.

Modellizzazione di organismi completi: approcci, prospettive e problemi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course aims at describing the most important bioinformatics tools and concepts which are at the bases of modern high-throughput molecular biology. The course is divided in three different areas: functional genomics, proteomics and metabolomics. The functional genomics part deals with microarrays: their analysis and relative experimental design problem. This part integrates also one module of image analysis and one module of multivariate statistics. The proteomics part is focused on 2D-page gel analysis and database, and mass spectrometry techniques for protein identification. Last, the metabolomics part, is focused on metabolic network simulation techniques, with particular emphasis on the Gillespie's SSA algorithms and its derivate, and on the Flux Balance Analysis.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** No obbligo di frequenza, Bioinformatica come propedeutico

**Modalità di verifica finale:** Esame

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica avanzata	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Biologia della riproduzione (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biology of reproduction

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di illustrare gli eventi cellulari e molecolari che regolano la riproduzione, esaminati in diversi organismi modello con particolare riguardo ai Vertebrati ed anche all'uomo. Le basi molecolari della determinazione del sesso, dello sviluppo dell'apparato riproduttore e dei fenomeni di fecondazione verranno trattate anche con attenzione a problematiche applicative come la fecondazione in vitro.

Meccanismi molecolari di specificazione delle cellule germinali, analizzati in differenti organismi modello. Segregazione asimmetrica di determinanti della linea germinale. Aspetti molecolari della migrazione delle PGC (cellule germinali primordiali). Riprogrammazione epigenetica durante lo sviluppo precoce di Mammiferi: demetilazione attiva e passiva. Regolazione genica della determinazione del sesso in *Drosophila*, *Caenorhabditis elegans*, *Xenopus* e Mammiferi, uomo incluso. Apparato riproduttore maschile e femminile. Ovogenesi e spermatogenesi. Regolazione ormonale della gametogenesi e della fecondazione. Aspetti applicativi: tecniche di fecondazione assistita.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Objectives:

The course will deal with the study of the cellular and molecular events controlling reproduction in different model systems, particularly in Vertebrates, including humans. The molecular bases of sex determination, development of the reproductive apparatus and fertilization, as well as applications such as in vitro fertilization, will be also analyzed.

Syllabus:

Molecular mechanisms controlling germ cell specification in *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila*, *Xenopus* and mouse. Asymmetrical distribution of germline determinants. Molecules involved in PGC (primordial germ cell) migration. Epigenetic reprogramming during early development in mammals: active and passive demethylation. Molecular regulation of sex determination. Primary and secondary sex determination in humans. Male and female reproductive system. Oogenesis and spermatogenesis. Hormonal regulation of gametogenesis and fertilization. Techniques of assisted reproduction.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Propedeuticità: nessuna disciplina curriculare. Sono comunque richieste buone conoscenze di base di Citologia, Genetica, Biologia dello Sviluppo e Biologia Molecolare e conoscenza delle tecnologie biomolecolari di base.

Frequenza: non obbligatoria

**Modalità di verifica finale:** L'acquisizione dei crediti è tramite esame finale. L'esame prevede una interrogazione orale su argomenti trattati nelle lezioni. In linea di massima, non sono previste verifiche in itinere

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della riproduzione	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Biologia della riproduzione delle piante (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biology of plant reproduction

**Obiettivi formativi:** Questo corso vuol fornire uno sguardo d'insieme sulla biologia della riproduzione nelle piante, includendo le dinamiche e i meccanismi del processo sessuale, con particolare attenzione alle Angiosperme. Include lo studio della gametogenesi femminile e maschile e dell'espressione genica legata a tali processi; la self-incompatibilità e la self-incongruità e i meccanismi della loro regolazione; l'interazione polline stigma e i dispositivi di attrazione, riconoscimento e fusione dei gameti; la fertilizzazione e il controllo delle prime fasi dell'embriogenesi.

L'obiettivo è di accrescere l'interesse e la comprensione della complessità dei processi riproduttivi nelle piante e la diversità col mondo animale. Inoltre acquisire informazioni dalla letteratura più recente sugli aspetti citologici e molecolari, morfologici e di sviluppo legati alla riproduzione delle piante.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course is a starting survey on biology of plant reproduction, covering the dynamics and mechanisms of sexual processes and paying particular attention to Angiosperms. It includes male and female gametogenesis and their related gene expression; self-incompatibility, self-incongruity and mechanisms of their regulation; pollen-stigma interaction and machinery of gamete attraction, recognition and fusion; fertilization and control of early embryogenesis.

Heightening appreciation for, and understanding of, the complexity of reproductive processes in higher plants and the diversity with animal world. Moreover getting up-to-date information on cytological and molecular aspects, and on morphological and developmental characteristics related to plant reproduction.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Conoscenze di botanica e citologia vegetale.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della riproduzione delle piante	3	BIO/01 BOTANICA GENERALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Biologia dello sviluppo 2 (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Developmental Biology 2

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course illustrates the mechanisms of vertebrate organogenesis, thus integrating the topics of the basic Developmental Biology course. The interactions that progressively lead to the construction of the organs and apparatuses from the primary derivatives of the three germ layers will be described.

Development of ectodermal derivatives; neural tube and central nervous system; epidermis and skin; scales, hair and feathers. Neural crest derivatives. Development of mesodermal organs: somites and their derivatives; skeletal muscle, derma and skeleton; the urogenital system; the lateral mesoderm, the cardiovascular system. Development of endodermal organs: digestive and respiratory systems.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia dello sviluppo 2	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Biologia Evoluzionistica e Simbiosi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Evolutionary Biology and Symbiosis

**Obiettivi formativi:** Obiettivo formativo del corso in "Biologia Evoluzionistica e Simbiosi" è quello di fornire una adeguata conoscenza sui fenomeni evolutivi e sul ruolo delle associazioni simbiotiche nell'evoluzione. La biologia evoluzionistica è trattata sia illustrando la storia del pensiero evolutivo, sia attraverso l'esposizione e l'analisi critica e comparata delle principali teorie evolutive. Argomento del corso è, inoltre, l'evoluzione degli organismi terrestri, con particolare riguardo all'origine delle prime forme di vita ed alle tappe principali dell'evoluzione della vita sulla terra (l'origine della cellula eucariotica, l'origine della multicellularità, ecc.). Particolare rilievo è dato al ruolo delle associazioni simbiotiche (di tipo mutualistico, commensale o parassitario) nell'evoluzione delle specie e delle comunità. Il corso evidenzia il ruolo centrale della simbiosi in eventi evolutivi chiave, il contributo dei fenomeni simbiotici alla biodiversità, e la loro importanza nel delineare l'identità delle comunità di vari ambienti, tra cui quelli estremi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Aim of the course "Evolutionary Biology and Symbiosis" is to give a good knowledge of evolutionary phenomena and of the role of symbiotic associations in evolution. The course deals both with the history of evolutionary thought and with a critical and comparative analysis of the main evolutionary theories. Evolution of terrestrial organisms is explained with special

care for the origin of life and early evolution of life on earth (the origin of eukaryotic cell, the origin of multicellularity, etc.). Moreover, the role of symbiotic associations (mutualistic, commensal or parasitic ones) in the evolution of species and communities is taken into account. The course underlines the central role of symbiosis in key evolutionary events, the contribution of symbiotic phenomena to biodiversity, and their importance in shaping the identity of communities from different environments, including extreme habitats

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Sono considerati requisiti fondamentali conoscenze di ecologia generale, genetica, citologia, biologia molecolare, biodiversità animale e vegetale.

La frequenza del corso è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia Evoluzionistica e Simbiosi	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Biologia molecolare e cellulare delle piante (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Plant Molecular and Cell Biology

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course shows the molecular mechanisms of plant cell and organism. The main techniques about the modification of the gene expression and about plant culture are treated.

Plant cell and tissue culture and differentiation: callus and suspension culture induction, maintenance, and characterization.

Protoplast culture and somatic embryogenesis. Plant and cell transformation. Marker and reporter genes from transgenic plants.

Recombinant proteins. Comparative development and impact of transgenic crops.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia molecolare e cellulare delle piante	6	BIO/01 BOTANICA GENERALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni

### Biologia molecolare post genomica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Post-genomic molecular biology

**Obiettivi formativi:** Introduzione alle discipline "omiche": Trascrittomica e Proteomica. Analisi dei profili di espressione di interi genomi.

Principi e metodologie di base per studi su larga scala del trascrittoma e del proteoma. Mappe di interazioni proteiche. Selezione da repertori molecolari (genoteche di espressione e di esposizione). Spettrometria di massa applicata alla purificazione di complessi proteici. Nuove soluzioni dal campo delle nanotecnologie: nano-proteomica. Impatto biotecnologico.

Obiettivi: conoscenza delle tecniche di base per analizzare genomi e profili di espressione,

per studiare le interazioni tra le proteine e per consultare archivi elettronici di banche dati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to "omics" disciplines: Transcriptomics and Proteomics. Analysis of gene expression profiles. Basic principles, methodologies and current practices of high throughput technologies. Protein interactions networks. Molecular repertoires selections ( expression and display libraries). Application of Mass Spectrometry for purification of multiproteic complexes. New approaches of Nano-proteomics. Biotechnology's Impact.

Objectives: knowledge of basic technologies to analyze genomes and expression profiles, to study protein-protein interactions and to consult data-bases.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Frequenza fortemente consigliata

**Modalità di verifica finale:** esame orale con voto in trentesimi

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia molecolare post genomica	3	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia Molecolare 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular Biology 2

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Knowledge of chromatin and post-transcriptional mechanisms controlling gene expression in eukaryotes. Analysis of experimental strategies that allowed discovering the described molecular mechanisms.

Regulation of gene expression in eukaryotes. Role of chromatin. Nucleo-cytoplasmic transport of mRNA, RNA editing, control of stability, translation and localization of mRNA. Signals and mechanisms driving localization of nuclear, membrane and secreted proteins. Methods to analyze the post-transcriptional regulation of gene expression.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia Molecolare 2	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Biostatistica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biostatistics

**Obiettivi formativi:** Fornire gli strumenti per impostare un appropriato disegno dell'esperimento, per gestire in modo adeguato i risultati ottenuti, per verificare le ipotesi di partenza

Introduzione alla statistica descrittiva; cenni sulla teoria delle probabilità; statistica inferenziale: le principali distribuzioni di probabilità e stima dei parametri; distribuzioni campionarie; test di ipotesi, errori di I e II specie; inferenza sulle medie, sulle proporzioni; analisi della varianza ad uno e due criteri, e concetto di interazione, regressione e correlazione lineare semplice; cenni di statistica non parametrica. Cenni sui principale studi e misure epidemiologiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Manca

Introduction to descriptive statistics; summary description of probability theory; main probability distributions and estimates of distribution parameters; sampling distributions; testing a statistical hypothesis, errors of type I and II; inference on means; inference on proportions; one and two way ANOVA, interaction; linear regression and correlation; introduction to non parametric statistics. Introduction to epidemiological measures, studies and methods

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biostatistica	6	SECS-S/02 STATISTICA PER LA RICERCA SPERIMENTALE E TECNOLOGICA	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni

Biotechnologie per il miglioramento genetico e la conservazione del germoplasma vegetale (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biotechnology for breeding and conservation of plant germplasm

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire conoscenze sullo stato dell'arte delle biotechnologie applicate al miglioramento genetico delle piante. Saranno, inoltre, fornite indicazioni sulle principali metodiche molecolari per la caratterizzazione del germoplasma e sulle tecniche in vitro per la sua conservazione.

Analisi di casi studio di rilevanza per il miglioramento genetico delle specie erbacee ed arboree d'interesse commerciale ed ambientale. Marcatore molecolari e identificazione del germoplasma. Tecniche in vitro e conservazione del germoplasma.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims is to provide knowledge regarding the state of art of biotechnology in plant breeding. Molecular methods for the characterization of germplasm and in vitro techniques for its conservation will be also presented.

Analysis of case studies relevant to the genetic improvement of herbaceous and trees species of commercial and environmental interest. Molecular markers and in vitro techniques for germplasm characterization and conservation.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** è consigliato il corso di Biologia molecolare e cellulare delle piante

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biotechnologie per il miglioramento genetico e la conservazione del germoplasma vegetale	3	BIO/01 BOTANICA GENERALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

Cellule staminali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Stem cells

**Obiettivi formativi:** Lo scopo del corso è quello di fornire un'introduzione alla biologia di base delle cellule staminali ed enfatizzare fondamentali progressi recentemente ottenuti dalla ricerca in questo campo, incluse applicazioni pratiche e potenzialità future. Le cellule staminali hanno la capacità di dare origine a tutti i tessuti dell'uomo e questo apre grandi potenzialità per la rigenerazione dei tessuti e degli organi persi per traumi o malattie. Per realizzare questo potenziale è necessario conoscere i meccanismi fondamentali che permettono ad una cellula staminale di generare progenie con destini differenziativi diversi.

Questo corso includerà un ampio spettro di argomenti rilevanti alla biologia delle cellule staminali. Caratteristiche molecolari delle cellule staminali e il loro differenziamento in tipi cellulari specifici. Potenzialità e caratteristiche di cellule staminali somatiche ed embrionali. Possibilità di convertire cellule differenziate in cellule staminali pluripotenti (iPS). Studio delle cellule staminali in modelli animali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of this course is to provide basic understanding in the field of stem cell biology and highlight fundamental advances of the stem cell research, its applications and potential. Stem cells have the unique ability to give rise to all human tissues and hold great potential for tissue regeneration and treating human disease. Realizing this potential will require an understanding of the fundamental mechanisms that allow stem cells to generate descendants that have a variety of fates.

This course will cover a broad range of topics relevant to stem cell biology. Stem cell basics: molecular machinery of stem cells and

differentiation into specific cell types. Potential and characteristics of somatic and embryonic stem cells. Alternative source of pluripotent stem cells: induced pluripotent stem cells (iPS). Stem cells in animal models.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** nessuno

**Modalità di verifica finale:** esame finale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Cellule staminali	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Chimica Analitica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analytical Chemistry

**Obiettivi formativi:** Lo scopo del corso è di far acquisire allo studente la conoscenza pratica e teorica di alcune tecniche e metodi strumentali che si utilizzano in un laboratorio chimico con finalità analitiche. Verranno presi in considerazione aspetti qualitativi e quantitativi dell'analisi chimica ed i criteri di scelta del metodo analitico. Gli argomenti trattati includeranno: campionamento, pretrattamento del campione, calibrazione e utilizzo di standard, valutazione dell'errore e metodi statistici per l'interpretazione dei dati. Le tecniche analitiche oggetto del corso saranno: metodi volumetrici (titolazioni); metodi potenziometrici; tecniche spettroscopiche con particolare attenzione alla spettroscopia di assorbimento UV-visibile e alla spettroscopia di fluorescenza; tecniche cromatografiche e di spettrometria di massa.

Sono previste 16 ore circa di lezione e quattro esercitazioni (4 ore circa ciascuna) durante il secondo semestre.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide theoretical and practical knowledge of methods and instrumental techniques used in the analytical chemistry lab. Qualitative and quantitative aspect of chemical analysis will be introduced, together with the criteria used for the selection of the analytical methods. The topics will include: sampling, sample pre-treatment, calibration and use of standards, error evaluation and statistical interpretation of analytical data. The main part of the course will be represented by the description of principles, instrumentation and applications of the following analytical techniques: potenziometric methods; spectroscopic methods focusing on UV-visible absorption spectroscopy and fluorescence spectroscopy; chromatographic methods; mass spectrometry.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Chimica Analitica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Controllo molecolare dello sviluppo dell'occhio (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular control of eye development

**Obiettivi formativi:** Obiettivo del corso sono:

Conoscenza dei più recenti sviluppi sui meccanismi molecolari che controllano le diverse fasi della specificazione e del differenziamento retinico.

Analisi critica delle strategie sperimentali che hanno permesso la comprensione dei meccanismi molecolari trattati.

La rete genica alla base della specificazione del territorio precoce della retina. I meccanismi molecolari che determinano l'ordine spazio-temporale della retinogenesi. I fattori intrinseci ed estrinseci che controllano il differenziamento dei tipi cellulari retinici. Le cellule staminali retiniche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Specific aims of the course are:

Knowledge of the most recent advances on the molecular mechanisms controlling different steps of retina specification and differentiation. Critical analysis of experimental strategies that allowed discovering the described molecular mechanisms.

Gene network controlling eye field specification.

Molecular mechanisms controlling the spatio-temporal order of retinogenesis. Intrinsic and extrinsic factors regulating retinal cell fate



decisions. Retinal stem cells.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuno

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Controllo molecolare dello sviluppo dell'occhio	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Corso avanzato di Biologia Cellulare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Cell Biology

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main objective of the course will be to study fundamenta biological function of the eukaryotic cell.

The course will be focused on the molecular mechanisms that regulate cell cycle, cell senescence and programmed cell death as well as on the alterations of these functions leading to cancer. Aspects of extracellular matrix structure and function and of cell adhesion and migration will be also approached.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Corso avanzato di Biologia Cellulare	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Corso integrato di Biologia della Riproduzione e Cellule staminali e Rigenerazione (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Integrated course on Biology of Reproduction and on Stem Cells and Regeneration

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di illustrare:

- 1) gli eventi cellulari e molecolari che regolano lo sviluppo e il differenziamento delle cellule germinali in diversi organismi modello, in particolare nei Vertebrati e nell'uomo. Verranno analizzate le basi molecolari della determinazione del sesso, dello sviluppo dell'apparato riproduttore e della fecondazione, inclusa la fecondazione in vitro.
- 2) La biologia di base delle cellule staminali e le loro applicazioni pratiche e potenzialità future. Verranno considerati i meccanismi fondamentali che permettono ad una cellula staminale di generare progenie con destini differenziativi diversi.

Meccanismi molecolari di specificazione delle cellule germinali. Segregazione asimmetrica di determinanti della linea germinale.

Migrazione delle PGC. Riprogrammazione epigenetica durante lo sviluppo precoce di Mammiferi. Regolazione genica della determinazione del sesso. Apparato riproduttore maschile e femminile. Ovogenesi e spermatogenesi. Regolazione ormonale della gametogenesi e della fecondazione. Tecniche di fecondazione assistita.

Caratteristiche molecolari delle cellule staminali e il loro differenziamento in tipi cellulari specifici. Potenzialità di cellule staminali adulte ed embrionali. Possibilità di convertire cellule differenziate in cellule staminali pluripotenti (iPS). Studio delle cellule staminali in modelli animali di rigenerazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will deal with:

- 1) the cellular and molecular events regulating the reproduction in different model systems, particularly in vertebrates and humans. The molecular bases of sex determination, development of the reproductive apparatus and fertilization, as well as applications such as in vitro fertilization will be analyzed.
- 2) The biology of stem cells and their applications and potentials. The basic mechanisms that allow stem cells to generate progenies with diverse differentiative fates will be analyzed.

Molecular mechanisms controlling germ cell specification. Asymmetrical distribution of germline determinants. Molecules involved in PGC migration. Epigenetic reprogramming during early development in mammals. Molecular regulation of sex determination. Primary and secondary sex determination in humans. Male and female reproductive system. Oogenesis and spermatogenesis. Hormonal regulation of gametogenesis and fertilization. Techniques of assisted reproduction.

Molecular characteristics of stem cells and their differentiation into specific cell types. Potentials of adult and embryonic stem cells.

Alternative source of pluripotent stem cells: induced pluripotent stem cells (iPS). Stem cells in animal models of regeneration.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della Riproduzione	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni
Cellule staminali e rigenerazione	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Cultura e metodo scientifico (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Knowledge and Scientific Method

**Obiettivi formativi:** Il corso si pone l'obiettivo di far comprendere le analogie di metodo che esistono all'interno delle varie discipline scientifiche. Utilizzando costanti riferimenti alla storia della Scienza, presenta alcuni importanti risultati ottenuti in: Matematica, Fisica, Astronomia, Biologia, Informatica...

Il Corso è strutturato in seminari e in cicli di lezioni. Informatica: Algoritmi, programmi e teoremi, Mente e macchine, La ribellione del numero, Il caso e la necessità. Fisica: Atomo, Quanti, Relatività, Fisica non lineare e sistemi complessi. Astronomia: l'Astronomia di Galileo, il passato dell'A, lo sviluppo dell'A. Biologia: Biochimica, Presunte basi biologiche e genetiche del razzismo. Matematica: Teoria dei numeri, Scienza del Calcolo. Epistemologia: Domande sulla Scienza, Metodo scientifico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to hint students that Science is based upon a common method. This method allows scientists to dialog with a shared language between themselves. Examples of such a language, also from a historical point of view, are proposed to students in the following fields: Mathematics, Physics, Astronomy, Biology, Computing...

: The Course is organized by seminars and lessons cycles. Computing: Algorithms, programs and Theorems, The rebellion of numbers. Physics: Atoms, Quanta, Relativity, Complex System and Non-linear Physics. Astronomy: Astronomy at Galilei's time, the past of A., The development of A. Biology: The pretended biological and genetic bases of racism, Biochemistry. Mathematics: Theory of numbers, The basis of Calculus. Epistemology: Questions around Science, Scientific Method.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna propedeuticità. Frequenza non obbligatoria, ma fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** discussione di una tesina concordata con i Docenti, su di un tema diverso da quelli curriculari.

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Cultura e metodo scientifico	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Didattica della Biologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Teaching Biology

**Obiettivi formativi:** Il corso, articolato in due moduli, tratta in modo specifico le metodologie didattiche da impiegare nei diversi livelli di istruzione secondaria nell'insegnamento della biologia, attraverso l'adozione di esempi scelti dai programmi disciplinari. (I modulo = didattica in scuole secondarie di I grado; II modulo = didattica in scuole secondarie di II grado).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course, divided in two modules, specifically covers the teaching methodologies to adopt at different education levels in biological science classes, by introducing selected examples from teaching programmes in this field. (I module =

teaching at 5-8 levels; I module = teaching at 9-12 levels).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della Biologia mod. I	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni
Didattica della Biologia mod. II	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Ecologia molecolare e filogeografia marina (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine molecular ecology and phylogeography

**Obiettivi formativi:** Questo corso si propone di fornire un approccio introduttivo alle discipline dell'ecologia molecolare e della filogeografia marina. Obiettivo dell'ecologia molecolare è quello di risolvere problematiche ecologiche utilizzando tecniche di biologia molecolare. Questa disciplina è finalizzata allo studio dei pattern di diversità genetica naturale ed all'analisi degli effetti dell'impatto antropico (frammentazione/riconnessione dell'habitat, inquinamento, sfruttamento delle specie, ecc.) sull'architettura genetica delle popolazioni naturali. Obiettivo della filogeografia è l'analisi dei principi e dei processi che regolano la distribuzione geografica delle linee genealogiche, mediante la trattazione delle loro componenti storiche e filogenetiche.

La prima parte del corso fornisce una panoramica sulle tecniche di biologia molecolare impiegate nel campo dell'ecologia marina. Vengono poi trattate problematiche dell'ecologia molecolare legate alle caratteristiche intrinseche delle specie e delle popolazioni naturali, quali dispersione e adattamento, e alle caratteristiche estrinseche, quali gli effetti degli impatti antropici sulla struttura genetica delle specie. Vengono inoltre considerati problemi filogeografici, cioè legati alle componenti storiche e filogenetiche che hanno determinato la distribuzione geografica e la struttura genetica di specie marine.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To provide an introductory approach to the disciplines of marine molecular ecology and phylogeography.

The aim of molecular ecology is to solve ecological problems by employing molecular techniques; this discipline investigates patterns of natural genetic diversity and the effects of human impacts (habitat fragmentation/reconnection, pollution, species exploitation, etc.) on the genetic architecture of natural populations.

The aim of phylogeography is to analyze the principles and processes that regulate the geographical distribution of the genealogical lines, through the investigation of their historic and phylogenetic components.

The initial part of the course provides an overview on molecular techniques employed in the field of marine ecology. To follow we will deal with molecular ecology issues related to characteristics intrinsic to the species, e.g. dispersion and adaptation, and to characteristics that are extrinsic, such as the effects of human impact on species' genetic structure. In addition, we consider phylogeographical topics related to the historical and phylogenetical components that shaped the geographical distribution and the genetic structure of marine species.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** frequenza consigliata

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia molecolare e filogeografia marina	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Evoluzione molecolare dell'uomo (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Human molecular evolution

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di portare un contributo alla conoscenza della storia evolutiva dell'uomo, dalla sua separazione dalle grandi antropomorfe fino all'umanità attuale, sulla base delle informazioni molecolari di tipo proteomico, cromosomico e genomico. Particolare attenzione verrà dedicata ai processi di popolamento dei continenti sulla base di marcatori a trasmissione uniparentale.

Si seguirà il percorso storico della disciplina, dai primi dati di tipo immunologico-comparato fino agli sviluppi più recenti innescati dal sequenziamento completo del genoma umano. Saranno affrontati i fondamenti teorici e pratici delle metodologie volte al recupero di informazioni molecolari a partire da campioni antropologici (Metodiche di estrazione del DNA, amplificazione in PCR, Cycle sequencing). Particolare attenzione verrà dedicata all'analisi del DNA, antico e moderno. Saranno descritti ed applicati a casi-studio gli algoritmi più adatti per elaborare i diversi tipi di dati molecolari (costruzione di alberi filogenetici, AMOVA, Analisi Network, Verifica di modelli).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at giving a comprehensive view of human natural history, since the separation from the great apes to the extant human variability, on the basis of molecular information at the proteomic, chromosomal and genomic level. Special attention will be paid to the processes that drove the peopling of the continents using data from uniparentally-transmitted markers.

A brief historical excursus of the discipline will be offer: from the pioneering immunological comparative studies, to the recent developments triggered by the complete sequencing of the human genome. We shall describe the theoretical and practical basis of the methodologies used to retrieve molecular information from anthropological samples (DNA extraction, PCR techniques, Cycle sequencing). Special attention will be paid to ancient and modern DNA. Simple algorithms to properly elaborate different kinds of molecular data will be described and applied to case-studies (Phylogenetic trees, AMOVA, Network Analysis, Model testing).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione molecolare dell'uomo	6	BIO/08 ANTROPOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Evoluzione e sviluppo (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Evolution and development

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course illustrates the relationships and connections between development and evolution. In particular it will analyze the changes of the developmental programs that are relevant to create the variations and the morphological evolution of the animal body plan.

Evo-devo, a new discipline between evolution and development. Conservation and evolution of developmental mechanisms: evolution of body plans; evolution of arthropod appendages; regulation of legs and false leg formation in insects; vertebrate column evolution. From fish fin to tetrapod legs. Adaptive evolution and development: the case of Darwin's finches.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e sviluppo	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Farmacologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Pharmacology

**Obiettivi formativi:** Il corso fornisce agli studenti le conoscenze specifiche sui farmaci, la loro classificazione e il loro meccanismo d'azione.

Include la farmacocinetica, la farmacodinamica e gli effetti tossici dei farmaci. Nozioni sulle indicazioni cliniche e controindicazioni dei farmaci.

Argomenti di Farmacologia Generale, di Farmacocinetica, di Farmacologia Cellulare e Molecolare. Neuropsicofarmacologia, Farmaci Analgesici, Farmaci del Sistema Cardiocircolatorio, Farmaci dell'Infiammazione, Farmaci Immunosoppressori, Chemioterapia, Tossicologia.

**Obiettivi formativi in Inglese:**

This course intends to provide more detailed knowledges about the drugs, their classification and their action, including pharmacokinetics, pharmacodynamics and toxic effects. The course will also provide knowledge about clinical indications and contraindications of drugs.

The course will be focused on: general pharmacology; pharmacokinetics; molecular and cellular pharmacology; neuropsychopharmacology; analgesics; drugs for the cardiovascular system; anti-inflammatory drugs; immunosuppressive drugs; chemotherapy; toxicology.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Farmacologia	6	BIO/14 FARMACOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

Fondamenti di biochimica cellulare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Foundations of Cellular biochemistry

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fondamenti di biochimica cellulare	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

Genetica Molecolare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular Genetics

**Obiettivi formativi:** Il Corso si propone di approfondire 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.

Nel corso verrà approfondito l'aspetto genetico-molecolare di alcuni argomenti già trattati a livello più elementare nel corso di Genetica e saranno discussi alcuni argomenti pubblicati recentemente nella letteratura scientifica. Per alcuni dei processi molecolari si porrà particolare attenzione alla funzione svolta da alcuni geni-chiave di rilevante importanza per l'uomo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to give students advanced knowledge about the function of genes and their importance in controlling the stability of genetic information and how these mechanisms have been characterized.

The course provides genetic-molecular knowledge on some of the arguments already treated in a more elementary way during the course of Genetics and will be discuss some topics recently published in the scientific literature. For some of the molecular processes we will place particular attention to the role played by some key-genes of relevant importance for humans.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto ed orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Genetica Molecolare	6	BIO/18 GENETICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

Laboratorio di citologia (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Laboratory of cytology**Obiettivi formativi:** Obiettivi del corso:

- utilizzare le conoscenze di base acquisite nel Corso di Citologia ed Istologia, per riconoscere e classificare le tipologie cellulari ed i principali tessuti animali;
- identificare i componenti cellulari tramite le principali tecniche microscopiche;
- valutare gli effetti biologici indotti da sostanze chimiche su popolazioni cellulari in coltura ;
- applicare le nozioni di base di ematologia .

Principali metodi di microscopia per la citologia.

Osservazione di preparazioni di tessuti animali ai fini del riconoscimento cito-morfologico.

Utilizzo di cellule in coltura per valutare le modificazioni indotte da sostanze chimiche. Determinazione pratica di alcuni parametri ematici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Aims of the course are:

- to use the basic knowledge of cytology and histology to recognize and to classify the main kinds of cells and animal tissues;
- to identify cellular components by basic microscopical observations;
- to evaluate the biological effects of chemicals on cellular populations in culture;
- to apply the basic knowledge of haematology

Main methods of microscopy for cytological approach.

Cyto-morphology identification by microscopical observations of animal tissues.

Use of cells for chemical bioassays.

Practical determination of some haematic parameters.

**CFU:** 3**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** Obbligo di frequenza dei laboratori**Modalità di verifica finale:** Esame finale orale con discussione dei dati raccolti (in semplici relazioni) nelle esercitazioni pratiche**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Laboratorio di citologia	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni

Metodologie proteomiche in fisiologia vegetale (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Proteomic methodologies in plant physiology**Obiettivi formativi:** Scopo del corso è quello di fornire agli studenti strumenti teorico-pratici aggiornati per l'approfondimento dello studio della biochimica e della fisiologia vegetale mediante metodologie proteomiche, quale mezzo per l'esame di variazioni di espressione in tessuti e organi della pianta.

Il corso si sviluppa attraverso l'approfondimento dei principali step dell'analisi proteomica in biologia, secondo il classico schema di un esperimento proteomico: set-up dell'esperimento, preparazione dei campioni, elettroforesi bidimensionale (IEF e PAGE), image analysis, spettrometria di massa, identificazione delle proteine di interesse diversamente espresse. In particolare, sarà dato rilievo alle problematiche legate all'applicazione dell'analisi proteomica ai tessuti vegetali e all'illustrazione delle potenzialità dell'approccio proteomico allo studio delle piante.

Parallelamente alle lezioni teoriche, sarà cura del docente effettuare almeno una esercitazione pratica nel laboratorio di Fisiologia vegetale del Dipartimento di biologia, per illustrare agli studenti alcune delle metodiche descritte nelle lezioni frontali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of this course is to give students theoretical and practical tools for the study of plant physiology and biochemistry; this objective is reached throught the study of proteomics methods as the mean for analyzing protein expression variations in plant biological systems. To this end, the course topics will develop along the classical scheme of a proteomics

experiment: set-up. sample preparation, two-dimensional electrophoresis (IEF and PAGE), image analysis, mass spectrometry and protein-of-interest identification. In particular, the course will offer an in-depth view of those issues more strictly linked to the proteomics analysis of plant tissues and to the potential of proteomics in studying plants.

Along with the theoretical lectures, at least one practical lesson will be offered at the Plant Physiology lab - Biology Department, to present the students some of the methods discussed in class.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
METODOLOGIE PROTEOMICHE IN FISILOGIA VEGETALE	3	BIO/04 FISILOGIA VEGETALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Microbiologia molecolare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular Microbiology

**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.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Aims of the course: Learning of basic molecular methodologies used for the generation of recombinant strains, for monitoring microorganisms, analyze their phylogenetic relationships, production of new molecules, and recombinant vaccines.

The course is aimed at providing theoretical and practical knowledge of molecular microbiological methodologies. In-depth studies will be focused to learning: (i) molecular bases of gene transfer and recombinant strain generation; (ii) criteria of molecular systematic of microbes and analyses of their phylogenetic relation; (iii) molecular tools for the monitoring of bacteria, viruses, and fungi in biotic and non-biotic samples. Strategies for the production of new antimicrobial molecules and recombinant vaccines.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Microbiologia molecolare	6	MED/07 MICROBIOLOGIA E MICROBIOLOGIA CLINICA	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni

### Modelli matematici in biologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Models in Biology

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire le basi dello studio dei sistemi differenziali e degli strumenti matematici ad essi collegati ai fini di comprenderne le potenzialità di utilizzo per la modellistica matematica in campo bio-medico.

Lo studente che avrà frequentato il corso dovrà essere in grado di leggere e comprendere un articolo scientifico in cui sia descritto un modello matematico. Lo studente dovrà essere in grado di costruire o modificare semplici modelli matematici che rispondano a dati requisiti atti a descrivere un determinato fenomeno biologico sulla base, dove possibile, di dati campionari.

Modelli di dinamica continua di una singola specie. Modelli di dinamica discreta di una singola specie. Modelli di dinamica continua per popolazioni in interazione. Modelli di dinamica discreta per popolazioni in interazione. Reazioni cinetiche. Oscillatori biologici ed orologi biologici. Modelli con effetto di ritardo. Cenno ai modelli di diffusione. Modelli di pattern spaziali. Modelli in campo

epidemiologico. Modelli in campo oncologico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course aims to give the principal notions on differential equations systems and the mathematical correlated tools in order to understand the usefulness of these methods on bio-medical mathematical models.

The course aims to make able the student to read and to understand a scientific article including a mathematical model . To make able the student to elaborate some simple mathematical models from qualitative data.

Continuous Population Models for Single Species. Discrete Population Models for a Single Species. Continuous Models for Interacting Populations. Discrete Growth Models for Interacting Populations. Reaction Kinetics. Biological Oscillators and Switches. Introduction to Reaction Diffusion Models. Spatial Pattern Formation. Epidemic Models. Mathematical Models in Cancer Research.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Una tesina su articolo scientifico

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Modelli matematici in biologia	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Neurobiologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Neurobiology

**Obiettivi formativi:** Approfondimento sulla struttura e funzioni delle cellule nervose allo scopo di studiare il meccanismo molecolare di processi neurobiologici e di alcune malattie neurodegenerative.

Membrane delle cellule gliali e dei neuroni. Rafts. Sfingolipidi semplici e complessi. Mielina e malattie demielinizzanti. Citoscheletro e trasporto assonico. Comunicazione cellulare: neurotrasmettitori e neuropeptidi, fattori di crescita, citochine, neurosteroidi. Meccanismi molecolari de rilascio dei neurotrasmettitori. Meccanismi alla base dell'assunzione di cibo, del dolore, del sonno e degli orologi biologici, delle emozioni e dell'apprendimento e memoria. Basi molecolari delle malattie neurodegenerative.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Analysis in-depth of the structure and function of the nerve cells in order to study the molecular mechanisms of neurobiological processes and those of some neurodegenerative diseases.

Membrane of glial cells and neurons. Rafts. Simple and complex sphingolipids. Myelin and demyelinating diseases. Cytoskeleton and axonal transport. Cellular communication: neurotransmitters, neuropeptides, growth factors, cytokines, neurosteroids. Molecular mechanism or neurotransmitter release. Mechanism underlying feeding, pain, sleep, learning and memory. Molecular basis of neurodegenerative diseases.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** obbligo di frequenza per il laboratorio

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia	6	BIO/09 FISILOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Neurobiologia comparata (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Comparative neurobiology

**Obiettivi formativi:** Approfondire aspetti strutturali , funzionali ed evolutivi dell' encefalo dei Vertebrati.

Struttura ed evoluzione dell' encefalo anteriore dei vertebrati con particolare riferimento ai mammiferi. Sistemi di neuromodulazione e loro coinvolgimento nel comportamento. Evoluzione dell' organo pineale. Meccanismi molecolari coinvolti nei ritmi circadiani. Modelli animali geneticamente modificati per studi comportamentali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main objective of the course is to study some functional ed evolutive aspects of the vertebrate



brain.

Vertebrate forebrain structure and evolution with particular attention to the mammalian brain. Neuromodulator systems and their involvement in behavior. Pineal organ evolution. Molecular mechanisms involved in circadian rhythms. Genetically modified animal models for studying behavior.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia comparata	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Processi di rigenerazione (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Processes of regeneration

**Obiettivi formativi:** Sebbene i mammiferi possiedano una limitata capacità rigenerativa, altre specie animali mostrano potenzialità regenerative straordinarie. Lo scopo di questo corso è quello di comprendere come altri animali riescono a rigenerare, utilizzando strumenti genetici di base che sono comuni fra i vari organismi.

Modelli animali di rigenerazione e strategie rigenerative: rigenerazione in Hydra, planaria ed echinodermi. La rigenerazione fra i vertebrati: rigenerazione in zebrafish e negli anfibi urodela e anuri.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Although mammals are limited in their ability to regenerate, closely and distantly related species can perform astonishing regenerative capabilities. This course aims to understand the many ways that other organisms use the same basic genetic toolkit to achieve regeneration.

Animal models and strategies of regeneration: regeneration in Hydra, planaria and echinoderms. Regeneration in vertebrate models: regeneration in zebrafish and urodela and anuran amphibia.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Processi di rigenerazione	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

### Protistologia molecolare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular Protistology

**Obiettivi formativi:** Obiettivo del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza dei protisti nel loro insieme e, nello specifico, di analizzare alcuni sistemi modello protistici nell'ambito della biologia molecolare.

Il corso propone una visione storica della classificazione e filogenesi dei protisti affrontando in maniera critico-comparativa gli approcci morfologici, ultrastrutturali e di filogenesi molecolare che si sono succeduti nel corso degli anni. Mediante un apposito laboratorio gli studenti acquisiscono familiarità con le tecniche di microscopia elettronica e con programmi di filogenesi molecolare applicati ai protisti. Il corso si conclude con l'analisi di alcuni aspetti della biologia molecolare dei taxa studiati quali fra gli altri l'origine dei codici genetici alternativi, la regolazione dello sviluppo macronucleare nei ciliati, i meccanismi di "evasione" dei protisti parassiti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the lectures is to provide the students with a good training in general protistology and to analyze in detail molecular biology of protists' model organisms.

The lectures present a historical view on classification and phylogeny of protists analyzing in a critical and comparative way morphological, ultrastructural, and molecular phylogenetic approaches that succeeded along years. By means of specific laboratory practicals in which protists will be used as model organisms, students will gain familiarity with electron microscopy techniques and

with software for molecular phylogeny. The last part of the lectures deals with specific case-study in which protists were used as model organisms for defined problems of molecular biology such as the evolution of alternative genetic codes, the regulation of macronuclear development in ciliates, the "evasion" mechanisms of parasitic protists, etc.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Frequenza raccomandata alle lezioni, obbligatoria al laboratorio

**Modalità di verifica finale:** Verifica mediante presentazione orale del lavoro svolto nel laboratorio (20% della valutazione globale) ed esame orale finale (80% della valutazione globale)

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Protistologia molecolare	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

### Scelta libera (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Free choice

**Obiettivi formativi:** Le attività consigliate sono quelle del gruppo GR1, per altre scelte devono essere approvate dal consiglio di corso di studio.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e/o orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Scelta libera	9		Altre attività - scelta libera dello studente	altro

### Sistematica e filogenesi molecolare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Molecular systematics and phylogenesis

**Obiettivi formativi:** Obiettivo del corso è fornire agli studenti conoscenza in merito agli strumenti metodologici della sistematica e della filogenesi molecolare portandoli a sviluppare una conoscenza generale delle relazioni evolutive

Il corso analizza in dettaglio e in maniera critica le diverse metodiche di biologia molecolare applicate a studi di tipo sistematico e filogenetico. Il corso propone anche una visione storica della classificazione e filogenesi affrontando in maniera critico-comparativa gli approcci morfologici, ultrastrutturali e di filogenesi molecolare che si sono succeduti nel corso degli anni. Mediante un apposito laboratorio gli studenti acquisiscono familiarità con le tecniche di microscopia elettronica e con programmi di filogenesi molecolare.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the lectures is to provide the students with suitable methodological instruments of molecular systematics and phylogenesis. Students will also develop a general knowledge on phylogenetic relationships.

The lectures analyze in detail and critically the different methodologies of molecular biology that are generally applied in studies of molecular systematics and phylogenesis. The lectures as well present a historical view on classification and phylogeny analyzing in a critical and comparative way morphological, ultrastructural, and molecular phylogenetic approaches that succeeded along years.

Students will gain familiarity with electron microscopy techniques and with software for molecular phylogeny during specific practicals.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Frequenza raccomandata alle lezioni, obbligatoria al laboratorio

**Modalità di verifica finale:** prova scritta e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistematica e filogenesi molecolare	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

## Sviluppo e differenziamento del sistema nervoso (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Development and Differentiation of the Nervous System

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di illustrare le modalità con cui si sviluppa il sistema nervoso centrale (SNC), con particolare riguardo ai vertebrati. Verranno studiate le interazioni tissutali e genetico-molecolari che progressivamente costruiscono la complessa organizzazione strutturale e funzionale del sistema nervoso, inclusi i meccanismi relativi al differenziamento delle cellule del SNC, alla crescita e navigazione degli assoni ed alla plasticità. Particolare attenzione verrà dedicata al controllo genetico-molecolare dello sviluppo dell'encefalo.

Morfogenesi del sistema nervoso: neurulazione e formazione delle vescicole encefaliche. Induzione neurale. Molecole secrete coinvolte nella neuralizzazione dell'ectoderma. Modelli di induzione neurale nei vertebrati. Regionalizzazione antero-posteriore e dorso-ventrale del sistema nervoso: meccanismi induttivi e aspetti genetico-molecolari. Differenziamento neuronale e gliale del sistema nervoso: geni proneurali e neurogenici nella *Drosophila* e nei vertebrati. Lo stabilirsi delle connessioni nel sistema nervoso durante lo sviluppo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course illustrates the mechanisms of development of the central nervous system, mainly referring to the vertebrates. The interactions that progressively shape the complex organization of the central nervous system will be studied at the tissue, genetic and molecular level, here including the mechanisms involved in cell differentiation within the nervous system, in axon growth and guidance, and in plasticity. Particular attention will be given to the genetic and molecular control of brain development.

: Morphogenesis of the central nervous system: neurulation and neural tube formation. Neural induction. Secreted molecules involved in ectoderm neuralization. Models of vertebrate neural induction. Antero-posterior and dorso-ventral patterning of the central nervous system: inductive processes and molecular mechanisms. Neuronal and glial differentiation within the nervous system: proneural and neurogenic genes in *Drosophila* and the vertebrates. The wiring of nervous connections during development.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sviluppo e differenziamento del sistema nervoso	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Tesi di Laurea Magistrale (48 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Thesis

**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).

**CFU:** 48

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame di laurea con discussione della tesi di laurea magistrale in presenza di una commissione formata da 5-7 membri fra cui il relatore e i due correlatori. La commissione valuterà il candidato in base alla discussione della tesi di laurea magistrale e in base ai colloqui pre-laurea svoltisi con i correlatori.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tesi di Laurea Magistrale	47		Prova finale	prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	altro

