



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA
MAGISTRALE INTERDIPARTIMENTALE IN BIOLOGIA
QUANTITATIVA E COMPUTAZIONALE
(QUANTITATIVE AND COMPUTATIONAL BIOLOGY)**

Emanato con D.R. n. 418 del 14 giugno 2016



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

INDICE

Art. 1 – Informazioni generali.....	3
Art. 2 – Obiettivi formativi, risultati di apprendimento attesi e sbocchi occupazionali	3
Art. 3 – Programmazione nazionale/locale degli accessi	7
Art. 4 – Requisiti per l'ammissione e modalità di verifica della preparazione iniziale	7
Art. 5 – Trasferimenti in ingresso e numerosità studenti iscritti.....	8
Art. 6 – Curricula e svolgimento attività formative	8
Art. 7 – Valutazione delle attività formative	9
Art. 8 – Iscrizione agli anni di corso e Piano degli studi	9
Art. 9 – Mobilità internazionale	10
Art. 10 – Conseguimento del titolo	10
Art. 11 – Iniziative per l'assicurazione della qualità	10
Art. 12 – Norme finali e transitorie	11
Allegato 1 – Obiettivi formativi delle attività previste dal corso di laurea magistrale	12
Allegato 2 – Svolgimento delle attività formative	16



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Art. 1 – Informazioni generali

1. Il Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale, appartenente alla classe "LM-8 – Biotecnologie Industriali", è attivato a decorrere dall'anno accademico 2016/2017 mediante inserimento nella banca dati dell'Offerta Formativa.
2. La struttura didattica responsabile del corso di studio è il Centro di Biologia Integrata (CIBIO) e le strutture didattiche associate sono il Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione, il Dipartimento di Matematica e il Dipartimento di Fisica.
3. Le attività didattiche si svolgono presso il Polo Scientifico e Tecnologico "Fabio Ferrari", via Sommarive 9 – 38123 Povo (Trento). L'indirizzo internet del corso di studio è www.unitn.it/clm/qcb.
4. Il presente regolamento viene redatto in conformità all'Ordinamento 2016/17.
5. Il presente regolamento verrà applicato a partire dagli immatricolati all'a.a. 2016/2017.
6. Per gli aspetti organizzativi e gestionali del Corso di Studio sarà costituito un Comitato di Gestione Interdepartimentale (CGID), composto da 10 membri, 2 membri nominati da ciascuna struttura accademica coinvolta e 2 membri tra gli studenti iscritti al corso di studio.
7. I compiti del CGID sono disciplinati da apposita convenzione.
8. La lingua ufficiale del corso di studio è l'inglese.
9. Il Responsabile del corso di studio è nominato dal Centro di Biologia Integrata, previa consultazione dei Dipartimenti associati. Il Responsabile può appartenere ad ognuna delle strutture di cui al comma 2 del presente articolo.
10. Le attività di ricerca a supporto delle attività formative del Corso di studio sono svolte presso il Centro per la Biologia Integrata (CIBIO) (<http://www.unitn.it/en/cibio>), il Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione (<http://www.disi.unitn.it/it>), il Dipartimento di Matematica (www.unitn.it/dmath) e il Dipartimento di Fisica ([ww.unitn.it/dphys](http://www.unitn.it/dphys)) dell'Università degli Studi di Trento.

Art. 2 – Obiettivi formativi, risultati di apprendimento attesi e sbocchi occupazionali

1. **Obiettivi formativi specifici del corso.** Le figure professionali che verranno formate saranno in grado di comprendere la biologia dei fenomeni considerati, la complessità dei modelli matematici e informatici, l'approccio analitico per la rappresentazione dei fenomeni fisici. Le competenze vengono acquisite nelle seguente aree disciplinari:
 - a. **area biotecnologica**, con l'obiettivo formativo di fornire competenze avanzate sul metabolismo cellulare e come esso possa essere manipolato tramite approcci di ingegneria genetica e metabolica applicabili sia a sistemi microbici che a cellule di mammiferi, fornire competenze per la generazione, l'analisi, la rappresentazione e l'interpretazione di dati -omics (essenzialmente di genomica e trascrittomica), fornire competenze per l'utilizzo di complesse apparecchiature sperimentali e relativi software.
 - b. **area informatica**, con l'obiettivo formativo di introdurre gli studenti alla risoluzione computazionale di problemi, fornire le basi pratiche della programmazione scientifica, fornire le conoscenze di base sulle reti biologiche e le competenze per manipolarle integrandole con dati, fornire competenze e conoscenze per modellare e simulare la dinamica dei sistemi biologici, fornire conoscenze sugli algoritmi specifici per le applicazioni bioinformatiche, competenze per il progetto e implementazione di risorse bioinformatiche, fornire conoscenze e competenze su machine learning e nozioni pratiche e teoriche sulle specifiche applicazioni di data mining per dati biologici.
 - c. **area matematico-fisica** con l'obiettivo formativo di introdurre nozioni fondamentali dell'inferenza statistica basata sulla verosimiglianza, fornire conoscenze per la costruzione e l'utilizzo di modelli statistici per l'analisi di dati univariati e multivariati, con particolare riferimento a dati biomolecolari, e



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in **Biologia Quantitativa e Computazionale**

di modelli dinamici di tipo deterministico o stocastico per la descrizione di fenomeni biologici e biochimici, fornire competenze per costruire simulazioni numeriche al computer e per riconoscere potenzialità e limiti nell'uso dei modelli, fornire competenze sulle equazioni fondamentali della meccanica quantistica e i principali elementi della fenomenologia della fisica atomica e molecolare, introdurre i metodi di approssimazione per la descrizione teorica della fisica dei sistemi a molti corpi, acquisire competenze per valutare criticamente i limiti dei modelli molecolari, fornire nozioni relative a fondamenti e applicazioni della meccanica statistica dei sistemi biomolecolari e le tecniche numeriche per lo studio delle loro proprietà termodinamiche e cinetiche.

I laureati magistrali in Biologia Quantitativa e Computazionale sono esperti con alti livelli di competenza per progettare e condurre attività di analisi e ricerca, di ricerca tecnologica e sperimentale, di ricerca e sviluppo nella Biologia Quantitativa e Computazionale, con particolare riferimento all'ambito biomedico.

Il percorso formativo permette allo studente di acquisire una combinazione delle seguenti competenze:

- Applicare le conoscenze computazionali appropriate.
- Applicare le conoscenze biologiche appropriate.
- Applicare le conoscenze matematiche e statistiche appropriate.
- Applicare le conoscenze fisiche appropriate.
- Analizzare un problema e identificare e definire i requisiti computazionali appropriati alla sua soluzione.
- Progettare e implementare un sistema, processo, componente o programma che risponda a specifiche richieste in ambito scientifico.
- Valutare se un sistema, processo, componente o programma risponde a specifiche richieste in ambito scientifico.
- Abilità di usare tecniche, strumenti e capacità necessarie per la pratica della biologia computazionale e quantitativa.
- Applicare i fondamenti matematici, i principi algoritmici, la teoria informatica per modellare e progettare sistemi basati sul computer in modo da dimostrare comprensione dei compromessi implicati dalle scelte progettuali.
- Applicare principi di progettazione e sviluppo per la costruzione di software di varia complessità.
- Comprendere dettagliatamente il processo di scoperta scientifica e il ruolo della bioinformatica.
- Applicare i metodi statistici per la ricerca nel contesto della biologia molecolare, genomica, medica e nella genetica delle popolazioni.
- Conoscenza della biologia generale.
- Conoscenza approfondita di almeno un ambito biologico.
- Conoscenza delle tecnologie di ingegneria genetica.
- Comprensione delle tecniche di generazione dei dati biologici.

E' inoltre prevista l'acquisizione di ulteriori conoscenze attraverso l'autonoma scelta da parte dello studente di attività formative tra quelle suggerite dal corso di studio o tra quelle offerte dall'Ateneo a completamento della preparazione in settori affini alla Biologia Quantitativa e Computazionale.

Il percorso formativo è completato con una fase di attività di ricerca sperimentale, finalizzata alla preparazione della prova finale, presso laboratori accademici specializzati, presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre che presso altre Università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

2. Risultati di apprendimento attesi

- a. Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding). I laureati magistrali in Biologia Quantitativa e Computazionale devono acquisire una buona preparazione in biologia generale e molecolare, integrata con competenze di base nelle discipline fisico-chimiche e biochimiche, nonché in biomatematica e in bioinformatica. Queste competenze sono funzionali alla



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

formulazione e comprensione di modelli matematici e fisici di sistemi biologici e alla relativa soluzione numerica su computer o *facilities* per calcolo parallelo o distribuito, nonché allo sviluppo di strumenti informatici per l'analisi automatizzata di grandi moli di dati. Tali competenze integrano, estendono e rafforzano le competenze acquisite dagli studenti nelle lauree di primo livello nei loro rispettivi settori di provenienza.

In particolare, studenti in possesso di una laurea di primo livello in matematica, fisica, informatica e chimica integrano la propria formazione di base con competenze in struttura e biologia di base delle cellule procariotiche ed eucariotiche; struttura e funzione delle macromolecole biologiche e dei processi cellulari nei quali intervengono; struttura e funzionamento dei sistemi biologici, sulla base delle logiche molecolari e informazionali.

Gli studenti provenienti da lauree di primo livello in biologia o biotecnologia completano la propria formazione con elementi di programmazione, di statistica applicata ai sistemi biomolecolari e di elementi di base di fisica quantistica; strumenti bioinformatici e di modellistica molecolare applicati alla genomica, progettazione di biofarmaci ed altre molecole di interesse biotecnologico.

I laureati magistrali in Biologia Quantitativa e Computazionale sanno utilizzare le conoscenze ottenute per comprendere le applicazioni avanzate in bioinformatica, biomatematica e biofisica al fine di permettere l'elaborazione di idee originali applicate in un contesto di ricerca o industriale, con particolare riguardo agli aspetti innovativi delle biotecnologie quali *drug discovery*, *drug design*, *cell therapy*, etc. Le esercitazioni che integrano gli insegnamenti avranno un ruolo importante nel conseguimento di queste capacità. Gli studenti, inoltre, estenderanno e approfondiranno le conoscenze così acquisite con il lavoro di tesi. L'apprendimento e le capacità di comprensione delle discipline insegnate saranno valutati individualmente attraverso prove di esame scritte e/o orali e per alcuni corsi o argomenti anche sotto forma di attività progettuale. La tesi fornisce un'ulteriore opportunità di verifica della comprensione dei temi trattati.

- b. Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding). Il corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale prevede che una parte significativa del percorso formativo sia dedicata all'attività di ricerca da svolgersi presso gruppi interdisciplinari di ricerca, incardinati in laboratori pubblici o privati. Al termine di tale periodo i laureati magistrali devono aver acquisito la capacità di interagire con ricercatori provenienti da diverse formazioni in aree affini alla propria e applicare tecniche e processi in identificazione e caratterizzazione di bersagli biologici, progettazione di molecole bioattive mediante metodiche computazionali; applicazione di metodologie bioinformatiche ai fini dell'organizzazione ed accesso a banche dati; validazione di processi laboratoristici, produttivi e di controllo qualità tramite simulazioni al computer; sviluppo di modelli matematici per l'evoluzione temporale di specifici descrittori di sistemi biologici.

I laureati, attraverso l'applicazione di tecniche e modelli avanzati per lo studio di problemi scientifici in ambito biologico devono entrare in possesso di un metodo di lavoro trasferibile ad altri contesti specifici e saper organizzare la propria attività anche in funzione dei tempi di attuazione e dei costi corrispondenti. La capacità di applicazione sarà stimolata durante le attività pratiche in aula informatica svolte sotto la guida di docenti specializzati in diversi campi della ricerca, attraverso un approccio di problem solving durante le lezioni e soprattutto durante il lavoro di tesi. La capacità di applicare le conoscenze acquisite sarà valutata mediante prove scritte e/o orali, attività progettuale e nel corso della preparazione della tesi di ricerca, mediante la discussione con il tutor delle strategie da seguire.

- c. Autonomia di giudizio (making judgements). I laureati in Biologia Quantitativa e Computazionale sviluppano senso critico e capacità di osservazione al fine di poter operare con un buon grado di autonomia in un ambito di ricerca interdisciplinare in ambito biomolecolare e biomedico, sia al livello accademico che industriale. In particolare, i laureati possiedono la capacità di individuare ed impostare in autonomia gli approcci metodologici più idonei ed efficaci per il raggiungimento degli obiettivi e sono in grado di valutare le potenzialità ed i limiti di impiego delle tecniche e modelli appresi.

Tali obiettivi saranno maggiormente ottenuti nel periodo dedicato all'attività di ricerca effettuata dallo studente nel corso della preparazione della tesi, sotto la guida di un docente tutor, per l'acquisizione dei crediti relativi alla prova finale. Le modalità di verifica saranno costituite dalla valutazione in itinere dell'attività di ricerca da parte del tutor e dalla formulazione di un giudizio finale.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

d. Abilità comunicative (communication skills). I laureati in Biologia Quantitativa e Computazionale acquisiscono elevate competenze linguistiche e strumenti informatici per la gestione e la comunicazione di informazioni e dati di natura biologica e bioinformatica. I laureati saranno in grado di comunicare efficacemente le conoscenze innovative acquisite e le loro implicazioni in un contesto di collaborazione con interlocutori con una preparazione scientifica specifica in una o più delle discipline che sono comprese nel piano di studi. In aggiunta, saranno anche in grado di comunicare con interlocutori non specialisti, ad esempio amministratori di aziende biotecnologiche, di ospedali e di agenzie pubbliche e private.

Questo obiettivo sarà raggiunto grazie alla interdisciplinarietà degli insegnamenti e verrà verificata nelle prove di esame e nella discussione e presentazione della tesi di laurea quale elemento che concorre al giudizio complessivo.

e. Capacità di apprendimento (learning skills). I laureati in Biologia Quantitativa e Computazionale sviluppano le capacità di apprendimento necessarie per approfondire tematiche complesse nel campo di competenza, per mettere a punto tecniche innovative nel campo delle biotecnologie, della biofisica, della biomatematica e della bioinformatica, per proseguire autonomamente in studi superiori (master di secondo livello, specializzazione, dottorato di ricerca).

Il corso svilupperà, attraverso diverse metodologie didattiche, quali tutoraggio personale, journal club, relazioni sul lavoro svolto, presentazioni orali di risultati scientifici tra pari, lavoro progettuale in gruppi di ricerca, le capacità di condurre un lavoro autonomo, di collaborare in un lavoro di gruppo anche interdisciplinare e di sviluppare un approccio critico alla ricerca.

3. Sbocchi occupazionali e professionali

a. Per i laureati in Biologia Quantitativa e Computazionale si sono individuati diversi profili professionali. Essi sono caratterizzati da un insieme di competenze in comune, alle quali si aggiungono specifiche competenze in ambito biotecnologico, informatico e/o matematico-fisico. Le competenze, abilità e mansioni associate a ciascuna delle figure professionali sono elencate di seguito:

● **Biotecnologo.**

- È competente nelle tecniche sperimentali e nei processi cellulari e molecolari coinvolti.
- Conosce le procedure di laboratorio ed individua i punti critici in presenza di problemi di qualità dei dati.
- È competente nelle apparecchiature sperimentali e nei sistemi software dedicati al loro funzionamento.
- Conosce gli aspetti informatici legati all'uso delle macchine per la generazione di dati sperimentali.
- Conosce i formati dei dati sperimentali grezzi e gli strumenti per convertirli.
- Conosce, utilizza e valuta software per l'analisi dei dati sperimentali.
- È in grado di interagire efficacemente sia con il personale di laboratorio che con gli analisti per integrare i flussi di lavoro.

● **Bioinformatico.**

- Identifica, progetta e sviluppa in modo professionale software bioinformatico e strumenti computazionali per dati biologici.
- Adatta, implementa, applica, e mantiene risorse bioinformatiche come basi di dati e software di analisi.
- Gestisce database complessi.
- Progetta, sviluppa, mantiene e popola risorse semantiche.
- Progetta, sviluppa e mantiene risorse web.
- Cura e mantiene il contenuto delle risorse bioinformatiche.
- Integra dati eterogenei.
- È in grado di produrre soluzioni computazionali distribuite su cluster o cloud.
- Costruisce e mantiene workflow e pipeline di analisi da dati biomolecolari grezzi.

● **Biologo computazionale.**

- Sviluppa metodi di analisi di dati generati su larga scala, come dati genomici e proteomici.
- Sviluppa modelli d'interazione di molecole e applica tecniche di dinamica molecolare.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

- Utilizza, testa e valida algoritmi e risorse informatiche per risolvere problemi biologici o per generare nuove ipotesi.
 - Identifica, sviluppa e testa metodi computazionali per la scoperta di molecole attive e lo sviluppo di farmaci.
 - Progetta esperimenti in silico per testare ipotesi data-driven e ne interpreta i risultati.
 - Definisce le procedure e le pipeline di analisi e le integra con le attività di laboratori sperimentali.
 - Interpreta i dati biologici integrando conoscenza di pathways, ontologie, e letteratura scientifica.
- Biological Data and Systems Biology Analyst.
- Conosce e applica le tecniche di biostatistica verificando la correttezza delle assunzioni nei casi di studio in fasi di disegno sperimentale e di analisi dei dati.
 - Pianifica e conduce analisi statistiche avanzate di dati clinici e molecolari.
 - Programma, valida, mantiene e documenta programmi statistici.
 - Utilizza tecniche di data mining e machine learning.
 - Cura dati e li colloca in sistemi integrati per la rappresentazione della conoscenza biologica.
 - È in grado di raccogliere, combinare, analizzare e dati biologici complessi e ad alta dimensionalità.
 - Simula sistemi biologici in silico, confrontandone i risultati con dati e letteratura.
 - Inferisce ed analizza reti biologiche.
 - Analizza dati biologici complessi provenienti da misure dell'intera cellula.
- b. Le figure professionali per le quali saranno preparati i laureati sono in grado di utilizzare i dati biologici disponibili pubblicamente e di lavorare a contatto con biologi, clinici, farmacologi, ingegneri, epidemiologi sia in contesti di ricerca sperimentale e pre-clinica sia in laboratori di analisi/ospedaliero utilizzando un linguaggio comune. Le figure professionali per i laureati possono trovare collocazione accademica, in istituti di ricerca, in ambito ospedaliero o privato.
- c. Con riferimento agli sbocchi professionali classificati dall'ISTAT, il corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale prepara alle seguenti professioni:
- 2.3.1.1.1 - Biologi e professioni assimilate
 - 2.3.1.1.3 - Biofisici
 - 2.3.1.1.4 - Biotecnologi
 - 2.6.2.1.3 - Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze chimiche e farmaceutiche
 - 2.6.2.2.1 - Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche
- E' importante notare che questo elenco è limitato in quanto costantemente superato dal continuo e rapidissimo progresso della Biologia Quantitativa e Computazionale.

Art. 3 – Programmazione nazionale/locale degli accessi

1. Annualmente le strutture accademiche coinvolte possono definire l'opportunità di introdurre la programmazione locale degli accessi, fissando un numero massimo di studenti immatricolabili sostenibile, in relazione alle risorse disponibili, per garantire attività didattiche di qualità.
2. Le modalità e i tempi per la selezione degli ammessi al corso di studio, in caso di numero programmato, saranno annualmente pubblicizzati sul sito del corso stesso (www.unitn.it/clm/qcb).

Art. 4 – Requisiti per l'ammissione e modalità di verifica della preparazione iniziale

1. Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale è necessario:
 - a. essere in possesso di un titolo di laurea di primo livello ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo, appartenente alle seguenti discipline e relative classi del D.M. 270/04 (tra parentesi è indicata la classe corrispondente da D.M. 509/99)
 - Biotecnologie – L-2 (1)
 - Ingegneria dell'informazione – L-8 (9)



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

- Scienze biologiche — L-13 (12)
 - Scienze e tecnologie agro-alimentari — L-26 (20)
 - Scienze e tecnologie chimiche — L-27 (21)
 - Scienze e tecnologie farmaceutiche — L-29 (24)
 - Scienze e tecnologie fisiche — L-30 (25)
 - Scienze e tecnologie informatiche — L-31 (26)
 - Scienze matematiche — L-35 (32)
- b. avere conseguito durante la laurea di primo livello almeno 6 CFU BIO/* o CHIM/*, 6 CFU MAT/*, 6 CFU FIS/*, 6 CFU INF/01 o ING-INF/05;
- c. essere in possesso di un certificato di lingua inglese ad un livello almeno pari a B1 (Common European Framework CEFR).
2. Non sono previsti obblighi formativi aggiuntivi.
3. L'ammissione è subordinata alla presentazione di una domanda che includa, fra l'altro:
- a. autocertificazione del titolo di studio conseguito, in Italiano o in Inglese, l'elenco degli esami sostenuti, la votazione ottenuta in ognuno dei corsi e la votazione finale ottenuta nel Corso di Laurea;
 - b. autocertificazione del piano di studi dettagliato dello studente, che includa la denominazione e i sillabi dei corsi della laurea di primo livello frequentata;
 - c. eventuali esperienze lavorative e conoscenze professionali;
 - d. livello di conoscenza della lingua inglese, certificato tramite diplomi internazionali o da riconoscimenti linguistici ottenuti nell'Università di provenienza;
 - e. breve elaborato, in lingua inglese, in cui il candidato illustra il proprio piano di crescita accademica e professionale.
4. Le domande di ammissione verranno valutate da un'apposita commissione, nominata dalla struttura didattica responsabile. Sarà facoltà della commissione richiedere un colloquio personale con gli studenti che hanno presentato domanda, per meglio valutare la loro personale preparazione, anche in via telematica. La verifica da parte della commissione potrà concludersi con (i) l'ammissibilità dello studente al corso di laurea magistrale o (ii) la non ammissibilità motivata.

Art. 5 – Trasferimenti in ingresso e numerosità studenti iscritti

1. Possono essere riconosciute attività formative svolte presso altri corsi di studio di secondo livello, anche di altre Università. I relativi crediti sono attribuiti tenendo conto del contributo dell'attività al raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di laurea. Agli studenti provenienti da corsi di studio della stessa classe è comunque garantito il riconoscimento di almeno il 50% dei crediti precedentemente acquisiti nel medesimo settore.
2. Il Comitato di Gestione del corso di studio nomina apposita Commissione, che attribuisce i voti relativi alle attività formative riconosciute per i piani di studio, laddove appropriato, riportandoli sulla scala in trentesimi.

Art. 6 – Curricula e svolgimento attività formative

1. Il corso di studio prevede due percorsi denominati “Biotechnological Track” e “Computational Track”. Essi offrono l'opportunità agli studenti di integrare il proprio background in funzione della classe di laurea di primo livello di provenienza (cfr. Art. 4) e della preparazione personale. I due percorsi si svolgono nei primi tre semestri, differenziando l'offerta didattica con una maggiore attenzione rispettivamente ai contenuti biotecnologici e a quelli computazionali. Il quarto semestre è interamente dedicato alla preparazione della tesi di laurea, con un sistema di rotazione presso i gruppi di ricerca delle strutture coinvolte. La parte finale del percorso è fondamentale per verificare che gli studenti abbiano acquisito la capacità di dialogare e collaborare attivamente con persone di discipline diverse e abbiano acquisito la capacità di operare praticamente su importanti moli di dati biologici.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

2. Il corso di studio favorisce l'apprendimento sotto forma progettuale, con attività di studio in gruppi di studenti interdisciplinari.
3. Il numero complessivo di esami varia a secondo dei piani di studio individuali, con un massimo di 12.
4. Le forme di svolgimento della didattica possono comprendere lezioni frontali, esercitazioni in aula, attività di laboratorio computazionale, attività di tutorato, seminari e tirocini. Le modalità di svolgimento degli insegnamenti e delle altre attività formative e la loro articolazione secondo le varie forme di svolgimento saranno indicate dai docenti responsabili prima dell'inizio di ogni anno accademico e rese note tramite pubblicazione sul Manifesto degli Studi e sulla pagina web del corso di studio (www.unitn.it/clm/qcb).
5. La frequenza a tutte le esercitazioni di laboratorio computazionale è obbligatoria, fatte salve deliberazioni della struttura didattica responsabile per giustificati motivi.
6. Il tutorato è svolto:
 - a. dagli uffici amministrativi preposti a fornire le informazioni tecnico-amministrative relative ai corsi di studio ed all'organizzazione del Centro;
 - b. dagli studenti incaricati di fornire le informazioni sull'organizzazione della didattica del Corso di Laurea Magistrale;
 - c. dai docenti, i quali sono incaricati di offrire informazioni di tipo scientifico e formativo.
7. Il singolo credito formativo universitario (CFU) corrisponde a 25 ore di lavoro dello studente, che possono essere così ripartite:
 - a. 8 ore di lezione, laboratorio computazionale o esercitazione e 17 ore di studio individuale;
 - b. 25 ore di attività individuale (tirocinio, preparazione della prova finale).
8. La formazione dello studente impegnato a tempo pieno prevede di norma il conseguimento di 60 CFU/anno corrispondenti a 1500 ore di lavoro annue complessive. Il tempo riservato allo studio personale e ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 60% dell'impegno orario complessivo.

Art. 7 – Valutazione delle attività formative

1. I crediti corrispondenti a ciascun corso di insegnamento sono acquisiti dallo studente con il superamento del relativo esame che può consistere in una prova scritta, orale o un elaborato progettuale.
2. Le prove di esame si svolgono nei periodi previsti per gli appelli d'esame, in date stabilite dalla struttura didattica responsabile, su proposta avanzata dai docenti responsabili dei corsi.
3. Le prove di conoscenza delle lingue straniere, i tirocini formativi e le attività seminariali sono valutate con i gradi "approvato" o "non approvato". Le altre attività formative sono valutate con un voto espresso in trentesimi, con eventuale lode.

Art. 8 – Iscrizione agli anni di corso e Piano degli studi

1. Le regole per la progressione negli anni di corso seguono quanto disciplinato nel Regolamento didattico di Ateneo. Non sono previste iscrizioni per studenti part-time.
2. Tutti gli studenti devono presentare un piano di studi che deve essere approvato dalla struttura didattica responsabile. Tale piano di studi deve essere presentato, con modalità e tempi fissati annualmente e pubblicati sul portale del corso di laurea magistrale.
3. Il corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale prevede due percorsi detti "Biotechnological Track" e "Computational Track" che offrono l'opportunità agli studenti di integrare il proprio background a seconda della preparazione in ingresso. I due percorsi differenziano l'offerta didattica con una maggior attenzione rispettivamente ai contenuti biotecnologici e a quelli computazionali. Un adeguato numero di crediti a scelta e lo svolgimento delle attività relative alla



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

preparazione della tesi di laurea magistrale offrono agli studenti la possibilità di personalizzare il piano di studio, previa approvazione della struttura didattica responsabile. L'elenco dei corsi a scelta sarà reso noto tramite pubblicazione del Manifesto degli Studi sul portale del corso di laurea magistrale.

Art. 9 – Mobilità internazionale

1. Allo studente del corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale sono offerte opportunità per svolgere diverse tipologie di attività formative presso atenei stranieri con cui sono in essere accordi relativi a vari programmi di mobilità, tra cui “Erasmus +”, accordi di doppia laurea o accordi bilaterali.
2. Annualmente l'Ateneo di Trento pubblica bandi di selezione per la partecipazione ai suddetti programmi e assegna borse di studio a favore degli studenti, nel limite delle risorse finanziarie derivanti da finanziamenti europei o messe a disposizione dall'Ateneo.

Art. 10 – Conseguimento del titolo

1. Per essere ammessi alla prova finale occorre avere conseguito tutti i crediti previsti nelle altre attività formative del piano degli studi. Alla prova finale sono riservati 15 crediti.
2. La prova finale consiste nella stesura di una tesi ed un esame finale. Il lavoro di tesi ha come obiettivo di portare lo studente a diretto contatto con un argomento di frontiera di ricerca o di ricerca e sviluppo in Biologia Quantitativa e Computazionale e fornisce l'opportunità allo studente di contribuire personalmente all'avanzamento del settore. In generale la prova finale ha lo scopo di verificare la maturità scientifica raggiunta al termine del corso di laurea.
3. Le procedure per l'ammissione all'esame finale, i criteri per la formazione del voto di laurea, le modalità di presentazione dell'elaborato finale, la composizione della commissione di valutazione sono disciplinati nel Regolamento per lo svolgimento della prova finale, approvato dai Consigli delle strutture accademiche coinvolte e dal Senato Accademico.

Art. 11 – Iniziative per l'assicurazione della qualità

1. Il corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale è sottoposto annualmente a diverse forme di valutazione della qualità delle attività svolte come indicato nell'art. 15 del Regolamento didattico di Ateneo emanato con D.R. n. 461 del 27/08/2013.
2. L'assicurazione della qualità del corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale è garantita dai responsabili dei processi di gestione e organizzazione del corso di studio stesso. In particolare da:
 - a. il Responsabile del Corso di Studio;
 - b. il Comitato di Gestione Interdepartimentale (CGID);
 - c. la Commissione paritetica docenti studenti;
 - d. i delegati all'orientamento del Centro di Biologia Integrata e dei Dipartimenti associati;
 - e. i delegati agli stage e ai tirocini per gli studenti del Centro di Biologia Integrata e dei Dipartimenti associati.Queste strutture si riuniscono periodicamente, anche in sedute congiunte, per affrontare le problematiche di loro competenza e riferiscono ai Consigli delle strutture accademiche coinvolte di eventuali criticità emerse, proponendo eventuali correttivi e miglioramenti possibili su cui i Consigli delle strutture accademiche coinvolte dovranno poi deliberare.
3. Il Gruppo di Riesame è costituito dai membri del Comitato di Gestione Interdepartimentale (CGID). Il Gruppo di Riesame redige annualmente il rapporto di riesame per il corso di studio, lo sottopone all'approvazione ai Consigli delle strutture accademiche coinvolte e lo invia al Nucleo di Valutazione e al Senato Accademico.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

4. La Commissione paritetica docenti studenti è quella del Centro di Biologia Integrata. La commissione paritetica viene annualmente consultata in merito:
 - a. alla soddisfazione degli studenti riguardo i diversi aspetti della didattica e del tutorato, anche sulla base dei risultati dei questionari di valutazione della didattica, consultabili dalla Commissione in forma disaggregata per singolo insegnamento;
 - b. al regolare svolgimento delle carriere degli studenti;
 - c. alla dotazione di strutture e laboratori, alla qualità e all'organizzazione dei servizi.

Art. 12 – Norme finali e transitorie

1. Il presente Regolamento è approvato dai Consigli delle strutture accademiche coinvolte, dopo aver acquisito il parere della Commissione Paritetica per la Didattica sulle parti individuate dall'art 12 comma 3 del DM 270/04, e dal Senato Accademico ed entra in vigore a decorrere dalla data di emanazione del relativo decreto rettorale.
2. Per quanto non espressamente previsto nel presente regolamento si applicano le norme del Regolamento didattico di Ateneo.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Allegato 1 – Obiettivi formativi delle attività previste dal corso di laurea magistrale

Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale: obiettivi formativi delle attività previste dal corso di studio per le coorti di studenti iscritti dall'a.a. 2016/17 e successivi

Percorso “Biotechnological Track”

Attività formative obbligatorie per tutti gli studenti che scelgono il percorso Biotechnological Track:

Denominazione dell'attività formativa	Obiettivi formativi
Biostatistics	Modulo Biostatistics and Probability: Il corso ha l'obiettivo di offrire agli studenti metodi e tecniche per analizzare dati di tipo biologico tenendo conto dello specifico dominio applicativo, caratterizzato da assenza di conoscenza complete ed elevato rumore nei dati disponibili. L'applicazione dei metodi insegnati a casi di studio di tipo industriale è un aspetto importante del corso. Modulo Biostatistical Computing: Il corso ha l'obiettivo di offrire agli studenti i metodi di programmazione di base per effettuare analisi statistiche di dati di tipo biologico. Ambienti tipo R e Python per una rapida prototipazione dei metodi di analisi saranno utilizzati in applicazioni derivate da casi di studio di tipo industriale al fine di offrire competenze pratiche agli studenti.
Scientific Programming	Modulo Algorithms and Data Structure: L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità. Modulo Scientific Programming: L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.
English	Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello B2 del Consiglio d'Europa.
Genomics	Modulo Computational Human Genomics: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze nelle aree di genomica comparativa, genomica strutturale, genomica funzionale ed evoluzione. Il corso fornisce elementi di analisi quantitativa utilizzati in ciascuna delle aree. Gli esempi utilizzati sono nel contesto di malattie umane. Modulo Computational Microbial Genomics: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di analisi di dati generati con tecniche e piattaforme ad alta processività per la caratterizzazione del genoma, dell'epigenoma e del trascrittoma. Il materiale del corso si basa su tecniche sperimentali di ultima generazione.
Biotechnology Engineering	Modulo Genetic and Metabolic Engineering: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico. Modulo Tissue Engineering: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sull'utilizzo di vari tipi di cellule, tessuti e matrici per applicazioni in ambito di medicina rigenerativa.



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Per completare il percorso Biotechnological Track, gli studenti selezionano 3 attività formative tra quelle elencate di seguito:

Denominazione dell'attività formativa	Obiettivi formativi
Modern Physics	<p>Modulo Physics at the Atomic and Molecular Scale: Il corso introduce alla fenomenologia dei processi fisici che sono rilevanti alle scale di tempo e lunghezza tipiche dei sistemi di interesse biologico, con particolare riferimento ad aspetti legati al comportamento quantistico della materia e della radiazione. Nella seconda parte del corso vengono introdotte le equazioni fondamentali della meccanica quantistica.</p> <p>Modulo Introduction to Quantum Mechanics: Il corso ha l'obiettivo di portare lo studente a comprendere aspetti di base del formalismo matematico della meccanica quantistica. Nella seconda parte del corso vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi biomolecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci microscopici e multiscala alla dinamica molecolare.</p>
Bioinformatics	<p>Modulo Algorithms for Bioinformatics: L'obiettivo è fornire le conoscenze sugli algoritmi specifici proposti per le applicazioni bioinformatiche.</p> <p>Modulo Bioinformatic Resources: L'obiettivo è fornire le nozioni per il progetto e implementazione di una risorsa bioinformatica previa introduzione a databases e architetture web e alle risorse bioinformatiche esistenti</p>
Biological Networks	<p>Modulo Network Analysis: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di base sulla teoria delle reti biologiche e fornire le competenze necessarie a manipolarle integrando l'informazione strutturale delle reti con i dati quantitativi provenienti da analisi <i>-omiche</i> e marcatori clinici dei fenotipi di interesse. Lo studente sarà quindi in grado di scegliere e applicare le migliori tecniche per l'analisi di dati sulla base delle problematiche biologiche da affrontare. L'applicazione dei metodi insegnati a casi di studio di tipo industriale è un aspetto importante del corso.</p> <p>Modulo Network Modeling and Simulation: Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le competenze e conoscenze necessarie a rappresentare formalmente la dinamica dei sistemi biologici, alla scelta dei migliori algoritmi di simulazione e alla definizione e esecuzione di esperimenti perturbativi <i>in silico</i> di tipo <i>what-if</i>. La validazione dei modelli sulla base dei dati biologici disponibili è una ulteriore competenza che viene fornita agli studenti. L'applicazione dei metodi insegnati a casi di studio di tipo industriale è un aspetto importante del corso.</p>
Computational Biophysics	<p>Modulo Physical Modeling of Biomolecules: Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico. e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.</p> <p>Modulo Computer Simulations of Biomolecules: Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.</p>
Data Mining	<p>Modulo Machine Learning: Il modulo ha come obiettivo fornire la conoscenza sugli aspetti teorici e pratici di Machine Learning e Data Mining. Un'attenzione particolare sarà data alle tecniche di apprendimento supervisionate e non supervisionate e ai metodi di valutazione.</p> <p>Modulo Biological Data Mining: L'obiettivo è fornire le nozioni pratiche e teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il data mining di dati biologici.</p>
Mathematical Modeling	<p>Modulo Mathematical Modeling in Biology: Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti. Si insegnerà a tradurre un modello basato su diagrammi di flusso in un modello deterministico basato su equazioni differenziali ordinarie oppure in una catena di Markov corrispondente. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie e sulle catene di Markov a tempo continuo e stati finiti, nonché metodi per simularle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario</p> <p>Modulo Spatio-temporal Models in Cell and Tissue Biology: Il corso ha l'obiettivo, prima di tutto, di introdurre gli studenti alla modellizzazione dei fenomeni di diffusione e trasporto tramite equazioni a derivate parziali e loro analoghi discreti. Inoltre si mostrerà come equazioni semplici di tipo reazione-diffusione usate in biologia danno luogo a fenomeni macroscopici spatio-temporali come onde viaggianti piane o a spirale, oppure pattern caratteristici (fenomeno di Turing). Il corso richiederà agli studenti di svolgere simulazioni al computer di modelli recenti in varie aree della biologia (ad esempio spike nei neuroni, crescita tumorale, interazioni virus-sistema immunitario).</p>
Biotechnology Management and Regulations	<p>Modulo Economics and Management: L'obiettivo del corso è quello di fornire concetti economici e sociali di base per esplorare aspetti di innovazione e imprenditorialità, da una prospettiva di business e di ricerca, con particolare attenzione alle sfide socio-economiche attuali e future.</p> <p>Modulo Biotechnology Regulations: Il corso si propone di fornire le principali nozioni sugli aspetti normativi e gestionali della ricerca clinica e della sperimentazione di farmaci, dispositivi e di prodotti biotecnologici. Il corso tratterà anche della disciplina italiana e di diritto dell'Unione Europea della brevettabilità e della distinzione "scoperta-invenzione" nell'ambito della ricerca genetica.</p>



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Percorso “Computational Track”

Attività formative obbligatorie per tutti gli studenti che scelgono il percorso Computational Track:

Denominazione dell'attività formativa	Obiettivi formativi
Molecular Biology of the Cell	<p>Modulo Molecular Basis of Cell Structure and Function: Il corso ha l'obiettivo di far acquisire le informazioni essenziali circa il piano organizzativo della cellula eucariote con particolare riferimento al significato funzionale delle strutture, e al metabolismo basale degli acidi nucleici e delle proteine</p> <p>Modulo Cellular and Molecular Dynamics: Il corso ha l'obiettivo fornire conoscenze sulle dinamiche cellulari, con particolare riferimento ai meccanismi di trasduzione di segnale e di trafficking delle proteine.</p>
Chemistry and Biochemistry	<p>Modulo General and Organic Chemistry: Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base della chimica necessarie per affrontare lo studio dei sistemi biologici. Particolare enfasi viene data alla struttura atomica della materia, alle proprietà chimico-fisiche degli elementi e delle sostanze, alla termodinamica dei processi chimici, allo studio degli equilibri in soluzione. Verranno inoltre fornite conoscenze sulla struttura, reattività e meccanismi di reazione delle più comuni classi di molecole organiche, privilegiando composti di interesse biotecnologico.</p> <p>Modulo Analytical Chemistry and Biochemistry: Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base relative alle biomolecole fondamentali per la formazione e funzionamento delle cellule e alle interazioni molecolari nell'ambiente cellulare. Introdurre alla struttura e dinamica delle proteine in relazione alle possibili funzioni svolte da queste negli organismi viventi e alla comprensione su base molecolare dei processi metabolici e di trasporto. Introdurre alla comprensione dei principi dei moderni metodi di indagine strutturale ed alle metodologie analitiche bioorganiche, quali le spettroscopie ottiche, la cromatografia, la risonanza magnetica nucleare e la spettrometria di massa.</p>
English	Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello B2 del Consiglio d'Europa.
Biological Networks	<p>Modulo Network Analysis: Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di base sulla teoria delle rete biologiche e fornire le competenze necessarie a manipolarle integrando l'informazione strutturale delle reti con i dati quantitativi provenienti da analisi <i>-omiche</i> e marcatori clinici dei fenotipi di interesse. Lo studente sarà quindi in grado di scegliere e applicare le migliori tecniche per l'analisi di dati sulla base delle problematiche biologiche da affrontare. L'applicazione dei metodi insegnati a casi di studio di tipo industriale è un aspetto importante del corso.</p> <p>Modulo Network Modeling and Simulation: Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le competenze e conoscenze necessarie a rappresentare formalmente la dinamica dei sistemi biologici, alla scelta dei migliori algoritmi di simulazione e alla definizione e esecuzione di esperimenti perturbativi <i>in silico</i> di tipo <i>what-if</i>. La validazione dei modelli sulla base dei dati biologici disponibili è una ulteriore competenza che viene fornita agli studenti. L'applicazione dei metodi insegnati a casi di studio di tipo industriale è un aspetto importante del corso.</p>
Mathematical Modeling	<p>Modulo Mathematical Modeling in Biology: Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti. Si insegnerà a tradurre un modello basato su diagrammi di flusso in un modello deterministico basato su equazioni differenziali ordinarie oppure in una catena di Markov corrispondente. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie e sulle catene di Markov a tempo continuo e stati finiti, nonché metodi per simularle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario</p> <p>Modulo Spatio-temporal Models in Cell and Tissue Biology: Il corso ha l'obiettivo, prima di tutto, di introdurre gli studenti alla modellizzazione dei fenomeni di diffusione e trasporto tramite equazioni a derivate parziali e loro analoghi discreti. Inoltre si mostrerà come equazioni semplici di tipo reazione-diffusione usate in biologia danno luogo a fenomeni macroscopici spatio-temporali come onde viaggianti piane o a spirale, oppure pattern caratteristici (fenomeno di Turing). Il corso richiederà agli studenti di svolgere simulazioni al computer di modelli recenti in varie aree della biologia (ad esempio spike nei neuroni, crescita tumorale, interazioni virus-sistema immunitario).</p>



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Per completare il percorso Computational Track, gli studenti selezionano 3 attività formative (36 CFU) tra quelle elencate di seguito:

Denominazione dell'attività formativa	Obiettivi formativi
Modern Physics	<p>Modulo Physics at the Atomic and Molecular Scale: Il corso introduce alla fenomenologia dei processi fisici che sono rilevanti alle scale di tempo e lunghezza tipiche dei sistemi di interesse biologico, con particolare riferimento ad aspetti legati al comportamento quantistico della materia e della radiazione. Nella seconda parte del corso vengono introdotte le equazioni fondamentali della meccanica quantistica.</p> <p>Modulo Introduction to Quantum Mechanics: Il corso ha l'obiettivo di portare lo studente a comprendere aspetti di base del formalismo matematico della meccanica quantistica. Nella seconda parte del corso vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi biomolecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci microscopici e multiscala alla dinamica molecolare.</p>
Bioinformatics	<p>Modulo Algorithms for Bioinformatics: L'obiettivo è fornire le conoscenze sugli algoritmi specifici proposti per le applicazioni bioinformatiche.</p> <p>Modulo Bioinformatic Resources: L'obiettivo è fornire le nozioni per il progetto e implementazione di una risorsa bioinformatica previa introduzione a databases e architetture web e alle risorse bioinformatiche esistenti</p>
Computational Biophysics	<p>Modulo Physical Modeling of Biomolecules: Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.</p> <p>Modulo Computer Simulations of Biomolecules: Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.</p>
Data Mining	<p>Modulo Machine Learning: Il modulo ha come obiettivo fornire la conoscenza sugli aspetti teorici e pratici di Machine Learning e Data Mining. Un'attenzione particolare sarà data alle tecniche di apprendimento supervisionate e non supervisionate e ai metodi di valutazione.</p> <p>Modulo Biological Data Mining: L'obiettivo è fornire le nozioni pratiche e teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il data mining di dati biologici.</p>
Biotechnology Management and Regulations	<p>Modulo Economics and Management: L'obiettivo del corso è quello di fornire concetti economici e sociali di base per esplorare aspetti di innovazione e imprenditorialità, da una prospettiva di business e di ricerca, con particolare attenzione alle sfide socio-economiche attuali e future.</p> <p>Modulo Biotechnology Regulations: Il corso si propone di fornire le principali nozioni sugli aspetti normativi e gestionali della ricerca clinica e della sperimentazione di farmaci, dispositivi e di prodotti biotecnologici. Il corso tratterà anche della disciplina italiana e di diritto dell'Unione Europea della brevettabilità e della distinzione "scoperta-invenzione" nell'ambito della ricerca genetica.</p>



Allegato 2 – Svolgimento delle attività formative

Corso di laurea magistrale in **Biologia Quantitativa e Computazionale**: attività formative previste dal percorso formativo per le coorti di studenti iscritti dall' a.a. 2016/17 e successivi

Percorso “Biotechnological Track”

Attività formative obbligatorie per tutti gli studenti che scelgono il percorso Biotechnological Track:

Anno di corso	Denominazione delle attività formative	Ore riservate all'attività didattica assistita (lezione, laboratorio,...)	Ore riservate allo studio personale	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
1	Biostatistics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Biostatistics and Probability 6 CFU modulo Biostatistical Computing	MAT/06 INF/01	Affine	---
1	Scientific Programming	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Algorithms and Data Structure 6 CFU modulo Scientific Programming	INF/01 INF/01	Affine	---
1	Biotechnology Engineering	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Genetic and Metabolic Engineering 6 CFU modulo Tissue Engineering	ING-IND/34 ING-IND/34	Caratterizzante	---
1	Genomics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Computational Human Genomics	BIO/11	Caratterizzante	



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

				6 CFU modulo Computational Microbial Genomics	BIO/19		
1-2	Corsi a libera scelta			12			
1	Ulteriori conoscenze linguistiche			3			
2	Stage			6			
2	Prova finale			15			

Per completare il percorso Biotechnological Track, gli studenti selezionano 3 attività formative tra quelle elencate di seguito:

Anno di corso	Denominazione delle attività formative	Ore riservate all'attività didattica assistita (lezione, laboratorio,..)	Ore riservate allo studio personale	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
1	Modern Physics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Physics at the Atomic and Molecular Scale 6 CFU modulo Introduction to Quantum Mechanics	FIS/01 FIS/02	Caratterizzante	---
1	Bioinformatics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Algorithms for Bioinformatics 6 CFU modulo Bioinformatic Resources	ING-INF/05 INF/01	Caratterizzante	--
1	Biological Networks	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Biological Network Analysis	INF/01	Caratterizzante	---



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

				6 CFU modulo Network Modeling and Simulation	INF/01		
2	Computational Biophysics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Physical Modeling of Biomolecules 6 CFU modulo Computer Simulations of Biomolecules	FIS/02 FIS/03	Caratterizzante	
2	Data Mining	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Machine Learning 6 CFU modulo Biological Data Mining	INF/01 ING-INF/05	Caratterizzante	
2	Mathematical Modeling	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Mathematical Modeling in Biology 6 CFU modulo Spatio-temporal Models in Cell and Tissue Biology	MAT/05 MAT/05	Caratterizzante	
2	Biotechnology Management and Regulations	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Economics and Management 6 CFU modulo Biotechnology Regulations	SECS-P/07 IUS/04	Caratterizzante	



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

Percorso “Computational Track”

Attività formative obbligatorie per tutti gli studenti che scelgono il percorso Computational Track:

Anno di corso	Denominazione delle attività formative	Ore riservate all'attività didattica assistita (lezione, laboratorio,...)	Ore riservate allo studio personale	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
1	Molecular Biology of the Cell	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Molecular Basis of Cell Structure and Function 6 CFU modulo Cellular and Molecular Dynamics	BIO/10 BIO/09	Caratterizzante	---
1	Chemistry and Biochemistry	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo General and Organic Chemistry 6 CFU modulo Analytical Chemistry and Biochemistry	CHIM/03 CHIM/06	Caratterizzante	---
1	Biological Networks	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Biological Network Analysis 6 CFU modulo Network Modeling and Simulation	INF/01 INF/01	Affine	---
2	Mathematical Modeling	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Mathematical Modeling in Biology 6 CFU modulo Spatio-temporal Models in Cell and	MAT/05 MAT/05	Affine	---



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdepartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

				Tissue Biology			
2	Corsi a libera scelta			12			
2	Ulteriori conoscenze linguistiche			3			
2	Stage			6			
2	Prova finale			15			

Per completare il percorso Computational Track, gli studenti selezionano 3 attività formative (36 CFU) tra quelle elencate di seguito:

Anno di corso	Denominazione delle attività formative	Ore riservate all'attività didattica assistita (lezione, laboratorio,...)	Ore riservate allo studio personale	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
1	Modern Physics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Physics at the Atomic and Molecular Scale 6 CFU modulo Introduction to Quantum Mechanics	FIS/01 FIS/02	Caratterizzante	---
1	Bioinformatics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Algorithms for Bioinformatics 6 CFU modulo Bioinformatic Resources	ING-INF/05 INF/01	Caratterizzante	--



Regolamento didattico Corso di Laurea Magistrale interdipartimentale in Biologia Quantitativa e Computazionale

2	Computational Biophysics	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Physical Modeling of Biomolecules 6 CFU modulo Computer Simulations of Biomolecules	FIS/02 FIS/03	Caratterizzante	
2	Data Mining	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Machine Learning 6 CFU modulo Biological Data Mining	INF/01 ING-INF/05	Caratterizzante	
2	Biotechnology Management and Regulations	96	204	12 suddivisi in: 6 CFU modulo Economics and Management 6 CFU modulo Biotechnology Regulations	SECS-P/07 IUS/04	Caratterizzante	