



## REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN QUANTITATIVE BIOLOGY

Il presente Regolamento disciplina l'organizzazione e il funzionamento del corso di laurea magistrale in Quantitative Biology, appartenente alla classe delle lauree LM-8 Biotecnologie Industriali, attivato presso l'Università degli Studi di Milano.

In ottemperanza a quanto disposto dall'art. 11, comma 2, della legge 19 novembre 1990, n. 341, dall'art. 12 del D.M. 22 ottobre 2004, n. 270 e dal Regolamento didattico d'Ateneo, il presente Regolamento specifica, nel rispetto della libertà di insegnamento e dei diritti doveri dei docenti e degli studenti, gli aspetti organizzativi e funzionali del corso di laurea in Quantitative Biology in analogia con il relativo Ordinamento didattico, quale definito nel Regolamento didattico d'Ateneo, nel rispetto della predetta classe di cui al D.M. 16 marzo 2007, alla quale il corso afferisce.

### **Art. 1 - Obiettivi formativi specifici del corso di laurea e profili professionali di riferimento**

Il corso di laurea magistrale in "Quantitative biology" ha lo scopo di formare laureati con un'adeguata conoscenza della complessità dei sistemi biologici; degli strumenti per l'analisi sperimentale a livello cellulare e di singola molecola; delle modalità statistiche e computazionali per l'analisi di dati biologici. Si propone quindi un percorso che comprenda attività formative finalizzate ad acquisire:

- (a) conoscenza approfondita degli aspetti biochimici e biofisici dei processi cellulari e delle interazioni molecolari;
- (b) conoscenza delle metodologie sperimentali per lo studio e la misura di tali processi;
- (c) conoscenza delle piattaforme tecnologiche utilizzate nella ricerca biologica moderna;
- (d) conoscenza delle tecniche e dei protocolli di analisi utilizzati in studi di biologia strutturale e biofisica molecolare e cellulare;
- (e) conoscenza delle basi tecniche di modellistica nell'ambito della biologia dei sistemi per lo studio delle interazioni nei sistemi biologici complessi;
- (f) conoscenza di algebra lineare, calcolo matriciale e suo utilizzo nella descrizione di fenomeni biologici dinamici e per comprendere le basi dell'intelligenza artificiale (machine learning);
- (g) conoscenza di base del linguaggio di programmazione Python e suo utilizzo per l'analisi statistica dei dati;
- (h) conoscenza di elementi di logica formale.

Gli insegnamenti obbligatori caratterizzanti e affini (72 CFU, di cui 6 CFU a scelta guidata) comprendono insegnamenti riguardanti gli aspetti quantitativi delle principali discipline biologiche molecolari e cellulari, insegnamenti di area chimica che riguardano spettroscopia e le sue applicazioni in biologia; aspetti di analisi statistica dei dati e degli errori, misure delle interazioni su nanoscala fra biomolecole, elementi di programmazione in Python e aspetti di apprendimento automatico, algebra lineare e matriciale, descrizione dei sistemi dinamici mediante equazioni differenziali.

Sono previsti inoltre 12 CFU scelti in piena libertà dagli studenti tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Università degli Studi di Milano, purché coerenti con il progetto formativo e 3 CFU destinati ad altre attività.

Il percorso prevede infine, come momento qualificante della formazione e dell'acquisizione di competenze, una tesi sperimentale a cui sono attribuiti 33 CFU. La tesi dovrà essere svolta presso laboratori di ricerca dell'Università degli Studi di Milano o in altre istituzioni pubbliche o private, nazionali o straniere, con essa convenzionate, e prevede la produzione di un elaborato, svolto in lingua Inglese, in cui vengano riportati i risultati originali delle ricerche svolte.

### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

I laureati magistrali in "Quantitative Biology" uniscono ad una solida preparazione in ambito biomolecolare-cellulare, acquisita prevalentemente nei settori biologici caratterizzanti e affini FIS/07, BIO/04, la conoscenza di strumenti matematici, chimici e fisici e delle basi logiche del ragionamento scientifico (acquisita con le discipline per le competenze professionali e con le attività formative affini)

Tale preparazione consentirà loro di comprendere ed applicare l'approccio sperimentale interdisciplinare allo studio di sistemi complessi, quali i sistemi biologici dinamici, affrontati prevalentemente in attività affini e integrative a scelta guidata. Gli studenti sono guidati nella generazione di modelli predittivi, di simulazioni e della loro analisi e verifica sperimentale.

Gli strumenti didattici di verifica sono esami orali e/o scritti, prove pratiche di presentazione di articoli scientifici e presentazione di progetti di ricerca realizzati individualmente o in piccoli gruppi

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Un obiettivo fondamentale della laurea magistrale in "Quantitative Biology" è la costante pratica sperimentale delle conoscenze teoriche acquisite.

Si intende raggiungere questo obiettivo sia tramite gli insegnamenti, che comprenderanno una parte di insegnamento "hands on" di pratica di laboratorio, sia tramite la tesi sperimentale a cui sono attribuiti 33 CFU. Largo spazio verrà inoltre dato agli aspetti di "problem solving" e a forme di didattica che coinvolgano direttamente lo studente, promuovendo e valutando la capacità di analisi e di scelta degli strumenti metodologici più appropriati al raggiungimento di un obiettivo. La verifica delle competenze sarà effettuata con opportune modalità di esame (discussione di progetti; presentazione di risultati; ecc.)

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

L'acquisizione di autonomia di giudizio verrà incoraggiata dall'utilizzo di materiale didattico complementare a libri di testo, quali articoli di ricerca, in modo da stimolare gli studenti a non apprendere acriticamente le nozioni impartite, ma a valutarle con spirito critico e autonomia di giudizio. L'autonomia di giudizio sarà inoltre favorita dalla modalità di insegnamento "problem based learning". Tale approccio prevede che piccoli gruppi di studenti affrontino la materia di studio discutendo fra loro in presenza di un tutor che interviene solo se richiesto. Questa modalità di apprendimento sviluppa la capacità di problem solving, uno degli obiettivi formativi principali del corso di studio.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

L'apprendimento basato sulla discussione in gruppi "problem-based learning" sopra menzionato, aiuta a sviluppare capacità comunicative, fra cui la sicurezza nell'esprimersi in inglese, e la capacità di relazionarsi con altri studenti, anche internazionali. Presentazione e discussione di dati sperimentali, nell'ambito di journal club e seminari, sono fra le attività formative previste nell'ambito degli insegnamenti obbligatori e a scelta guidata dello studente che favoriscono l'acquisizione di abilità comunicative.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Sviluppo di adeguate capacità per l'acquisizione di nuove conoscenze, anche attraverso la ricerca e la lettura di articoli scientifici in lingua Inglese, consultazioni bibliografiche, consultazione di banche dati e altre informazioni in rete. Le attività formative per acquisire e verificare questa capacità includono le attività di laboratorio per la prova finale, esami che prevedono tra le diverse prove anche la lettura e discussione di articoli o protocolli in Inglese o l'elaborazione informatica di dati sperimentali. Verrà incoraggiato l'uso di metodologie di insegnamento/apprendimento alternative e complementari alla sola lezione frontale, come il

problem-based learning, lavoro di gruppo, presentazioni da parte degli studenti, esercitazioni su casi di studio reali.

### **Profili professionali e sbocchi occupazionali.**

Operatore tecnico specialistico (Product scientist, Bio-nanotechnologist)

Junior research scientist - Membro di un laboratorio di ricerca interdisciplinare in ambito biotecnologico/biofisico

Concorre al funzionamento del corso il Dipartimento di Bioscienze (referente principale).

### **Art. 2 - Accesso**

Possono accedere al corso di laurea magistrale in Quantitative Biology i laureati nelle classi:

L-2 Biotecnologie

L-13 Scienze Biologiche

L-25 Scienze e tecnologie agrarie e forestali

L-26 Scienze e tecnologie alimentari

L-27 Scienze e tecnologie chimiche

L-29 Scienze e tecnologie farmaceutiche

L-30 Scienze e tecnologie fisiche

L-35 Scienze Matematiche

che abbiano conseguito conoscenze sufficienti (almeno 12 CFU) in discipline di base di area biologica (SSD BIO/06, BIO/10, BIO/11).

Possono altresì accedere al corso coloro che siano in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo in base all'equipollenza.

Viene inoltre richiesta la conoscenza della lingua Inglese ad un livello di competenza B2.

L'iscrizione al corso di laurea magistrale degli studenti in possesso dei requisiti curriculari è subordinata al superamento di una verifica dell'adeguatezza della preparazione personale e della conoscenza della lingua Inglese, eseguita tramite le seguenti procedure:

- la valutazione dell'adeguatezza del curriculum degli studi pregressi;
- l'accertamento della preparazione individuale del candidato in biologia e fisiologia cellulare e molecolare e in biochimica. L'adeguata preparazione e attitudine personale degli studenti sarà elemento determinante per l'ammissione e sarà verificata con colloquio individuale in lingua Inglese e valutazione del curriculum degli studi pregressi, svolti da una commissione di almeno tre docenti. La valutazione complessiva darà luogo a un punteggio in centesimi, in cui verranno attribuiti fino a 50/100 per il curriculum degli studi (tipologia di laurea, votazioni degli esami, eventuali corsi liberi frequentati/superati, altri diplomi, ecc.), e fino a 50/100 per l'esito del colloquio. Il punteggio minimo per l'ammissione è di 60/100.
- "Placement Test" di conoscenza della lingua Inglese

L'esito negativo conseguito nella verifica del curriculum degli studi, della conoscenza della lingua Inglese, o della preparazione personale comporta la preclusione all'accesso al corso di laurea magistrale per l'anno in corso. Non sono in ogni caso previsti obblighi formativi aggiuntivi in caso di verifica non positiva. Noti gli esiti, gli studenti utilmente collocati nella graduatoria di merito dovranno perfezionare la loro immatricolazione entro i termini previsti dal bando di concorso. I laureandi collocati utilmente in graduatoria potranno immatricolarsi solo se conseguono la laurea entro il 31 ottobre dell'anno di immatricolazione.

Per quanto riguarda studenti residenti all'estero, il colloquio per la verifica della preparazione personale, effettuato in base ai titoli posseduti, potrà essere svolto in forma telematica. I cittadini comunitari e non comunitari soggiornanti in Italia accedono alla formazione

universitaria a parità di condizioni con i cittadini italiani e pertanto devono sostenere le medesime prove.

### **Art. 3 - Organizzazione del corso di laurea**

La durata normale del corso di laurea magistrale in Quantitative Biology è di due anni.

Il corso è strutturato in quattro semestri, durante i quali sono previste diverse tipologie di attività didattiche per complessivi 120 crediti formativi, organizzati in lezioni frontali, laboratori, attività seminariali, tesi sperimentale di laurea. Un credito formativo (CFU) corrisponde ad un carico standard di 25 ore di attività per lo studente ed è così articolato:

- 8 ore di lezione teorica e 17 ore di rielaborazione personale;
- 16 ore di laboratorio o di esercitazione e 9 ore di rielaborazione personale;
- 25 ore di formazione di tesi e di attività formative relative alla preparazione della prova finale.

Il corso di laurea magistrale offre allo studente un percorso formativo per l'acquisizione delle conoscenze teorico-pratiche necessarie allo studio di sistemi biologici complessi. In particolare lo studente acquisirà conoscenze avanzate in ambito biologico molecolare cellulare e biofisico, metodi sperimentali adeguati a effettuare misure quantitative, metodi statistici necessari all'analisi dei dati e matematici-fisici per la formulazione di modelli teorici predittivi. Lo studente acquisirà inoltre capacità logiche e di problem solving, oltre a conoscenze di base di linguaggi di programmazione e di apprendimento automatico.

La lingua ufficiale del corso di laurea è l'Inglese.

Ogni studente dovrà acquisire 72 CFU in attività formative obbligatorie, 12 CFU in attività formative liberamente scelte, 33 CFU per tesi di laurea e prova finale, 3 CFU in altre attività (conoscenze linguistiche; attività di orientamento al mondo del lavoro). I 12 CFU di attività liberamente scelte possono essere acquisiti tramite insegnamenti di altri corsi di studio dell'Università degli Studi di Milano, anche in lingua italiana, purché coerenti con il percorso formativo.

Il percorso formativo prevede l'erogazione di insegnamenti obbligatori e affini principalmente al primo anno, mentre gli insegnamenti a scelta guidata e quelli liberi vengono lasciati al secondo anno perché si intendono come caratterizzanti del percorso in uscita.

Al termine del II semestre del I anno lo studente presenta il piano degli studi, che prevede l'indicazione di insegnamenti a libera scelta dello studente per 12 CFU, scelti in piena libertà tra tutti gli insegnamenti attivati, proposti dall'Università degli Studi, purché coerenti con il progetto formativo. Il piano di studi sarà valutato dal coordinatore del CdS (o da un suo delegato).

Nel secondo anno lo studente deve svolgere una tesi sperimentale originale che prevede la frequenza obbligatoria di un laboratorio di ricerca universitario e/o altro laboratorio o struttura pubblica o privata, nazionale o straniera, previa autorizzazione del coordinatore o di un suo delegato, e la preparazione di un elaborato finale (tesi) scritto in lingua Inglese, relativo all'attività svolta, per un totale di almeno 33 CFU.

L'acquisizione da parte dello studente dei crediti stabiliti per ciascuna attività formativa è subordinata al superamento delle relative prove d'esame, che danno luogo a votazioni in trentesimi, ai sensi della normativa dell'Università degli Studi di Milano. Per i corsi al cui svolgimento concorrono più docenti, è individuato un docente che, in accordo con gli altri, presiede al coordinamento delle modalità di verifica del profitto e alle relative registrazioni.

Sono previste anche altre attività come incontri seminariali con docenti o esperti esterni italiani o stranieri, stage presso laboratori di università straniere, oltre a quelle già in essere nell'ambito dei programmi coordinati a livello europeo e internazionale.

#### Art. 4 - Settori scientifico-disciplinari e relativi insegnamenti

Gli insegnamenti ufficiali del corso di laurea magistrale in Quantitative Biology, definiti in relazione ai suoi obiettivi formativi, nell'ambito dei settori scientifico-disciplinari di pertinenza, sono i seguenti:

Nome insegnamento	SSD
Principles of spectroscopy and applications to quantitative biology	CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06
Advanced Molecular biology	BIO/11, BIO/18
Integrated structural biology	BIO/10
Cell biophysics	BIO/09, BIO/04
Nanoscale measurements in biological systems and data analysis	FIS/01, FIS/02, FIS/03
Programming in Python	INF/01
Mathematical modelling for Biology	MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09
Molecular biophysics	FIS/07
Imaging in living cells	FIS/07, BIO/04
Introduction to Logic	M-FIL/02
Structural bioinformatics	FIS/07
Cell population dynamics	BIO/13, BIO/17, BIO/06
Non linear dynamics in quantitative biology	BIO/19, BIO/18, BIO/11

La struttura e l'articolazione specifica, gli obiettivi e i risultati di apprendimento di ciascun insegnamento e delle altre attività formative, con l'indicazione di ogni elemento utile per la relativa fruizione da parte degli studenti iscritti, sono specificati annualmente, tramite l'immissione nel gestionale w4, nel manifesto degli studi e nella guida ai corsi di studio predisposta dalle competenti strutture dipartimentali. In tale guida sono altresì riportati i programmi di ogni insegnamento.

#### Art.5 - Piano didattico

Il percorso formativo del corso di laurea magistrale, con il corrispettivo di crediti precisato per ciascun insegnamento e per ciascuna attività formativa, è riportato nella Tabella seguente:

Insegnamenti	Tipologia di attività/Discipline	Settori scientifico disciplinari	Crediti
Principles of spectroscopy and applications to quantitative biology	Caratterizzante/chimiche	CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06	10
Advanced molecular biology	Caratterizzante/Biologiche	BIO/11, BIO/18	9
Integrated structural biology	Caratterizzante/Biologiche	BIO/10	6
Nanoscale measurements in biological systems and data analysis	Caratterizzante/Per le competenze professionali	FIS/01, FIS/02, FIS/03	6
Programming in Python	Caratterizzante/ Per le competenze professionali	INF/01	6
Mathematical modeling for Biology	Caratterizzante/ Per le	MAT/05, /06, /07,	6

	competenze professionali	/08, /09	
Molecular biophysics	affine o integrativa	FIS/07	6
Imaging in living cells	affine o integrativa	FIS/07, BIO/04	5
Cell biophysics	affine o integrativa	BIO/09, BIO/04	6
Introduction to Logic	affine o integrativa	M-FIL/02	6
Un insegnamento a scelta guidata fra i seguenti:			
Structural bioinformatics	Affine o integrativa a scelta guidata	FIS/07	6
Cell population dynamics	Affine o integrativa a scelta guidata	BIO/13, BIO/17, BIO/06	6
Non linear dynamics in quantitative biology	Affine o integrativa a scelta guidata	BIO/19, BIO/18, BIO/11	6
Advanced quantitative techniques in cell biology	Affine integrativa a scelta guidata	FIS/07, BIO/04, BIO/06, BIO/11, BIO/18	6
Mechanobiology	Affine integrativa a scelta guidata	BIO/06, FIS/07, BIO/09	6
Synthetic biology	Affine integrativa a scelta guidata	BIO/04, BIO/11	6
Altre attività			CFU
A scelta libera dello studente			12
Tirocinio e prova finale attività di ricerca in laboratorio e discussione della tesi in inglese			33
Altre attività formative utili per l'inserimento nel mondo del lavoro			3
Ulteriori conoscenze linguistiche (lingua italiana), oppure, conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro			

Gli obiettivi dei singoli insegnamenti sono pubblicati sul sito del corso.

L'elenco degli insegnamenti a scelta guidata potrà essere aggiornato sulla base di specifiche esigenze che emergano, e verrà annualmente pubblicato nel Manifesto degli studi, previa approvazione del Collegio didattico.

La struttura e l'articolazione di ciascun insegnamento e delle altre attività formative, come pure eventuali propedeuticità alle quali gli studenti sono tenuti, sono specificati annualmente nel Manifesto degli studi e nella guida ai corsi di studio.

L'acquisizione dei CFU relativi alle ulteriori conoscenze linguistiche (lingua italiana per stranieri) e per l'inserimento nel mondo del lavoro è certificata con un giudizio di approvazione (Ap), ed è indispensabile per conseguire la laurea.

#### **Caratteristiche prova finale:**

La laurea magistrale in "Quantitative Biology" si consegue con il superamento di una prova finale, consistente nella discussione di una tesi sperimentale svolta presso laboratori di ricerca universitari e/o altri laboratori o strutture pubbliche o private, nazionali o stranieri. La tesi, elaborata in modo originale dallo studente sotto la guida di un relatore, redatta in lingua Inglese, deve presentare una particolare originalità di sviluppo, coerente con il suo ruolo formativo che completa il percorso di studio biennale

individuale.

Le Commissioni preposte alla valutazione della prova finale esprimeranno un giudizio che terrà conto dell'intero percorso di studio dello studente e, in particolare, della coerenza tra obiettivi formativi e professionali della tesi e la maturità culturale, capacità espositiva e di elaborazione intellettuale dello studente

#### **Art.6 - Organizzazione della Assicurazione della Qualità**

Il corso di studio persegue la realizzazione, al proprio interno, di un sistema per l'assicurazione della qualità in accordo con le relative politiche definite dall'Ateneo e promosse dal Dipartimento.

In conformità al modello delineato dal Presidio di Qualità di Ateneo ai fini della messa in opera del Sistema di Gestione della Qualità, è stato nominato un Referente AQ incaricato di diffondere la cultura della qualità nel corso di studio, supportare il Presidente del Collegio nello svolgimento dei processi di AQ e, fungendo da collegamento tra il CdS e il PQA, favorire flussi informativi appropriati.

Il Referente AQ partecipa attivamente alle attività di autovalutazione del CdS (monitoraggio e riesame) come componente del Gruppo di Riesame; il Gruppo di Riesame è presieduto dal Presidente del Collegio e vede la partecipazione di almeno un rappresentante degli studenti, oltre ad altre figure individuate all'interno del Collegio. Inoltre il Referente AQ supporta il PQA nella complessa attività di comunicazione e di sensibilizzazione circa le Politiche della Qualità d'Ateneo.

Oltre che con il Collegio didattico e le strutture dipartimentali di riferimento, il Referente AQ si relaziona con la Commissione Paritetica docenti-studenti competente per il Corso di Studio.

Il sistema AQ del CdS si articola in Commissioni interne che coadiuvano il Presidente e il Collegio didattico in una serie di funzioni specifiche del corso di laurea.

Esse si interfacciano con il Presidente del CD, la Segreteria Didattica, la Segreteria Studenti, il personale tecnico-amministrativo del Dipartimento di Bioscienze e relazionano al CD. Queste commissioni sono costituite tipicamente da 1-3 docenti del corso di laurea e da un rappresentante degli studenti. Vengono nominate dal Presidente del corso di laurea e sottoposte ad approvazione del CD con durata annuale. Le commissioni sono così articolate:

Commissione paritetica Docenti-Studenti.

Commissione per l'esame dei piani di studio.

Commissione European Credits Transfer System (ECTS) e Lifelong Learning Programme (LLP)/Erasmus.

Commissione valutazione della didattica.

Commissione orientamento.

Commissione orari.

Commissioni ad hoc possono infine essere istituite per fare fronte a esigenze organizzative e su richiesta di organi di Ateneo.