

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Biologia computazionale e metodologie high throughput

Computational biology and high-throughput experimental technologies **INFORMAZIONI**

INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	BIOINFORMATICA
Codice	8068453	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Pier Federico Gherardini

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI Acquisizione delle conoscenze di base relative al funzionamento delle tecnologie high-throughput e delle conoscenze di base e intermedie relative agli approcci computazionali per l'analisi di dati biologici high-throughput. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE Acquisizione delle conoscenze di base della disciplina, familiarità con il linguaggio tecnico e capacità di leggere e interpretare la letteratura scientifica sull'argomento. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Sviluppo della capacità di applicare gli approcci computazionali trattati nel corso all'analisi e all'interpretazione di dati biologici high-throughput. AUTONOMIA DI GIUDIZIO Sviluppo delle competenze necessarie a valutare in modo critico nuovi approcci per la generazione e l'analisi di dati high-throughput. ABILITÀ COMUNICATIVE Sviluppo della capacità di utilizzare in modo appropriato il linguaggio tecnico della disciplina e di comunicare i risultati dell'analisi di dati biologici high-throughput.
----------	---

	CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO Sviluppo della capacità di apprendimento indipendente attraverso la lettura della letteratura scientifica e della documentazione tecnica.
<i>English</i>	LEARNING OBJECTIVES Acquisition of basic knowledge of high-throughput technologies and of basic and intermediate knowledge of computational approaches for the analysis of high-throughput biological data. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING Acquisition of basic knowledge of the discipline, familiarity with its technical language, and ability to read and interpret the scientific literature on the topic. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING Development of the ability to apply the computational approaches covered in the course to the analysis and interpretation of high-throughput biological data. MAKING JUDGEMENTS Development of the skills needed to critically evaluate novel approaches for the generation and analysis of high-throughput data. COMMUNICATION SKILLS Development of the ability to use the technical language of the discipline appropriately and to communicate the results of high-throughput biological data analysis. LEARNING SKILLS Development of independent learning skills through the reading of scientific literature and technical documentation.

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di base di Biologia Molecolare. conoscenze di base di Statistica
<i>English</i>	<i>Basics of Molecular Biology and Statistics</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Principi di funzionamento di un sequenziatore. Protocolli di preparazione di librerie di acidi nucleici. Tecnologie di imaging e di
-----------------	---

	citometria multiparametriche. Materiali di riferimento: pacchetto slide 1 “Tecnologie high-throughput e preparazione delle librerie”; articoli scientifici indicati nel pacchetto slide corrispondente (circa 8 ore). Tecnologie di sequenziamento in singola cellula. Tecnologie per lo studio della cromatina. Tecnologie per lo studio dello stato epigenetico e dell’interazione fra fattori di trascrizione e regioni genomiche. Materiali di riferimento: pacchetto slide 2 “Single-cell, cromatina ed epigenomica”; articoli scientifici indicati nel pacchetto slide corrispondente (circa 8 ore). Analisi di dati multivariati, clustering, analisi delle componenti principali e metodi di fattorizzazione delle matrici. Materiali di riferimento: pacchetto slide 3 “Analisi multivariata e riduzione della dimensionalità”; articoli scientifici indicati nel pacchetto slide corrispondente (circa 8 ore). Modelli lineari semplici e penalizzati. Analisi di dati di espressione in bulk. Analisi di dati in singola cellula. Materiali di riferimento: pacchetto slide 4 “Modelli lineari e analisi di dati di espressione”; articoli scientifici indicati nel pacchetto slide corrispondente (circa 8 ore). Principi di Deep Learning e applicazioni a dati biologici. Materiali di riferimento: pacchetto slide 5 “Deep Learning per dati biologici”; articoli scientifici indicati nel pacchetto slide corrispondente (circa 16 ore).
English	Inner workings of a sequencer. Protocols for nucleic acid library preparation. Highly multiplexed imaging and cytometry technologies. Reference materials: slide package 1 “High-throughput technologies and library preparation”; scientific articles indicated in the corresponding slide package (approximately 8 hours). Single-cell sequencing technologies. Technologies for the study of chromatin. Technologies for the study of epigenetic states and of the interaction between transcription factors and genomic regions. Reference materials: slide package 2 “Single-cell technologies, chromatin and epigenomics”; scientific articles indicated in the corresponding slide package (approximately 8 hours). Multivariate data analysis, clustering, principal component analysis and matrix factorization methods. Reference materials: slide package 3 “Multivariate analysis and dimensionality reduction”; scientific articles indicated in the corresponding slide package (approximately 8 hours). Simple and penalized linear models. Analysis of bulk gene expression data. Analysis of single-cell data. Reference materials: slide package 4 “Linear models and gene expression data analysis”; scientific

	articles indicated in the corresponding slide package (approximately 8 hours). Principles of Deep Learning and applications to biological data. Reference materials: slide package 5 "Deep Learning for biological data"; scientific articles indicated in the corresponding slide package (approximately 16 hours).
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Letteratura scientifica primaria indicata nei pacchetti di slide forniti durante il corso. Per ciascun argomento del programma, i riferimenti bibliografici pertinenti sono indicati nel pacchetto di slide corrispondente.
English	Primary scientific literature indicated in the slide packages provided during the course. For each topic of the programme, the relevant bibliographic references are indicated in the corresponding slide package.

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il corso si svolge attraverso lezioni frontali in presenza. Le lezioni sono dedicate alla presentazione dei principi delle tecnologie high-throughput e degli approcci computazionali per l'analisi di dati biologici.
English	The course consists of in-person lectures. Lectures are devoted to the presentation of the principles of high-throughput technologies and computational approaches for the analysis of biological data.

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza è facoltativa. Le lezioni possono essere seguite in aula. Le registrazioni mp4 e i materiali didattici vengono resi disponibili su Teams. La mancata frequenza non comporta penalizzazioni nella valutazione. Studentesse e studenti frequentanti e non frequentanti sono valutati con le stesse modalità e sugli stessi contenuti.
English	<i>Attendance is optional. Lectures can be attended in person. MP4 recordings and teaching materials are made available on Teams. Non-attendance does not result in any penalty in</i>

the assessment. Attending and non-attending students are assessed in the same way and on the same contents.

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

- ☒ Prova scritta
 ☐ Prova orale
 ☐ Prova di laboratorio
 ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere
 ☐ Valutazione di progetto
 ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Pier Federico Gherardini, Manuela Helmer-Citterich, Gerardo Pepe

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano

L'esame consiste in una prova scritta. La prova orale è facoltativa e può essere richiesta dalla studentessa o dallo studente per discutere l'esito della prova scritta e, ove possibile, integrare la valutazione.

La prova scritta ha una durata indicativa di 90 minuti e comprende domande a risposta aperta e/o esercizi volti a verificare la conoscenza dei principi delle tecnologie high-throughput, la comprensione degli approcci computazionali per l'analisi dei dati biologici, la capacità di interpretare risultati sperimentali e computazionali e l'uso appropriato del linguaggio tecnico della disciplina.

La prova orale facoltativa ha una durata media indicativa di 15 minuti.

Non sono previste prove in itinere, esoneri parziali, valutazioni di progetto o valutazioni di tirocinio. Le attività didattiche integrative, se presenti, hanno funzione di supporto all'apprendimento e non danno luogo a una valutazione separata.

I criteri di valutazione sono gli stessi per studentesse e studenti frequentanti e non frequentanti. Tutte le studentesse e tutti gli studenti sono valutati sui contenuti del programma e sui materiali didattici indicati nella scheda dell'insegnamento.

I risultati dell'esame, espressi in trentesimi, vengono comunicati attraverso i canali istituzionali previsti e successivamente verbalizzati in Delphi.

Possibile graduazione del voto:

18–21: la studentessa o lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, dimostra una conoscenza sufficiente degli argomenti e utilizza un linguaggio generalmente corretto e appropriato.

22–25: la studentessa o lo studente ha acquisito in modo adeguato i concetti della disciplina, è in grado di effettuare collegamenti tra i diversi argomenti e presenta una trattazione lineare, con linguaggio appropriato e corretto.

26–29: la studentessa o lo studente possiede conoscenze complete e ben strutturate, è in grado di applicare e rielaborare in modo autonomo le conoscenze acquisite, mostra buone capacità logico-analitiche e utilizza un linguaggio fluido e appropriato.

	30 e 30 e lode: la studentessa o lo studente possiede conoscenze complete e approfondite, sa applicarle a casi e problemi complessi ed estenderle a situazioni nuove, mostra autonomia di giudizio, riferimenti scientifici aggiornati e piena padronanza del linguaggio tecnico. Non idoneo: la studentessa o lo studente presenta importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti, limitate capacità di analisi e sintesi, limitate capacità critiche e di giudizio, oppure espone gli argomenti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato.
English	The exam consists of a written test. The oral exam is optional and may be requested by the student to discuss the result of the written test and, where possible, supplement the assessment. The written test lasts approximately 90 minutes and includes open-ended questions and/or exercises aimed at assessing knowledge of the principles of high-throughput technologies, understanding of computational approaches for biological data analysis, the ability to interpret experimental and computational results, and the appropriate use of the technical language of the discipline. The optional oral exam lasts on average approximately 15 minutes. No mid-term tests, partial exemptions, project assessments or internship assessments are planned. Supplementary teaching activities, where present, are intended to support learning and are not assessed separately. The assessment criteria are the same for attending and non-attending students. All students are assessed on the contents of the programme and on the teaching materials listed in the course description. The exam results, expressed out of thirty, are communicated through the official channels and then recorded in Delphi. Possible grading criteria: 18–21: the student has acquired the basic concepts of the discipline, demonstrates sufficient knowledge of the topics and uses generally correct and appropriate language. 22–25: the student has adequately acquired the concepts of the discipline, is able to make connections between the different topics and presents them in a clear and structured way, using appropriate and correct language. 26–29: the student has complete and well-structured knowledge, is able to apply and independently re-elaborate the acquired knowledge, shows good logical and analytical skills and uses fluent and appropriate language. 30 and 30 cum laude: the student has complete and in-depth knowledge, is able to apply it to complex cases and problems and extend it to new situations, shows independent judgement, up-to-date scientific references and full command of the technical language.



	Failed: the student shows significant deficiencies and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics, limited analytical and synthesis skills, limited critical and judgement skills, or presents the topics in an inconsistent manner and with inappropriate language.
--	--