

## SYLLABUS DEL CORSO

### Chimica per le Nanotecnologie Biomediche

2627-2-F5402Q025

---

#### Obiettivi

Lo studente dovrà acquisire i fondamenti chimici (teorici, concettuali e metodologici) sulla sintesi, sulla caratterizzazione e sulle applicazioni biomedicali di biomateriali avanzati in scala nanometrica. Il corso prevede una parte orientata allo sviluppo di nanoparticelle per applicazioni diagnostiche e terapeutiche, e una parte dedicata allo sviluppo di biomateriali nanostrutturati per la medicina rigenerativa e protesica. Verranno descritte le strategie chimiche per lo sviluppo di: nano- e biomateriali innovativi da impiegare in teranostica e sensoristica, bio-inchiostri per la stampa 3D di tessuti biologici, dispositivi per il trattamento di problematiche di interesse medico e biologico. Verranno trattati i differenti approcci chimici per sintetizzare e caratterizzare nanomateriali mediante l'impiego di polimeri sintetici, naturali e ibridi.

Al termine del corso, in linea con i descrittori di Dublino, lo studente avrà acquisito:

- Conoscenza e capacità di comprensione: padroneggiare le caratteristiche di materiali nanostrutturati sintetici e naturali utili per applicazioni biomedicali.
- Capacità di applicare conoscenza: scegliere le opportune metodologie sintetiche, di formulazione e manufacturing utili allo sviluppo di nanosistemi (nanoparticelle o biomateriali) per fini diagnostici e/o terapeutici.
- Autonomia di giudizio: valutare l'applicabilità di polimeri e materiali di varia natura per finalità biomedicali differenti. Rilevare le differenti performances di biomateriali in base alle proprietà chimiche, strutturali e biologiche. Valutare l'impiego di tecnologie innovative (es. Intelligenza Artificiale / Machine Learning / Deep Learning) nella sintesi predittiva e automatica di biomateriali innovativi e nella loro caratterizzazione. Valutare la rilevanza applicativa utile alla progettazione razionale di bio- e nanomateriali.
- Abilità comunicative: saper presentare oralmente e analizzare in modo critico un articolo scientifico originale, partecipando attivamente al contraddittorio e alla discussione aperta sui temi delle nanotecnologie.
- Capacità di apprendimento: Sviluppare un'autonomia di analisi che permetta di individuare avanzamenti particolarmente promettenti nel settore nanotecnologico e aggiornarsi sulle nuove piattaforme (es. Intelligenza Artificiale) impiegate nel campo

## Contenuti sintetici

Il corso verterà sulle metodologie chimiche per lo sviluppo di materiali nanostrutturati per applicazioni biomediche. In particolare, verranno presentati approcci chimici per sintetizzare nanomateriali che impiegano polimeri sintetici, naturali e ibridi. Un focus particolare sarà dedicato al potenziale traslazionale di bio- e nano-materiali nello sviluppo di strumenti diagnostici e terapeutici nanostrutturati, dispositivi medici impiantabili e sistemi basati su materiali stampati in 3D e biostampabili in 3D.

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- Determinare le caratteristiche di materiali nanostrutturali sintetici e naturali per applicazioni biomediche.
- Rilevare le differenti performances di biomateriali in base alle proprietà chimiche, strutturali e biologiche.
- Valutare l'applicabilità di polimeri di varia natura per finalità biomediche differenti; scegliere le opportune metodologie sintetiche utili allo sviluppo di nanosistemi (nanoparticelle o biomateriali) per fini diagnostici e/o terapeutici.
- Individuare le metodologie di formulazione più idonee sulla base del sistema biologico target, delle patologie di interesse e dell'impiego del "medical device" / nanoformulazione (inclusa la stampa e la biostampa 3D)
- Individuare gli applicativi, i dati utili e l'applicabilità di sistemi di sintesi predittiva e automazione robotica (AI, ML, DL) nel campo di bio e nanomateriali.

## Programma esteso

Il corso fornirà una panoramica estesa relativa a biomateriali e nanomateriali per applicazioni biomediche. Saranno inoltre considerati: i dispositivi attualmente utilizzati in pratica clinica per applicazioni diagnostiche e terapeutiche. Le applicazioni di coniugazione, sintesi e caratterizzazione dei principali materiali e l'utilizzo di sistemi innovativi basati su Intelligenza Artificiale finalizzati alla sintesi predittiva, alla sintesi assistita da robotica collaborativa e alle strategie di caratterizzazione basate su machine learning. In dettaglio saranno evidenziati:

- i metodi per preparare nanoparticelle, nanostrutture, nanofilm, nanopolimeri, biopolimeri, etc;
- i metodi per caratterizzare sistemi nanodimensionati, sia spettroscopici che con microscopia;
- le nanoparticelle per uso terapeutico e diagnostico e le problematiche biologiche da affrontare. In dettaglio, i principi fondamentali del sistema immunitario, le barriere biologiche e le proteine corona, gli organi e tessuti di riferimento.
- le strategie per il rilascio controllato di farmaci, come indirizzare le nanoparticelle su specifici tessuti e cellule.
- Il riconoscimento molecolare. I metodi di funzionalizzazione di nanomateriali con farmaci, diagnostici e molecole preposte al riconoscimento molecolare. I metodi chemoselettivi di coniugazione.
- le principali applicazioni di nanoparticelle per uso biomedicale.
- le applicazioni di biomateriali nanostrutturati in grado di mimare tessuti e organi.
- i siti di impianto e di applicazione di dispositivi medici permanenti (non biodegradabili) e non permanenti (biodegradabili) i metodi per preparare materiali nanostrutturati nel settore protesico e nella medicina rigenerativa.
- i metodi per caratterizzare le proprietà chimico fisico di materiali avanzati per applicazioni di ingegneria tissutale.
- la progettazione e i metodi per sintetizzare materiali naturali, sintetici e ibridi i metodi di funzionalizzazione chemoselettive per ottenere materiali bio-responsivi tessuto e organospecifici i metodi di crosslinking per la stabilizzazione covalente di strutture 3D i metodi e le strategie di bioattivazione di materiali polimerici con proprietà biologiche avanzate.
- le strategie di sviluppo e di sintesi di materiali in forma di idrogeli iniettabili, scaffolds, bulks e reti impiantabili.
- le strategie e le metodologie di formulazione mediante solvent casting, freeze dry, moulding e layer-by-layer etc....

- saranno inoltre descritte le nuove metodologie di formulazione e le strategie chimiche associate: 3D printing e bioprinting, caratteristiche e classificazione di polimeri printabili 3D printing e bioprinting. Metodologie sintetiche e di caratterizzazione per lo sviluppo di polimeri printabili e bioprintabili. 3D printing e bioprinting: progettazione di modelli 3D protesici e tissutali.
- nuovi metodi e piattaforme basate su intelligenza artificiale impiegate nella predizione, nella sintesi e nella formulazione automatizzate di bio- e nanomateriali per applicazioni biomediche

## **Prerequisiti**

Chimica Organica I

## **Modalità didattica**

48 ore totali, interamente erogate in presenza (LEL). Le attività sono così suddivise:

Didattica Erogativa (DE): 44 ore svolte in presenza (LEL), strutturate in 22 lezioni frontali da 2 ore.

Didattica Interattiva (DI): 4 ore svolte in presenza (LEL), strutturate in 2 seminari/moduli interattivi da 2 ore volti a coinvolgere attivamente gli studenti.

## **Materiale didattico**

Slides (PPT). Video e Articoli Scientifici (Reviews e Articoli originali). Software per progettazione e design, predizione sintesi biomateriali, databanks.

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

I Semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

L'esame può essere sostenuto a scelta dello studente in lingua italiana o lingua inglese e consiste di a) una presentazione power point su uno specifico articolo originale selezionato tra gli argomenti proposti dal docente; b) domande relative al programma del corso.

La prova di presentazione è di seguito definita:

- La prova consiste in una presentazione orale supportata da ppt sugli argomenti trattati durante il corso, con analisi critica e contributo di ricerca personale. Il docente proporrà differenti tematiche aperte.
- Le presentazioni orali individuali tratteranno di un articolo scientifico originale selezionato dallo studente e sono oggetto di discussione aperta, con domande e contraddittorio da parte dei presenti, e permetteranno di verificare il livello delle conoscenze acquisite, l'autonomia di analisi e giudizio, le capacità espositive dello studente, la capacità di individuare avanzamenti particolarmente promettenti in un dato settore

nanotecnologico.

- A seguito della presentazione saranno poste domande relative agli argomenti trattati durante il corso.  
Il voto finale relativo a presentazione e competenze acquisite durante il corso è espresso in trentesimi con eventuale lode

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento

## **Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE

---