

## COURSE SYLLABUS

### **Chemistry for Biomedical Nanotechnologies**

**2526-2-F5401Q073**

---

#### **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: materiali 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, lo studente sarà in grado di:

- Padroneggiare le caratteristiche di materiali nanostrutturati sintetici e naturali utili per applicazioni biomedicali.
- Rilevare le differenti performances di biomateriali in base alle proprietà chimiche, strutturali e biologiche.
- Valutare l'applicabilità di polimeri e materiali di varia natura per finalità biomedicali differenti.
- Scegliere le opportune metodologie sintetiche, di formulazione e manufacturing utili allo sviluppo di nanosistemi (nanoparticelle o biomateriali) per fini diagnostici e/o terapeutici.
- 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

#### **Contenuti sintetici**

Il corso verterà sulle metodologie chimiche per lo sviluppo di materiali nanostrutturati per applicazioni biomedicali. 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 mediche.
- Rilevare le differenti performances di biomateriali in base alle proprietà chimiche, strutturali e biologiche.
- Valutare l'applicabilità di polimeri di varia natura per finalità mediche 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 mediche.

Saranno inoltre considerati:

i dispositivi 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, nanopoliomeri, biopolimeri, etc;

- i metodi per caratterizzare sistemi nanodimensionati, sia spettroscopici che con microscopie;
- 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 mediche

## Prerequisiti

## Modalità didattica

44 h Didattica Erogativa 22 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa 20 h Didattica Mista 2 seminari/ora in moduli da 2 ore in presenza, Didattica Mista

## Materiale didattico

Registrazione Lezioni 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 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

---