

## SYLLABUS DEL CORSO

### Chimica per le Nanotecnologie Biomediche

2425-2-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 bio-inchiostri per la stampa 3D di tessuti biologici.

Verranno trattati i differenti approcci chimici per sintetizzare 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 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.
- 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.

#### 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 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 microscopie;
- le nanoparticelle per uso terapeutico e diagnostico e le problematiche biologiche da affrontare: 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 organo-specifici
- 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....
- le nuove metodologie di formulazione e le strategie chimiche associate: 3D printing e bioprinting, caratteristiche e classificazione di polimeri stampabili
- 3D printing e bioprinting: metodologie sintetiche e di caratterizzazione per lo sviluppo di polimeri stampabili e bioprintabili.
- 3D printing e bioprinting: progettazione di modelli 3D protesici e tissutali
- Metodi e piattaforme basate su intelligenza artificiale impiegate nella predizione, nella sintesi e nella formulazione di bio- e nanomateriali per applicazioni biomediche.

## **Prerequisiti**

Chimica Organica I

## **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

Articoli Scientifici (Reviews e Articoli originali)

## **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 una prova di seguito definita:

La prova consiste in una presentazione orale sugli argomenti trattati dal corso, con analisi critica e contributo di ricerca personale.

Le presentazioni orali individuali sono oggetto di discussione aperta, con domande e contraddittorio da parte dei presenti, e permettono 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.

Il voto finale è espresso in trentesimi con eventuale lode.

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento

## **Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE

---