

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN “BIOINGEGNERIA APPLICATA ALLE SCIENZE MEDICHE”

Anno Accademico 2022-2023

Ciclo XXXVIII

Coordinatore Prof. Michele Gaeta

Dipartimento Scienze Biomediche, Odontoiatriche e delle Immagini Morfologiche e Funzionali

Durata 3 anni

Posti e borse di studio 4 posti, di cui 3 con borsa di studio

Data inizio corso 1 ottobre 2022

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

Le attività del corso saranno tali da sviluppare la capacità degli studenti di affrontare e risolvere problemi di elevata complessità concettuale e tecnologica con metodologie rigorose e multidisciplinari. Particolare attenzione verrà dedicata agli strumenti informatici e alla scrittura di progetti in lingua inglese. Inoltre gli studenti saranno motivati a sviluppare sia indipendentemente che all'interno di gruppi di lavoro, progetti innovativi con l'obiettivo di valutare l'impatto di nuove soluzioni tecnologiche, di nuovi metodi applicati allo sviluppo di materiali, di nuovi dispositivi e algoritmi dell'ingegneria biomedica. La rete di collaborazione tra i docenti del Collegio ed aziende e centri di ricerca darà già durante il corso di dottorato, la possibilità di affrontare attività di ricerca e problematiche specifiche del mondo produttivo e dei servizi del settore medico-biologico che costituisce il bacino occupazionale di questo profilo.

Le abilità acquisite nel corso sono orientate ai seguenti sbocchi occupazionali e professionali:

- posizioni di ricercatore in ambito accademico a livello nazionale e internazionale;
- posizioni di ricercatore in enti privati o pubblici di ricerca (CNR, INFN, ENEA, INGV, ecc.);
- in progetti di innovazione e trasferimento tecnologico, oggi particolarmente incentivati a livello regionale (PON, POR, etc) e nazionale (fondi specifici per start-up);
- in posizioni di responsabilità in reparti R&D di aziende dei settori coinvolti nel Dottorato.

Descrizione

Il corso di dottorato “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche” è progettato con docenti appartenenti principalmente alle due aree CUN: l'area 06 e l'area 09. La principale ambizione del corso è quella di formare in maniera multidisciplinare dei giovani ricercatori che riescano a fungere da ponte concreto tra l'area 06 e l'area 09, sviluppando e migliorando un linguaggio comune, al fine di progettare, realizzare e attuare attività di ricerca interdisciplinari che integrino informazioni, metodologie, concetti, prospettive e teorie tipiche dell'ambito biomedico. Per raggiungere tale traguardo sono stati coinvolti ricercatori di enti di ricerca italiani e stranieri di prestigio ed aziende operanti nel settore biomedicale. Inoltre, per la formazione degli studenti è stato dedicato un percorso didattico multidisciplinare e innovativo che prevede anche dei periodi di attività di ricerca

presso enti qualificati sia italiani sia esteri nonché in azienda. Infatti, il trasferimento tecnologico è una priorità del corso di dottorato “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche” credendo fortemente che le ricadute industriali della ricerca possano combaciare con gli scopi del PNRR nazionale. Infine, le linee guida di costruzione del corso, si basano sulla declaratoria degli SSD rappresentati la “Ingegneria Biomedica”: ING-INF/06 “Bioingegneria Elettronica ed Informatica” e ING-IND/34 “Bioingegneria Industriale”. Tutto questo considerando che all’interno dell’offerta formativa dell’Università degli Studi di Messina, a partire dall’anno accademico 2021/22, è presente il corso di laurea triennale L8 in “Biomedica”.

Obiettivi del corso

Il corso di dottorato in “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche”, progettato con docenti appartenenti principalmente alle aree CUN 06 e 09 e le cui linee guida di costruzione degli insegnamenti si basano sulla declaratorie degli SSD rappresentati la “Ingegneria Biomedica” ING-INF/06 “Bioingegneria Elettronica ed Informatica” e ING-IND/34 “Bioingegneria Industriale”, ha l'obiettivo di formare nuovi ricercatori che siano in grado, partendo da conoscenze tecnologiche e biomediche, di svolgere attività di ricerca interdisciplinari ed innovative per un miglioramento della produttività e della competitività nel settore privato e aziendale, in società ed industrie di progettazione, produzione e commercializzazione del settore biomedico. In dettaglio, gli obiettivi scientifici e didattici sono costruiti attorno allo sviluppo di materiali, dispositivi, algoritmi di elaborazione, progettati e sviluppati in sinergia tra i ricercatori delle due aree e che insieme formano la catena di sviluppo dai concetti di base alla realizzazione di nuove soluzioni e/o metodologie. Inoltre, tra gli obiettivi fondamentali del corso di dottorato in “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche” vi è il trasferimento tecnologico credendo fortemente che le ricadute industriali dei nuovi ricercatori possano ricadere e ampliare negli obiettivi del PNRR nazionale.

Attività di formazione comuni ai curricula

Seminari

Il corso di dottorato in “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche” prevede l’organizzazione, la realizzazione, la divulgazione, attraverso i membri del proprio collegio, di Seminari tematici inerenti gli obiettivi formativi del corso. Esperti nazionali ed internazionali saranno invitati presso la sede dell’Università degli Studi di Messina e/o supporto digitale a tenere workshop e seminari inerenti le proprie attività di ricerca con un occhio di attenzione verso la capacità di divulgazione dei risultati scientifici alla società. Infine, il coordinatore e i membri del collegio periodicamente terranno riunioni per analizzare l’interesse e le ricadute scientifiche dei suddetti eventi al fine di direzionare sempre più l’attenzione e l’interesse dei giovani ricercatori.

Perfezionamento Informatico

Il corso di dottorato in “Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche” prevede l’organizzazione, la realizzazione, la divulgazione, attraverso i membri del proprio collegio, del perfezionamento informatico inerente gli obiettivi formativi del corso. Esperti nazionali ed internazionali saranno

invitati presso la sede dell'Università degli Studi di Messina e/o supporto digitale a tenere workshop inerenti l'importanza della digitalizzazione nel mondo della ricerca attuale. Lo scopo è quello di rendere i giovani ricercatori capaci di sfruttare tutti i supporti digitali ed informatici al fine di performare la propria ricerca. Infine, il coordinatore e i membri del collegio periodicamente terranno riunioni per analizzare l'interesse e le ricadute scientifiche dei suddetti eventi al fine di direzionare sempre più l'attenzione e l'interesse dei giovani ricercatori. Infine, i dottorandi avranno a disposizione delle postazioni computerizzate collegate alla rete di ateneo.

Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali

Il corso di dottorato in "Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche" prevede l'organizzazione di incontri, attraverso i membri del proprio collegio, per la gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali inerente gli obiettivi formativi del corso. Esperti nazionali ed internazionali, inoltre, saranno invitati presso la sede dell'Università degli Studi di Messina e/o supporto digitale a tenere workshop inerenti l'importanza della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca. Lo scopo è quello di rendere i giovani ricercatori capaci di sfruttare tutti i supporti di ricerca al fine di performare la propria attività. Infine, il coordinatore e i membri del collegio periodicamente terranno riunioni per analizzare l'interesse e le ricadute scientifiche delle suddette azioni al fine di direzionare sempre più l'attenzione e l'interesse dei giovani ricercatori.

Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca

Il corso di dottorato in "Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche" prevede l'organizzazione di incontri, attraverso i membri del proprio collegio, per la valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca. Esperti nazionali ed internazionali, inoltre, saranno invitati presso la sede dell'Università degli Studi di Messina e/o supporto digitale a tenere workshop inerenti l'importanza della valorizzazione e disseminazione dei risultati della ricerca. Lo scopo è quello di rendere i giovani ricercatori capaci di valorizzare e divulgare i risultati della propria ricerca e conoscere i diritti sulle proprietà intellettuale al fine di performare la propria attività. Infine, il coordinatore e i membri del collegio periodicamente terranno riunioni per analizzare l'interesse e le ricadute scientifiche delle suddette azioni al fine di direzionare sempre più l'attenzione e l'interesse dei giovani ricercatori.

Offerta formativa e articolazione in CFU

L'impegno complessivo è di 180 crediti formativi, distribuiti uniformemente sui tre anni di corso (60 CFU per ogni singolo anno).

L'attività formativa prevede l'acquisizione di (n. 60 CFU) annui ottenuti grazie alla frequenza di cicli di lezioni offerti dall'Università degli studi di Messina (o specifici cicli dedicati ai dottorandi o normali corsi universitari insieme agli studenti di corsi di laurea).

I 6 CFU del primo, secondo e terzo anno dovranno essere conseguiti con la frequenza di lezioni nelle aree disciplinari (SSD) dei singoli indirizzi.

Il restante numero di crediti formativi (n. 54 CFU) viene attribuito dal collegio docenti alle attività connesse con la ricerca specifica dei singoli dottorandi, incluse le attività di partecipazione a congressi, seminari, scuole, soggiorni all'estero.

Nello specifico, i crediti formativi sono così distribuiti:

- attività individuale di ricerca, da discutere nella relazione per il passaggio agli anni successivi al primo (n. 24 CFU)
- stesura tesi (n. 24 CFU)
- partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: convegni, congressi, seminari, soggiorni all'estero di tipo "Erasmus" o di altro tipo (n. 30 CFU)

Inoltre, n. 15 CFU per pubblicazione su riviste con impatto nazionale.

Legenda per l'attribuzione dei crediti alle attività formative a scelta

- Partecipazione a convegno, congresso o seminario (n. 3 CFU)
- Partecipazione a convegno, congresso o seminario come relatore (n. 6 CFU)
- Partecipazione a seminari di 6 ore (n. 1 CFU)
- Soggiorno di ricerca all'estero di tipo Erasmus o di altro tipo (n. 18 CFU)
- La frequenza di corsi di specializzazione o di attività formative certificabili connesse con l'attività formativa e di ricerca del dottorando sarà valutata dal consiglio dei docenti del singolo indirizzo ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione
- La pubblicazione di articoli scientifici su rivista, di saggi in volume, di capitoli di libro o di monografia, per la quale farà fede la data di accettazione del contributo o la pubblicazione del volume, sarà valutata dal consiglio dei docenti del singolo indirizzo ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione
- L'attività di tutorato degli studenti nei corsi di Laurea e Laurea magistrale dell'Università Messina sarà valutata dal consiglio dei docenti del singolo indirizzo ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione
- L'attività di didattica integrativa sarà valutata dal consiglio dei docenti del singolo indirizzo ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione

Il Calendario delle lezioni sarà pubblicizzato sulla pagina WEB del Dottorato <https://www.unime.it/it/dottorato/bioingegneria-applicata-alle-scienze-mediche> nella sezione Didattica erogata

Carattere Internazionale del Dottorato

Principali Atenei e centri di ricerca internazionali con i quali il collegio mantiene collaborazioni di ricerca:

1. LOMA LINDA UNIVERSITY (Stati Uniti d'America)

Il Dottorato di Ricerca in Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche mantiene una produttiva collaborazione con la suddetta Università.

La Loma Linda University si è distinta recentemente tra le cinque migliori università americane relative alla ricerca nell'ambito del tecniche rigenerative in chirurgia orale, disponendo di laboratori all'avanguardia per l'analisi di carrier funzionali per le proteine morfogenetiche dell'osso cui i dottorandi potranno attingere.

2. TRINITY COLLEGE (Regno Unito)

Il Dottorato di Ricerca in Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche mantiene una produttiva collaborazione con la suddetta Università.

Tale attività non solo è documentata dalla pubblicazione di diversi lavori su riviste internazionale ma anche permette ai dottorandi di frequentare laboratori di ricerca stranieri acquisendo nuove tecniche innovative e sperimentali. Questa collaborazione è proficua per la stesura di progetti di ricerca per il supporto scientifico dei dottorandi stessi.

3. UNIVERSITY OF GRANADA (Spagna)

Il Dottorato di Ricerca in Bioingegneria Applicata alle Scienze Mediche mantiene una produttiva collaborazione con la suddetta Università.

L'Università di Granada offre opportunità di altissimo livello nell'ambito della realizzazione di strutture protesiche e di device medico chirurgico di ultima generazione che potranno essere sfruttate dai dottorandi

4. NORTHWESTERN UNIVERSITY (Stati Uniti d'America)

Docenti del collegio collaborano con NU nello sviluppo di materiali per applicazioni in campo biomedicale, in particolare antiferromagnetici che sono promettenti per essere utilizzati come materiali attivi in dispositivi THz. Il THz per le sue possibili applicazioni in medicina (ad esempio immagini ad alta risoluzione). La collaborazione è testimoniata da pubblicazioni congiunte.

5. SUZHOU INSTITUTE OF NANOTECH AND NANOBIONICS (Cina)

La collaborazione tra UNIME e SINANO è in essere da oltre 8 anni ed è stata consolidata con un accordo quadro (76371 del 5/12/2016) e la creazione di un laboratorio congiunto (42110 del 7/06/2017). La collaborazione si incentra sullo sviluppo di materiali innovativi (ad esempio black phosphorus) per applicazioni in diversi campi della tecnologia e della ingegneria biomedica. La collaborazione è inoltre testimoniata da pubblicazioni congiunte.

Piano delle Attività

Elenco dei corsi/attività primo anno

Anno 1	CFU	SSD	Ore Lezione frontale
Matematica per la Bioingegneria	1	MAT/05	6
Chimica Organica Applicata alla Bioingegneria	1	CHIM/06	6
Fondamenti di Neurochirurgia per la Bioingegneria	1	MED/27	6
Informatica e Programmazione - Modulo A	1	INF/01	6
Informatica e Programmazione - Modulo B	1	ING- INF/05	6
Informatica e Programmazione - Modulo C	1	ING- INF/05	6

Eventuali maggiori informazioni per le voci sopra elencate

Il primo anno è stato strutturato con insegnamenti il cui scopo è quello di sviluppare un linguaggio comune al fine di formare giovani ricercatori che riescano a fungere da ponte tra le due aree.

Modalità di scelta del soggetto della tesi

La tesi è assegnata ai dottorandi dal parte del proprio tutor tenendo in considerazione il progetto di ricerca proposto dal candidato in fase di esame di ammissione, il titolo di laurea magistrale e le esperienze pregresse. Il tutor viene designato dal collegio dei docenti.

Modalità delle verifiche per l'ammissione all'anno successivo

Alla fine di ciascun anno di Corso, il dottorando è tenuto a presentare al Collegio dei docenti una relazione sull'attività di ricerca svolta e sui risultati conseguiti integrandola con una presentazione orale.

Elenco dei corsi/attività secondo anno

Anno 2	CFU	SSD	Ore Lezione frontale	Docente
--------	-----	-----	----------------------------	---------

Laser in oftalmologia e protesi	1	MED/30	6	Alessandro Meduri
Fondamenti di Neurofisiologia del Movimento e Sinergie Muscolari	1	BIO/09	6	Andrea D'Avella
Dispositivi Elettrici ed Elettronici per la Bioingegneria-Modulo A	1	ING-IND/31	6	Giovanni Finocchio
Dispositivi Elettrici ed Elettronici per la Bioingegneria-Modulo B	1	ING-INF/01	6	Giovanni Crupi
Scienza e Tecnologia dei Biomateriali	1	ING-IND/22	6	Alessandro Pistone
Sistemi e modelli di diagnosi per immagini e radioterapia per la Bioingegneria	1	MED/36	6	Michele Gaeta

Eventuali maggiori informazioni per le voci sopra elencate

Gli insegnamenti del secondo anno di corso sono costruiti attorno allo sviluppo di materiali, dispositivi, algoritmi di elaborazione, progettati e sviluppati in sinergia tra i ricercatori delle due aree con l'obiettivo di formare ricercatori che siano in grado, partendo da conoscenze tecnologiche e biomediche di svolgere attività di ricerca interdisciplinari ed innovative per la realizzazione di nuove soluzioni e/o metodologie.

Modalità di preparazione della tesi

Il dottorando preparerà la tesi in funzione dell'argomento assegnatogli dal tutor sulla base dello stato dell'arte attraverso approfondite ricerche bibliografiche avvalendosi delle strutture bibliotecarie dell'ateneo e dell'attività di ricerca svolta in sede e presso laboratori di enti pubblici e privati sia in Italia che all'estero.

Modalità delle verifiche per l'ammissione all'anno successivo

Alla fine di ciascun anno di Corso, il dottorando è tenuto a presentare al Collegio dei docenti una relazione sull'attività di ricerca svolta e sui risultati conseguiti integrandola con una presentazione orale.

Elenco dei corsi/attività terzo anno

Anno 3	CFU	SSD	Ore Lezione frontale	Docente
--------	-----	-----	----------------------	---------

Sensori, attuatori e sistemi a microcontrollore	1	ING- INF/05	6	Francesco Longo
Progettazione Meccanica di Protesi	1	ING- IND/14	6	Giacomo Risitano
Tecnologie protesiche odontostomatologiche e protesi facciali	1	MED/28	6	Marco Cicciù
Sistemi di Controllo Bio-Ispirati Applicati alla Robotica	1	ING- INF/04	6	Luca Patanè
Norme di Medicina legale applicata ai Biomateriali per innesto terapia e sostituzione di organo	1	MED/43	6	Daniela Sapienza
Tecniche per l'elaborazione di segnali biomedici	1	ING- INF/06	6	Cristiano De Marchis

Eventuali maggiori informazioni per le voci sopra elencate

Gli insegnamenti del terzo anno di corso sono costruiti attorno al consolidamento nello sviluppo di dispositivi, algoritmi di elaborazione con l'obiettivo di formare ricercatori che siano in grado di svolgere autonomamente attività di ricerca innovative.

Inoltre, il terzo anno è principalmente dedicato alla conclusione della ricerca, partecipazione a congressi e seminari e alla stesura della tesi.

Modalità di ammissione all'esame finale

Le modalità di ammissione all'esame finale sono definite secondo il Regolamento del Dottorato di Ricerca presso l'Università degli Studi di Messina.

Modalità di svolgimento dell'esame finale

Le modalità di svolgimento dell'esame finale sono definite secondo il Regolamento del Dottorato di Ricerca presso l'Università degli Studi di Messina.

Messina, lì 5-05-2022

Il Coordinatore
Michele Gaeta