

Corso Integrato di **METODI QUANTITATIVI per le SCIENZE BIOMEDICHE**

| 1° ANNO | SSD INSEGN. | MODULO INSEGNAMENTO | DOCENTI | CFU |
|--|-------------|---------------------|------------------------------------|-----|
| CFU 6 <i>Coordinatore</i> TOSCHI NICOLA | FIS/07 | Fisica Medica | Duggento Andrea | 1 |
| | MED/01 | Statistica Medica | Emberti Gialloreti Leonardo | 3 |
| | INF/01 | Informatica | Toschi Nicola | 2 |

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Acquisire la conoscenza delle nozioni fondamentali e della metodologia fisica e statistica utili per identificare, comprendere ed interpretare i fenomeni biomedici. Acquisire le competenze di base per la comprensione ed il corretto utilizzo delle tecnologie avanzate che in maniera sempre più intensa stanno pervadendo tutti i settori della medicina moderna. Fornire allo studente le necessarie basi statistiche per impostare una ricerca e raccogliere ed analizzare i dati. Acquisire la corretta terminologia statistica necessaria per comprendere ed interpretare uno studio scientifico. In sintesi, lo scopo è quello di familiarizzare lo studente con l'applicazione del procedimento scientifico all'analisi dei fenomeni biomedici.

I risultati di apprendimento attesi sono coerenti con le disposizioni generali del Processo di Bologna e le disposizioni specifiche della direttiva 2005/36/CE. Si trovano all'interno del Quadro europeo delle qualifiche (descrittori di Dublino) come segue:

1. Conoscenza e comprensione

Avere compreso il metodo sperimentale ed avere acquisito il rigore nell'uso e nelle trasformazioni delle unità di misura. Conoscere i principi e le leggi fondamentali della fisica classica e saperli correlare ai fenomeni biologici e fisiologici negli organismi viventi. Avere appreso i concetti fondamentali di fisica atomica e nucleare e conoscere i progressi relativi alle radiazioni ionizzanti e non, in prospettiva delle applicazioni diagnostiche e cliniche.

Identificare e riconoscere i principi fisici che regolano la funzione degli specifici organi umani; dimostrare l'importanza della loro regolamentazione al fine di mantenere l'equilibrio. Aver compreso l'importanza della statistica per le discipline biomediche. Aver acquisito sufficienti conoscenze di statistica descrittiva e inferenziale che mettano in grado di comprendere il disegno di uno studio scientifico e di interpretarne i risultati. Aver acquisito conoscenze di base di metodologia della ricerca. Conoscere e comprendere correttamente la terminologia propria della fisica e della statistica.

2. Conoscenze applicate e capacità di comprensione

Applicare i principi della fisica e della statistica a problemi selezionati e ad una gamma variabile di situazioni.

Utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della fisica e della statistica per testare, comunicare idee e spiegazioni.

Applicare il rigore metodologico della fisica e le conoscenze statistiche al disegno di studi scientifici.

3 Autonomia di giudizio

Riconoscere l'importanza di una conoscenza approfondita degli argomenti conformi ad un'adeguata educazione medica.

Identificare il ruolo fondamentale della corretta conoscenza teorica della materia nella pratica clinica.

4. Comunicazione

Esporre oralmente gli argomenti in modo organizzato e coerente.

Uso di un linguaggio scientifico adeguato e conforme con l'argomento della discussione.

5. Capacità di apprendimento

Riconoscere le possibili applicazioni delle competenze acquisite nella futura carriera.

Valutare l'importanza delle conoscenze acquisite nel processo generale di educazione medica.

PREREQUISITI

Conoscenze e competenze di Matematica, Fisica e Statistica di base a livello di scuola secondaria.

PROGRAMMA

Fisica Medica / Informatica



Modellistica e sistemi dinamici in biologia e medicina. Modelli deterministici e stocastici di sistemi biologici
Equazioni differenziali ordinarie, analisi di stabilità, oscillazioni e biforcazioni in sistemi fisiologici

Biosegnali e analisi di sistemi complessi. Principi di generazione, propagazione e registrazione dei segnali biologici (ECG, EEG, EMG). Filtraggio, trasformate e analisi nel dominio del tempo e della frequenza

Tecniche di imaging con radiazioni ionizzanti. Principi di attenuazione dei raggi X nei tessuti
Formazione dell'immagine TC: ricostruzione da proiezioni. Concetto di dose efficace e misura della dose (CTDI, DLP)
Scintigrafia, SPECT e PET. Formazione dell'immagine a emissione: concetti di conteggio, risoluzione temporale e spaziale. Quantificazione dell'attività (SUV, binding potential)

Tecniche di imaging con radiazioni non ionizzanti. Risonanza Magnetica (MRI): principi di risonanza magnetica nucleare: spin, precessione e rilassamento (T1, T2), concetto di sequenza di impulsi e pesatura dell'immagine, codifica spaziale tramite gradienti di campo magnetico, confronto tra risoluzione temporale e spaziale, SNR, tempo di acquisizione. Ecografia (ultrasuoni): Propagazione degli ultrasuoni nei tessuti: impedenza acustica e riflessione, formazione dell'immagine bidimensionale (B-mode) e Doppler (effetto Doppler e velocimetria), dipendenza della risoluzione da frequenza e profondità. Altre tecniche emergenti e ottiche.

Analisi quantitativa delle immagini biomediche. Pre-elaborazione e segmentazione, soglia, edge detection. Segmentazione basata su atlanti. Estrazione di misure e feature: calcolo di volumi, superfici, densità, intensità media/varianza. Introduzione al deep learning per immagini mediche: reti neurali convoluzionali (CNN), classificazione di immagini, segmentazione automatica, registrazione tra immagini. Dataset e annotazione: problematiche di generalizzazione, overfitting e necessità di dati etichettati. Concetti di explainability e affidabilità: saliency maps, reti interpretabili, integrazione di immagini e dati clinici (modelli multimodali).

La parte del programma inerente alla statistica medica si compone di due parti: una parte sarà trattata nel corso delle lezioni frontali, un'altra parte andrà approfondita o studiata ex novo nel libro di testo indicato. Entrambe le parti sono argomenti di esame.

Il seguente programma sarà trattato nel corso delle lezioni frontali: Introduzione alla statistica: casualità e causalità, storia naturale della malattia. Osservazione della realtà: osservazione clinica e osservazione epidemiologica. Statistica descrittiva e statistica inferenziale. Variabili quantitative e qualitative. Frequenza assoluta, relativa e percentuale. Tabelle, diagrammi e grafici. Indici statistici: misure di tendenza centrale e di dispersione. Teorema del limite centrale. La curva normale (gaussiana) e le sue proprietà. Errore standard e intervalli di confidenza. Inferenza statistica: ipotesi nulla e ipotesi alternativa, il valore di p , l'associazione statistica. Associazione e causalità. Verifica delle ipotesi e introduzione ai test di significatività statistica. Differenze fra proporzioni: valori osservati e valori attesi. Correlazione. Regressione lineare uni- e multivariata.

Il seguente programma andrà approfondito o studiato ex novo nel libro di testo indicato, ponendo particolare attenzione alla "Terminologia" e agli "Errori frequenti" (è indicato il capitolo del libro dove approfondire il tema):
La probabilità è un concetto complesso (capitolo 2). Dal campione alla popolazione (capitolo 3). Gli intervalli di confidenza (capitolo 4). Tipi di variabili (capitolo 5). Gli outlier (capitolo 21). Rappresentazione grafica della variabilità (capitolo 6). La distribuzione log-normale e la media geometrica (capitolo 9). Confronto tra gruppi attraverso il p -value (capitolo 13). Interpretare un risultato che è (o non è) statisticamente significativo (capitolo 15). I confronti multipli (capitolo 17). Test statistici di uso comune (capitolo 19). La correlazione (capitolo 22). La regressione lineare semplice (capitolo 23). Errori da evitare in statistica (capitolo 25).

TESTI CONSIGLIATI

Harvey Motulsky. Biostatistica Essenziale. Una guida non matematica. Edizione italiana a cura di Leonardo Emberti Gialloreti. Editore Piccin, Padova, 2021.

Materiale indicato dai docenti.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

Lezioni frontali con svolgimento tradizionale.

Frequenza obbligatoria.

La metodologia didattica adottata nello svolgimento del corso è finalizzata anche al recupero/acquisizione del metodo di studio, che stimoli lo studente a capire piuttosto che memorizzare. Finalizzato a questo obiettivo è la presentazione, analisi e discussione di esempi applicativi e le esercitazioni consistenti nell'analisi e risoluzione di problemi.

Preliminarmente al corso, viene svolto un recupero dei concetti e delle abilità matematiche che costituiscono prerequisiti indispensabili per un proficuo svolgimento del Corso Integrato.

Il Corso di Fisica si articola in due parti. La prima parte comprende Elementi di Fisica di Base con l'obiettivo primario di recuperare/consolidare i concetti e le abilità di fisica che lo studente dovrebbe aver acquisito durante il percorso di

studio di istruzione secondaria superiore e che sono propedeutici alla Fisica applicata alla medicina. Il Corso di Informatica è parte integrante del Corso di Fisica.

MODALITA' DI VALUTAZIONE E CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame del Corso Integrato di FISICA e STATISTICA consiste in una prova di valutazione di FISICA, una prova di valutazione di STATISTICA MEDICA, le cui votazioni costituiscono parte integrante della valutazione dell'esame del Corso Integrato.

Lo studente può sostenere la prova di FISICA e la prova di STATISTICA MEDICA in un unico appello oppure in appelli diversi dell'a.a. in corso secondo le modalità sottoelencate.

PROVA DI VALUTAZIONE DI FISICA: La prova di Fisica consiste in una prova scritta e una prova orale obbligatorie. La prova scritta è finalizzata alla valutazione della capacità dello studente nella risoluzione di problemi e la prova orale è finalizzata alla valutazione della conoscenza teorica del programma svolto e alla verifica degli obiettivi sopraelencati. Il giudizio sulla prova scritta è un giudizio di idoneità ed è valido soltanto nell'ambito dell'appello in cui è stata sostenuta. Sono ammessi alla prova orale soltanto gli studenti risultati idonei alla prova scritta. La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello della prova scritta.

PROVA DI VALUTAZIONE DI STATISTICA MEDICA: la prova consiste in una prova scritta, attraverso la quale si verifica la padronanza di alcuni calcoli statistici, seguita da una prova orale. La prova orale si svolgerà normalmente lo stesso giorno della prova scritta. Se però il numero degli iscritti fosse superiore a sessanta, un gruppo svolgerà la prova orale lo stesso giorno dello scritto e un altro gruppo il giorno successivo. Eventuali prove in itinere saranno comunicate dal docente ad inizio corso.

In sede di valutazione del Corso Integrato, la Commissione terrà conto delle valutazioni della prova di valutazione di FISICA e della prova di valutazione di STATISTICA MEDICA sulla base dei crediti assegnati ai singoli moduli didattici.

Il voto di esame, espresso in trentesimi, viene stabilito secondo i seguenti criteri:

Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni.

18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.

21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.

24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso.

27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio.

30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.

OFFERTA FORMATIVA DISCIPLINE A SCELTA DELLO STUDENTE

Le attività didattiche elettive a scelta dello studente sono offerte del Corso Integrato e comprendono Seminari, Internati di ricerca, Internati di reparto e Corsi monografici. Gli argomenti delle A.D.E. non costituiscono materia di esame. L'acquisizione delle ore attribuite alle A.D.E. avviene solo con una frequenza obbligatoria del 100% ed è prevista una idoneità.

- Laboratorio di fisica medica
- Approfondimenti di ottica e acustica
- Approfondimenti sui laser. Applicazioni in Medicina e Odontoiatria
- Principi di Radioprotezione
- Approfondimenti sugli ultrasuoni: Applicazioni in Medicina e Odontoiatria
- Concetti base di epidemiologia
- Ricerca bibliografica, lettura e interpretazione di articoli scientifici



COMMISSIONE ESAME

La Commissione per gli esami di profitto del corso integrato è composta dal Presidente, dai Titolari delle discipline afferenti, dai Docenti di discipline affini e dai Cultori della materia.

| | |
|----------------------------|--|
| Toschi Nicola (Presidente) | |
| Duggento Andrea | |

| | |
|-----------------------------|--|
| Emberti Gialloreti Leonardo | |
| Conti Allegra | |

**SEGRETERIA DEL CORSO INTEGRATO**

| | | |
|--------------------|--------------------|--------------|
| Ruggiero Simonetta | fismed@uniroma2.it | 06 7259 6393 |
|--------------------|--------------------|--------------|

RIFERIMENTO DOCENTI

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Toschi Nicola (<i>Coordinatore</i>) | nicola.toschi@uniroma2.eu | |
| Duggento Andrea | andrea.duggento@uniroma2.it | 06 7259 6019 |