

## Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in Medicina e Chirurgia

Insegnamento Integrato: Fisica Medica, Statistica e Informatica

SSD: PHYS-06/A; IINF-05/A; MEDS-24/A

Nome docente responsabile: **Prof. Anne W.S. Rutjes**

Numero di CFU totali: **11**

Modulo: **Fisica Applicata**

SSD: **PHYS-06/A**

Nome docente: Prof.ssa Silvia Tommasin

**(4 CFU)** mail: [silvia.tommasin@unicamillus.org](mailto:silvia.tommasin@unicamillus.org)

Modulo: **Statistica Medica**

SSD: **MEDS-24/A**

Nome docente: Prof.ssa Anne W.S. Rutjes

**(2 CFU)** mail: [anne.rutjes@unicamillus.org](mailto:anne.rutjes@unicamillus.org)

Nome docente: Prof. Alessio Lachi

**(2 CFU)** mail: [alessio.lachi@unicamillus.org](mailto:alessio.lachi@unicamillus.org)

Modulo: **Informatica**

SSD: IINF-05/A

Nome docente: Prof.ssa Federica Censi

**(3 CFU)** mail: [federica.censi@unicamillus.org](mailto:federica.censi@unicamillus.org)

### PREREQUISITI

Conoscenze e competenze di matematica, statistica e informatica di base a livello di scuola secondaria, comprensive di aritmetica, algebra, geometria euclidea, trigonometria ed elementi di calcolo differenziale ed integrale. Tuttavia l'insegnamento non prevede propedeuticità.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del corso integrato di Fisica e Statistica (Fisica Applicata, Statistica Medica e Informatica) è quello di fornire agli studenti le conoscenze sui fondamenti della fisica applicata, informatica e statistica necessari allo svolgimento della loro attività futura. In particolare, verrà affrontata la comprensione dei principi fisici alla base della fisica medica e del funzionamento della strumentazione medica.

Alla fine del modulo, gli studenti conosceranno i concetti fondamentali di applicazione del Metodo scientifico allo studio dei fenomeni biomedici (scelta e misura dei parametri, valutazione degli errori), saranno in grado di descrivere i fenomeni fisici di sistemi complessi utilizzando strumenti matematici adeguati, conosceranno le basi scientifiche delle procedure mediche e i principi di funzionamento delle apparecchiature comunemente utilizzate per la diagnostica e la terapia.

Gli studenti dovrebbero capire gli strumenti ed i concetti informatici che saranno loro utili per la futura professione nel campo medico. È obiettivo essenziale dell'insegnamento di Statistica medica apprendere le conoscenze degli elementi essenziali di statistica medica che includono: parametri per l'analisi descrittive (media, mediana, moda e misure di frequenza della distribuzione di variabili categoriche), parametri per l'analisi della variabilità (varianza, deviazione standard ed intervalli di confidenza) ed elementi di statistica inferenziale (utilizzo ed interpretazione dei test statistici più comuni), e di tecniche di regressione. Gli studenti devono essere in grado di: comprendere l'importanza della statistica medica nella metodologia della ricerca in campo medico; leggere un articolo scientifico biomedico di base, comprendendone la struttura e

valutandone criticamente metodi e risultati; maneggiare un database semplice, con particolare riferimento alla medicina clinica; effettuare una analisi descrittiva ed inferenziale.

## **RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

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:

- Avere compreso il metodo sperimentale ed avere acquisito il rigore nell'uso e nelle trasformazioni delle unità di misura;
- Conoscere e comprendere correttamente la terminologia propria della fisica, statistica e informatica.
- Conoscere i principi e le leggi fondamentali della fisica riguardanti la cinematica, la dinamica, l'elettricità e il magnetismo, le vibrazioni e le onde, le radiazioni, la fisica nucleare e i fluidi.
- Applicare questi concetti ai fenomeni biologici e fisiologici negli organismi viventi.
- Identificare e riconoscere i principi fisici che regolano la funzione degli specifici organi umani.
- Conoscere le basi dei sistema informativi utilizzati in sanità e dei sistemi di telemedicina, in termini di componenti e connessioni. Inoltre deve sapere come è organizzato un sistema di elaborazione delle informazioni e in particolare deve saper interagire con i sw applicativi più comuni.
- Deve conoscere le problematiche di sicurezza e privacy associate alla gestione di dati sensibili e non quali i dati sanitari.
- Deve conoscere l'inquadramento normativo delle tecnologie dell'informazione in ambito sanitario, in termini di ruoli e responsabilità.
- Deve conoscere lo stato dell'arte e le potenzialità della tecnologia dell'informazione disponibile in campo medico e saper partecipare attivamente al disegno di nuove tecnologie.
- Deve conoscere le basi della mobile e-health in termini di modalità relative alla lettura di dati provenienti da strumenti elettronici e alla loro elaborazione e trasmissione.
- Deve conoscere le basi degli algoritmi di intelligenza artificiale e dei sistemi di robotica e telerobotica.
- Deve avere le basi relative alla rappresentazione dei fenomeni mediante digital twin e conoscere la loro modalità di utilizzo in termini di diagnosi, prognosi e terapia e di medicina personalizzata.
- Effettuare un'analisi descrittiva di un database semplice; conoscere ed applicare le misure di frequenza e di effetto;

- Dimostrare una comprensione della probabilità e della sua applicazione;
- Dimostrare abilità nel gestire i dati e nel trarre e presentare in modo efficace risultati quantitativi, utilizzando tabelle, cifre e riassunti appropriati;
- Valutare l'associazione tra variabili;
- Descrivere la natura della variazione di campionamento e il ruolo dei metodi statistici nella quantificazione di esso, ed essere in grado di calcolare i limiti di confidenza e valutare le ipotesi;
- Selezionare e utilizzare metodi statistici appropriati nell'analisi di set di dati semplici;
- Comprendere i concetti di confondimento e di modificazione d'effetto;
- Selezionare e utilizzare metodi statistici appropriati nell'analisi di set di dati semplici;
- Conoscere i principi base delle analisi di correlazione e regressione lineare;
- Conoscere elementi introduttivi sull'analisi di sopravvivenza, la regressione lineare multipla, la regressione logistica;
- Spiegare come l'inferenza statistica viene applicata ricerca biomedica;
- Descrivere i principi generali del calcolo della dimensione del campione della potenza;
- Interpretare e valutare i risultati delle analisi statistiche all'interno di una pubblicazione scientifica; presentare e discutere i risultati delle analisi statistiche in modo chiaro, conciso e comprensibile.
- Applicare i principi della fisica, informatica e statistica a problemi selezionati e ad una gamma variabile di situazioni.
- Utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della fisica, informatica e statistica per testare e comunicare idee e spiegazioni

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

L'obiettivo generale dell'insegnamento integrato di fisica, statistica e informatica è l'apprendimento del metodo sperimentale e delle sue applicazioni allo studio dei fenomeni naturali. Pertanto l'obiettivo è stimolare lo studente a condurre osservazioni accurate e sviluppare competenze analitiche critiche. Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di applicare i principi della statistica a problemi selezionati e di utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della statistica per testare e comunicare idee e spiegazioni.

#### **Abilità comunicative**

- Esporre gli argomenti in modo organizzato e coerente.
- Usare il linguaggio scientifico in maniera adeguata e conforme con l'argomento della discussione.

### **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.

### **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

## **PROGRAMMA**

### **FISICA APPLICATA**

#### **Meccanica**

Introduzione, misurazione, stima misurazione e incertezza; Cifre significative unità, standard e unità SI  
Conversione di unità

Dimensioni e analisi dimensionale

Descrizione del movimento: cinematica in una dimensione Sistemi di riferimento e spostamento  
velocità media velocità istantanea accelerazione  
movimento a velocità costante

Cinematica in due dimensioni; Vettori Vettori e scalari

Somma di vettori - Metodi grafici

Sottrazione di vettori e moltiplicazione di un vettore con uno scalare Somma di vettori per componenti

Dinamica: Leggi del Moto di Newton Forza

La prima legge del moto di Newton Massa

Seconda legge del moto di Newton Terza legge del moto di Newton

Peso: la forza di gravità; e la Forza normale

Risoluzione dei problemi con le leggi di Newton: diagrammi a corpo libero Problemi che comportano attriti,  
inclinazioni

Risoluzione dei problemi: un approccio generale

Movimento circolare; Gravitazione Cinematica del moto circolare uniforme Dinamica del moto circolare  
uniforme

Legge di Newton della gravitazione universale

Lavoro ed energia

Lavoro fatto da una Forza Costante

Energia cinetica e principio dell'energia del lavoro Energia potenziale

Forze Conservative e Non Conservative Energia meccanica e sua conservazione

Risoluzione dei problemi utilizzando la legge di conservazione dell'energia meccanica Altre forme di energia:  
trasformazioni energetiche e legge di conservazione dell'energia Potenza

Momento lineare

Momento e relativa relazione alla forza Conservazione del momento

Centro di Massa (CM)

Centro di massa e movimento traslatorio

## **Fluidi**

Fasi della Materia

Densità e gravità specifica Pressione nei fluidi

Pressione relativa alla pressione atmosferica Principio di Pascal

Misura della pressione; Calibri e barometro Galleggiabilità e principio di Archimede

Fluidi in movimento; Portata e equazione di continuità Principio di Bernoulli

Applicazioni del Principio di Bernoulli. Viscosità. Equazione di Poiseuille, flusso sanguigno

## **Calore**

Calore come trasferimento di energia Energia interna

Calore specifico Calorimetria Calore latente

Trasferimento di calore: conduzione Trasferimento di calore: convezione Trasferimento di calore: radiazione

## **Termodinamica**

Le leggi della termodinamica

Teoria della temperatura e cinetica

Teoria atomica della materia temperatura e termometri

Equilibrio termico. Espansione termica

Le leggi del gas e la temperatura assoluta. La legge sul gas ideale

Risoluzione dei problemi con la legge sul gas ideale

Legge sul gas ideale in termini di molecole: numero di Avogadro Teoria cinetica e interpretazione molecolare della temperatura

## **Elettricità e magnetismo**

### Elettrostatica

Carica elettrica e campo elettrico Elettricità statica

Isolanti e conduttori Carica indotta Legge di Coulomb Il campo elettrico

### Potenziale elettrico

Energia potenziale elettrica

Potenziale elettrico dovuto a cariche puntiformi La capacità

Dielettrici

### Correnti elettriche

La corrente elettrica

Legge di Ohm: Resistenza e resistenze Potenza elettrica

Visione microscopica della corrente elettrica Conduzione elettrica nel sistema nervoso umano

### Circuiti DC

Forza elettromotrice

Resistori in serie e in parallelo Regole di Kirchhoff

Circuiti RC

## **Magnetismo**

Magneti e campi magnetici Corrente elettrica e campi magnetici Legge di Ampere

## **Induzione elettromagnetica e legge di Faraday**

Campi elettromagnetici indotti

Legge di Faraday sull'induzione; legge di Lenz

CEM indotti in un conduttore in movimento

La variazione del flusso magnetico produce un campo elettrico

## **Vibrazioni e onde**

Movimento delle onde

Tipi di onde: Trasversali e longitudinali Riflessione e trasmissione delle onde Interferenza; Principio di sovrapposizione Onde stazionarie; risonanza Caratteristiche del suono

L'orecchio e la sua risposta; loudness Effetto Doppler

Applicazioni: Ultrasuoni e imaging medico

## **Onde elettromagnetiche**

Produzione di onde elettromagnetiche

La luce come onda elettromagnetica e lo spettro elettromagnetico L'energia nelle onde EM

## **La natura ondulatoria della luce**

Lo spettro visibile e la dispersione

## **Strumenti ottici**

L'occhio umano e le lenti correttive

Risoluzione dell'occhio umano e ingrandimento utile Raggi X e diffrazione dei raggi X

imaging a raggi X e tomografia computerizzata (TC)

## **Fisica nucleare e radioattività**

Prime teorie quantistiche e modello dell'atomo Primi modelli dell'atomo

Il modello di Bohr

Struttura e proprietà del Nucleo. Energia vincolante e forze nucleari. Radioattività.

Decadimento alfa Decadimento beta Decadimento gamma.

Energia nucleare; Effetti e usi delle radiazioni Reazione nucleare e trasmutazione degli elementi Misurazione della radioattività-dosimetria

Risonanza magnetica nucleare (NMR) e risonanza magnetica (MRI)

## **INFORMATICA**

- Architettura di un computer, concetti di base di HW e SW
- Sistema binario e codifica dell'informazione, input and output, operatori booleani.
- Conversione analogico/digitale. Dati e segnali biologici.
- Hardware: CPU, GPU, memorie, periferiche
- Software: sistemi operativi, software applicativi, file system
- Software applicativi per elaborazione testi, fogli di calcolo, presentazioni scientifiche, elaborazione di dati sanitari e segnali biologici. Software applicativi per gestione informazione e dati in sanità.
- Reti informatiche, internet, e-mail, World Wide Web

- Interoperabilità e standard
- Database e motori di ricerca. Banche dati sanitarie. Ricerche bibliografiche
- Sistemi informativi sanitari. La cartella clinica elettronica.
- Telemedicina, dispositivi indossabili, mobile e-health, robotica: tecnologie, infrastrutture e applicazioni.
- Sistemi di supporto alle decisioni medico sanitarie. Intelligenza artificiale in sanità.
- Digital twin e medicina personalizzata.
- Fondamenti di Sicurezza informatica e Privacy nella gestione del dato sanitario.
- Inquadramento normativo delle tecnologie dell'informazione in medicina. Ruoli e responsabilità.

#### **PROGRAMMA STATISTICA MEDICA**

- Introduzione: i quesiti clinici e ruolo della statistica in medicina
- Tipi di dati, misure di sintesi, indicatori di tendenza centrale e variabilità
- Rappresentazioni tabellari e grafiche
- Probabilità: valutazione e ruolo della probabilità

#### **Analisi di outcomes numerici**

- La distribuzione normale e normale standardizzata
- Principi di inferenza statistica
- Inferenza da una media campionaria, confronto tra due medie; inferenza da una proporzione campionaria, confronto tra due proporzioni
- Il sistema di verifica delle ipotesi
- Introduzione al calcolo della dimensione del campione
- Correlazione
- Regressione lineare
- Introduzione alla regressione multipla
- Metodi non parametrici

#### **Analisi di outcomes dicotomici**

- Analisi dei dati binari: odds ratio e rischi relativi
- Inferenza da una proporzione campionaria, confronto tra due proporzioni
- Introduzione alla regressione logistica

#### **Analisi di Sopravvivenza**

- Introduzione all'analisi di sopravvivenza

#### **Metodologia per gli studi clinico-epidemiologici**

- Studi clinici randomizzati: disegno di ricerca, bias, validità interna ed esterna
- Studi diagnostici: disegno, bias, validità interna ed esterna e misure di sintesi
- Studi di coorte: disegno, confondimento e altri tipi di bias, misure di sintesi e modificazione d'effetto
- Studi caso-controllo, disegno, confondimento e altri tipi di bias, misure di sintesi
- Importanza di sviluppare un protocollo e programmare le strategie di analisi
- La lettura di un articolo scientifico

## MODALITÀ DI INSEGNAMENTO

Didattica in presenza articolata in 40 ore di Fisica medica, 40 ore di Statistica Medica e 30 ore di Informatica. I docenti si avvalgono di strumenti didattici quali slides organizzate con diagrammi esplicativi, illustrazioni e immagini per descrivere i vari temi. Filmati o animazioni verranno utilizzati per integrazione i temi descritti in classe. Sono previste per il modulo di statistica medica lezioni interattive con lo svolgimento di esercizi in classe (sia individuali che in gruppo). La frequenza è obbligatoria, è richiesta la frequenza di almeno il 67% delle ore totali previste per gli insegnamenti del corso integrato.

## MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame dell'Insegnamento Integrato di FISICA, STATISTICA MEDICA e INFORMATICA consiste in una prova di valutazione omnicomprensiva.

Durante la prova scritta la Commissione esaminatrice valuterà la capacità da parte dello Studente di applicare le conoscenze e si assicurerà che le competenze siano adeguate al raggiungimento degli obiettivi. Saranno inoltre valutati: autonomia di giudizio, abilità comunicative e capacità di apprendimento secondo quanto indicato nei descrittori di Dublino.

**PROVA DI VALUTAZIONE:** La verifica della preparazione degli studenti avverrà con esame scritto. Alcune domande potrebbero avere un peso (punteggio) differente sulla base della complessità delle stesse. I quesiti possono essere a risposta multipla, a risposta aperta, o può essere richiesta la risoluzione di un problema o di un esercizio. La valutazione di ogni insegnamento verrà valutata in trentesimi. Il voto calcolato del corso integrato sarà frutto di una media ponderata che tiene conto del peso in CFU di ogni insegnamento del corso integrato.

La prova di esame sarà complessivamente valutata secondo i seguenti criteri:

**Non idoneo:** importanti carenze e/o inaccurately 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

## TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

### **FISICA:**

Libri consigliati:

Douglas C. Giancoli "PHYSICS: Principles with Applications" Seventh edition or subsequent, Pearson Education. Inc ISBN 978-0-321-62592-2

Serway - Jewett "Fondamenti di Fisica", EdiSes. ISBN 978-8-836-23073-0

Il libro di testo indicati è solo un riferimento. Agli studenti è permesso di adottare il libro / i libri di loro scelta. Materiale aggiuntivo sarà fornito dai docenti.

### **INFORMATICA:**

Le diapositive delle lezioni costituiscono il punto di riferimento per lo studio

Libri consigliati:

Massimo Mangia, Informatica Medica (17 Novembre 2021). ISBN-13 979-8768504946

I libri di testo indicati sono solo un riferimento. Agli studenti è permesso di adottare il libro / i libri di loro scelta. Materiale aggiuntivo sarà fornito dai docenti.

### **STATISTICA MEDICA:**

Le diapositive delle lezioni costituiscono il punto di riferimento per lo studio

Libri consigliati:

Betty Kirkwood and Jonathan Sterne: Essential Medical Statistics, 2nd edition (June 2003), ISBN: 978-0-865-42871-3

W. W. Daniel, C. L. Cross: Concetti di base per l'analisi statistica delle scienze dell'area medico-sanitaria. Edizione 3 (2019), ISBN: 8833190412

I libri di testo indicati sono solo un riferimento. Agli studenti è permesso di adottare il libro / i libri di loro scelta. Materiale aggiuntivo sarà fornito dai docenti.