

**Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in Medicina e Chirurgia
AA 2025/2026**

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** (anne.rutjes@unicamillus.org)

Numero di CFU totali: **11**

Modulo: **Fisica Applicata (4 CFU)**

SSD: **PHYS-06/A**

Nome docente: Prof.ssa Silvia Tommasin (silvia.tommasin@unicamillus.org)

Modulo: **Statistica Medica (4 CFU)**

SSD: **MEDS-24/A**

Nome docente: Prof.ssa Anne W.S. Rutjes (anne.rutjes@unicamillus.org)

Nome docente: Prof. Alessio Lachi (alessio.lachi@unicamillus.org)

Modulo: **Informatica (3 CFU)**

SSD: IINF-05/A

Nome docente: Prof.ssa Rosa Sicilia (rosa.sicilia@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 sistemi 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 software 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 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 tele-robotica.
- 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.
- 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;
- 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

INTRODUZIONE, MISURAZIONE, STIMA (Recupero crediti OFA)

Grandezze Fisiche e dimensioni

Sistemi di unità di misura e costanti fondamentali

Grandezze fisiche: quantitative, qualitative, fondamentali e derivate

Analisi dimensionale

Multipli e sottomultipli

Notazione scientifica e ordine di grandezza

Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Vettori, individuazione dei vettori nello spazio R^n

Modulo di un vettore

Operazioni tra vettori con metodo grafico e con metodo algebrico

Cenni di geometria e di analisi matematica

Funzioni trigonometriche

Risoluzione del triangolo rettangolo tramite il seno ed il coseno degli angoli

Significato della derivata

Significato dell'integrale

Cenni di metodologia della misura e di teoria dell'errore
Sensibilità, Precisione, Fondo scala, Prontezza
Accuratezza e precisione
Errori sistematici e accidentali

Meccanica

Cinematica in due dimensioni
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 Elettrostatica 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
- Immagini digitali, elaborazione delle immagini digitali (filtraggio, equalizzazione, ..), formati rilevanti (DICOM)
- Software applicativi per elaborazione testi, fogli di calcolo, elaborazione di dati sanitari e segnali biologici.
- Telemedicina, dispositivi indossabili, mobile e-health, robotica: tecnologie, infrastrutture e applicazioni.
- Sistemi di supporto alle decisioni medico sanitarie. Intelligenza artificiale in sanità. Definizioni e metodi di apprendimento, metriche di valutazione delle performance, machine learning, deep learning, IA generativa, interpretabilità, limiti e rischi.
- Digital twin e medicina personalizzata.
- Fondamenti di Sicurezza informatica e Privacy nella gestione del dato sanitario.

STATISTICA MEDICA

- Introduzione alla biostatistica
 - Alcuni concetti base
 - Misure e scale di misura
 - Campionamento e inferenza statistica
 - Metodo scientifico e disegno degli esperimenti
- Statistica descrittiva
 - Ordinare i dati
 - Raggruppare i dati: distribuzioni di frequenza
 - Statistiche descrittive: misure di tendenza centrale
 - Statistiche descrittive: misure di dispersione
- Alcuni concetti di base sulla probabilità
 - Due punti di vista sulla probabilità: oggettiva e soggettiva
 - Proprietà elementari della probabilità
 - Calcolo della probabilità di un evento
 - Teorema di Bayes, test di screening, sensibilità, specificità e valore predittivo positivo e negativo
- Distribuzioni di probabilità

- Distribuzioni di probabilità per variabili discrete
 - Distribuzione binomiale
 - Distribuzione di poisson
 - Distribuzioni di probabilità per variabili continue
 - Distribuzione normale
 - Applicazioni della distribuzione normale
- Concetti fondamentali sulle distribuzioni campionarie
 - Distribuzioni campionarie
 - Distribuzione della media campionaria
 - Distribuzione della differenza tra due medie campionarie
 - Distribuzione della proporzione campionaria
 - Distribuzione della differenza tra due proporzioni campionarie
- Le stime
 - Intervallo di confidenza per la media di una popolazione
 - Distribuzione t
 - Intervallo di confidenza per la differenza tra le medie di due popolazioni
 - Intervallo di confidenza per la proporzione di una popolazione
 - Intervallo di confidenza per la differenza tra le proporzioni di due popolazioni
 - Dimensione del campione per la stima di una media
 - Dimensione del campione per la stima di una proporzione
 - Intervallo di confidenza per la varianza di una popolazione distribuita normalmente
 - Intervallo di confidenza per il rapporto delle varianze di due popolazioni distribuite normalmente
- Test d'ipotesi
 - Test d'ipotesi: la media di una popolazione
 - Test d'ipotesi: la differenza tra le medie di due popolazioni
 - Test per campioni appaiati
 - Test d'ipotesi: la proporzione di una popolazione
 - Test d'ipotesi: la differenza tra le proporzioni di due popolazioni
 - Test d'ipotesi: la varianza di una popolazione
 - Test d'ipotesi: il rapporto tra le varianze di due popolazioni
 - Errore di II tipo e la potenza di un test
 - Determinazione della numerosità campionaria per controllare l'errore di II tipo
- Regressione lineare semplice e correlazione
 - Modello di regressione
 - Equazione di regressione del campione
 - Valutazione dell'equazione di regressione
 - Uso dell'equazione di regressione
 - Modello di correlazione
 - Coefficiente di correlazione
 - Alcune precauzioni
- Regressione e correlazione multipla
 - Modello di regressione lineare multipla
 - Calcolo dell'equazione di regressione multipla
 - Valutazione dell'equazione di regressione multipla
 - Uso dell'equazione di regressione multipla
 - Modello di correlazione multipla
- Distribuzione chi-quadrato e delle frequenze
 - Proprietà matematiche della distribuzione chi-quadrato
 - Test per la bontà di adattamento
 - Test di indipendenza
 - Test di omogeneità
 - Test esatto di Fisher

- Rischio relativo, odds ratio e statistica di mantel-haenszel

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. L'eventuale integrazione di CFU avverrà tramite una prova scritta ad hoc oppure mediante un colloquio orale, a discrezione del docente.

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

Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezze 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
- 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:

Il libro *W. W. Daniel, C. L. Cross. Biostatistica: Concetti di base per l'analisi statistica delle scienze dell'area medico-sanitaria. Edizione 3 (2019), ISBN: 8833190412 (Italiano)* costituisce il punto di riferimento per lo studio, inoltre il docente fornirà le slide proiettate durante le lezioni.