

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia

Insegnamento integrato: Fisica Statistica ed Elaborazione delle Informazioni

SSD: PHYS-06/A; MED-24/A; INF-05/A; INF-01/A

Coordinatore dell'Insegnamento Integrato: Prof. Eleonora Nicolai eleonora.nicolai@unicamillus.org
CFU totali: 17

Modulo: **Fisica Applicata**

SSD: PHYS-06/A - 5 CFU

Prof. Gian Marco Contessa	(1 CFU)	e-mail: gianmarco.contessa@unicamillus.org
Prof. Eleonora Nicolai	(1 CFU)	e-mail: eleonora.nicolai@unicamillus.org
Prof. Luca Burratti	(2 CFU)	e-mail: luca.burratti@unicamillus.org
Prof. Sara Spadone	(1 CFU)	e-mail: sara.spadone@unicamillus.org

Modulo: **Statistica Medica**

SSD: MED-24/A – 5 CFU

Prof. Anne Rutjes	(2 CFU)	e-mail: anne.rutjes@unicamillus.org
Prof. Fabrizio Carinci	(3 CFU)	e-mail: fabrizio.carinci@unicamillus.org

Teaching module: **Informatica**

SSD: INF-01/A – 3 CFU

Prof. Domenico Rocco	(1 CFU)	e-mail: domenico.rocco@unicamillus.org
Prof. Franco Arcieri	(2 CFU)	e-mail: franco.arcieri@unicamillus.org

Teaching module: **Sistemi di elaborazione delle informazioni**

SSD: INF-05/A - 4 CFU

Prof. Cantone Marco	(2 CFU)	e-mail: marco.cantone@unicamillus.org
Prof. Rosa Sicilia	(2 CFU)	e-mail: 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 necessarie 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

I risultati di apprendimento attesi sono coerenti con le disposizioni generali del Processo di Bologna e con le disposizioni specifiche della Direttiva 2005/36/CE. Essi si collocano all'interno del Quadro Europeo delle Qualifiche (descrittori di Dublino) come segue:

Conoscenza e capacità di comprensione

- 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 di un sistema informativo e di un sistema informativo di una struttura sanitaria. Inoltre deve sapere come è organizzato un database e deve conoscere alcune nozioni di base sui linguaggi di interrogazione di un database. Deve conoscere le problematiche di sicurezza e privacy associate alla gestione di dati sensibili e non quali i dati sanitari. Deve conoscere le problematiche legate alla lettura di dati provenienti da strumenti elettronici, le unità di misura, gli standard, gli errori.
- 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, le analisi di regressione Cox e Poisson;
- 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, Misure

Introduzione, misurazione, stima misurazione e incertezza; Cifre significative

Unità, standard e unità SI

Conversione di unità

Dimensioni e analisi dimensionale

Grandezze vettoriali e scalari

Operazioni tra grandezze vettoriali

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;

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

Dinamica del moto circolare uniforme

Legge di Newton della gravitazione universale

Lavoro ed energia

Lavoro fatto da una Forza Costante

Energia cinetica

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

Statica

Condizioni di equilibrio

Elasticità e frattura

Le condizioni per l'equilibrio

Risoluzione dei problemi di Statica

Applicazioni su muscoli e articolazioni

Stabilità ed Equilibrio

Elasticità

Stress e tensione

Frattura

Fluidi

Stati della materia

Densità

Pressione

Principio di Pascal

Galleggiamento e principio di Archimede

Dinamica dei fluidi

Portata ed equazione di Continuità

Principio di Bernoulli, applicazioni

Equazione di Poiseuille

Circolazione sanguigna

Temperatura

Teoria atomica della materia

Temperatura

Termometri ed equilibrio termico

Espansione termica

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

Equilibrio termico e legge di Zeroth della termodinamica

Espansione termica

Le leggi del gas e la temperatura assoluta

La legge sul gas ideale

Risoluzione dei problemi con la legge sul gas ideale

Teoria cinetica e interpretazione molecolare della temperatura

Processi termodinamici e la prima legge

Seconda legge della termodinamica: introduzione

Entropia e seconda legge della termodinamica

Ordine e Disordine

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
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

Radiazioni in Medicina

Fisica nucleare e radioattività
Raggi X e diffrazione dei raggi X, imaging a raggi X e tomografia computerizzata (TC)
Effetti e usi delle radiazioni
Misurazione della radioattività-dosimetria
Risonanza magnetica nucleare (NMR) e risonanza magnetica (MRI)

Radioprotezione

Interazione della radiazione con cellule e tessuti
Radiobiologia

STATISTICA MEDICA

Introduzione alla statistica biomedica.

- Concetti base e definizioni
- Misure e scale di misura
- Campionamento e Statistica Inferenziale
- Metodo scientifico e progettazione di esperimenti

Statistiche descrittive

- La serie ordinata
- Tabelle di frequenza
- Misure di tendenza centrale
- Misure di dispersione

Concetti fondamentali di probabilità

- Due visioni della probabilità: oggettiva e soggettiva
- 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
- La distribuzione binomiale
- La distribuzione di Poisson
- Distribuzioni di probabilità continue
- La distribuzione normale
- Applicazioni della distribuzione normale

Concetti fondamentali delle distribuzioni campionarie

- Distribuzione della media campionaria

- Distribuzione della differenza tra due medie campionarie
- Distribuzione della proporzione campionaria
- Distribuzione della differenza tra due proporzioni campionarie

Stima

- Intervallo di confidenza per una media di popolazione
- La distribuzione t
- Intervallo di confidenza per la differenza tra due medie di popolazione
- Intervallo di confidenza per una proporzione di popolazione
- Intervallo di confidenza per la differenza tra due proporzioni di popolazione
- Determinazione della dimensione del campione per la stima delle medie
- Determinazione della dimensione del campione per la stima delle proporzioni
- Intervallo di confidenza per la varianza di una popolazione distribuita normalmente
- Intervallo di confidenza per il rapporto tra le varianze di due popolazioni distribuite normalmente

Verifica delle ipotesi

- Verifica di ipotesi: una singola media di popolazione
- Verifica di ipotesi: differenza tra due medie di popolazione
- Confronti appaiati
- Verifica di ipotesi: una singola proporzione di popolazione
- Verifica di ipotesi: differenza tra due proporzioni di popolazione
- Verifica di ipotesi: una singola varianza di popolazione
- Verifica di ipotesi: rapporto tra due varianze di popolazione
- Errore di tipo II e potenza di un test
- Determinazione della dimensione del campione per controllare gli errori di tipo II

Regressione lineare semplice e correlazione

- Il modello di regressione
- L'equazione di regressione campionaria
- Valutazione dell'equazione di regressione
- Utilizzo dell'equazione di regressione
- Il modello di correlazione
- Il coefficiente di correlazione
- Alcune precauzioni

Regressione multipla e correlazione

- Il modello di regressione lineare multipla
- Ottenimento dell'equazione di regressione multipla
- Valutazione dell'equazione di regressione multipla
- Utilizzo dell'equazione di regressione multipla
- Il modello di correlazione multipla

Analisi di regressione: alcune tecniche aggiuntive

- Variabili indipendenti qualitative
- Procedure di selezione delle variabili
- Regressione logistica

La distribuzione Chi-quadro e l'analisi delle frequenze

- Proprietà matematiche della distribuzione Chi-quadro
- Test di adattamento (goodness-of-fit)
- Test di indipendenza
- Test di omogeneità

- Test esatto di Fisher
- Rischio relativo, odds ratio e statistica di Mantel–Haenszel

INFORMATICA

Sistema binario e codifica dell'informazione, input e output, operatori booleani. Architettura del computer, CPU, memorie.

Software: sistemi operativi, software applicativi.

Elaboratore di testi (Microsoft Word): inclusione di bibliografia, citazioni e riferimenti. Fogli di calcolo (Microsoft Excel).

Reti di computer, Internet, posta elettronica. World Wide Web.

Basi di dati, banche dati accademiche e motori di ricerca. Banche dati di sanità pubblica.

Introduzione ai sistemi informativi sanitari. Il sistema informativo sanitario italiano. Standard sanitari per l'acquisizione, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati. La cartella clinica elettronica.

Sicurezza delle informazioni e tutela della privacy nella gestione dei dati sanitari.

Dispositivi digitali, sensori e applicazioni mobili per la medicina di precisione. Sistemi di supporto per i medici.

Conversione analogico-digitale.

SISTEMI DI ELABORAZIONE E INTEGRAZIONE

1. Introduzione (8 ore)

- Definizione di algoritmo e informazione; elaborazione dell'informazione
- Concetti di base di hardware e software
- Panoramica dei linguaggi di programmazione
- Rappresentazione dell'informazione; bit e multipli; allocazione e stima della memoria
- Codifica binaria dei dati numerici
- Struttura della memoria e architettura del computer; gerarchia della memoria (primaria, cache, secondaria)
- Panoramica sull'implementazione della memoria e del processore

2. Basi di dati (12 ore)

- Dati e informazioni: definizioni e differenze
- Tipi di basi di dati: relazionali, non relazionali, basate su cloud e ibride
- Concetti fondamentali: tabelle, record, campi e chiavi
- Sistemi di gestione di basi di dati (DBMS): funzioni (creazione, manipolazione, sicurezza e controllo degli accessi); esempi di DBMS comuni; DBMS basati su cloud
- Modellazione concettuale dei dati: entità, attributi e relazioni (uno-a-uno, uno-a-molti, molti-a-molti)
- Diagrammi Entità–Relazioni (ER); modello relazionale; chiavi primarie e esterne; integrità referenziale

- Introduzione a SQL: comandi di base; query condizionali; *join*
 - Gestione dei dati in Excel: il formato CSV
 - Formule, espressioni e visualizzazione dei dati tramite grafici in Excel
-

3. Immagini digitali (12 ore)

- Panoramica dello spettro elettromagnetico
 - Immagini digitali e rappresentazione del colore
 - Parametri di qualità dell'immagine e tecniche di elaborazione digitale (filtraggio, equalizzazione, trasformazioni puntuali)
 - Metodi di compressione delle immagini
 - Lo standard DICOM per le immagini mediche
-

4. Intelligenza Artificiale (8 ore)

- Definizione e panoramica storica dell'Intelligenza Artificiale (IA)
- Il ruolo dei dati nei sistemi di IA
- Apprendimento supervisionato, non supervisionato e per rinforzo: principi fondamentali e applicazioni tipiche
- *Ground truth*, matrice di confusione e principali metriche di prestazione
- *Machine Learning* vs. *Deep Learning*
- Reti neurali: neurone artificiale, strati, pesi e bias; principali applicazioni
- Spiegabilità e limiti dei modelli di *Deep Learning*
- IA generativa: modelli linguistici di grandi dimensioni, generazione di immagini, audio e video
- Concetti di creatività e distribuzione dei dati
- Considerazioni etiche e rischi: allucinazioni, bias, privacy e uso responsabile dell'IA

MODALITÀ DI INSEGNAMENTO

Didattica in presenza articolata in 50 ore di Fisica Applicata, 50 ore di Statistica Medica e 30 ore di Informatica e 40 ore di Sistemi di Elaborazione e Integrazione. I docenti si avvalgono di strumenti didattici quali presentazioni organizzate in file PowerPoint con diagrammi esplicativi, illustrazioni e immagini. Filmati ed animazioni verranno utilizzati per integrazione dei processi descritti in classe. Sono previste 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 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 possono essere richieste 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

ATTIVITA' DI SUPPORTO

Oltre all'attività didattica, allo studente verrà data l'opportunità di approfondire gli argomenti trattati mediante proposta di partecipazione a seminari e mediante suggerimento di letture aggiuntive di articoli e capitoli di libri.

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%

TESTI CONSIGLIATI

APPLIED PHYSICS:

Introduction to Medical Physics, A. Bacchetta, D. Scannicchio, Casa Editrice Ambrosiana (cea) Zanichelli.

INFORMATICA:

Slide delle lezioni;

Hardy, Lynda R, "Health informatics. An interprofessional approach";

Joos, D. Wolf, R. Nelson, "Introduction to Computers for Healthcare Professionals" seventh edition, 2019, Jones & Bartlett Learning, ISBN 978-1284194708;

Kathleen Mastrian, Dee McGonigle - Informatics for Health Professionals. Jones & Bartlett

Learning; 1 edition (April 25, 2016);

Joseph Tan - E-Health Care Information Systems: An Introduction for Students and Professionals. Jossey-Bass Inc Pub; 1 edizione (1 maggio 2012)

STATISTICA MEDICA:

Daniel, Wayne W, Cross, CL, Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences, 11th edition, Wiley, 2018.

I libri di testo indicati per tutte le materie sono solo un riferimento. Agli studenti è permesso di adottare il libro / i libri di loro scelta.