



Allegato 1: Scheda di Insegnamento

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia

Anno Accademico 2026 / 2027

INSEGNAMENTO INTEGRATO (I.I.): Fisica, Statistica e Sistemi Elaborazione dati

NUMERO DI CFU: 18

SSD: PHYS06/A, MEDS-24/A, INFO-01/A

COORDINATRICE DELL'I.I.: Prof. Eleonora Nicolai

E-MAIL: eleonora.nicolai@unicamillus.org

MODULO 1: FISICA

NUMERO DI CFU: 6

SSD: PHYS06/A

DOCENTI:

Nicolai Eleonora (2CFU)

e-mail: eleonora.nicolai@unicamillus.org

Spadone Sara (1 CFU)

e-mail: sara.spadone@unicamillus.org

Burratti Luca (1 CFU)

e-mail: luca.burratti@unicamillus.org

Schiavi Simona (1 CFU)

e-mail: simona.schiavi@unicamillus.org

Contessa Gianmarco (1 CFU)

e-mail: gianmarco.contessa@unicamillus.org

MODULO 2: Statistica

NUMERO DI CFU: 5

SSD: MEDS-24/A

DOCENTI:

Carinci Fabrizio (3 CFU)

e-mail: fabrizio.carinci@unicamillus.org

Rutjes Anne Wilhelmina Saskia (2CFU)

e-mail: anne.rutjes@unicamillus.org

MODULO 3: Informatica

NUMERO DI CFU: 3

SSD: INFO-01/A

DOCENTE: Fagioli Alessio (3 CFU)

e-mail: alessio.fagioli@unicamillus.org

MODULO 4: Sistemi di elaborazione dati

NUMERO DI CFU: 4

SSD: INF-05/A

DOCENTI:

Sicilia Rosa (2 CFU)

e-mail: rosa.sicilia@unicamillus.org

Cantone Marco (2CFU)

e-mail: marco.cantone@unicamillus.org

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

L'insegnamento non prevede propedeuticità.

PREREQUISITI

Sono richieste 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.

OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo dell'insegnamento integrato di Fisica, Statistica, Informatica ed Elaborazione dati 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 di Fisica, 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.

Obiettivo del modulo di Informatica è fornire agli studenti un'ampia conoscenza della terminologia informatica, dei principali componenti hardware e software dei computer, del loro funzionamento, dei campi di applicazione. Rendere gli studenti autonomi nell'uso dei motori di ricerca e dei principali software applicativi, in particolare nell'utilizzo dei fogli elettronici per la conduzione delle principali analisi statistiche e dei principali test statistici.

Scopo del modulo di Statistica Medica è quello di fornire agli studenti le conoscenze sui fondamenti della statistica medica necessari allo svolgimento della loro attività futura, alla corretta lettura e interpretazione degli articoli scientifici e delle ricerche, nonché alla partecipazione attiva a protocolli di ricerca. 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.

L'obiettivo del modulo di Sistema Elaborazione Dati è l'acquisizione delle competenze necessarie alla comprensione del ruolo svolto dai sistemi informativi e delle loro principali applicazioni in campo biomedico. In particolare, lo studente avrà modo di apprendere i vari tipi di sistemi informativi, con particolare attenzione ai sistemi di gestione di basi di dati (DBMS) e di analisi statistica dei dati.

RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

Al termine dell'insegnamento la studentessa o lo studente dovrà conoscere/essere in grado di:

DD1: Conoscenza e capacità di comprensione

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.

DD2: 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.

DD3: Autonomia di giudizio

Al termine dell'insegnamento integrato, lo studente sarà in grado di riconoscere l'importanza di una conoscenza approfondita degli argomenti conformi ad un'adeguata educazione medica. E di identificare il ruolo fondamentale della corretta conoscenza teorica della materia nella pratica clinica.

DD4: Abilità comunicative

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

DD5: Capacità di apprendimento

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà acquisito le metodologie di apprendimento e le capacità per approfondire i temi affrontati a lezione al fine di accrescere le proprie competenze, anche attraverso la consultazione della letteratura scientifica e l'utilizzo critico degli strumenti web.

PROGRAMMA

Syllabus MODULO FISICA:

Unità didattica 1. Introduzione ai metodi della fisica (impegno didattico valutato in CFU= 0.2, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)

Interpretare elementi di base di matematica e fisica (grafici e formule). Risolvere operazioni tra vettori; eseguire conversioni tra unità di misura:

- Notazione scientifica.
- Grandezze fisiche, dimensione ed unità di misura, Sistema Internazionale delle unità di misura. Conversioni tra unità di misura e stima ordine di grandezza. Grandezze estensive ed intensive. Grandezze scalari e vettoriali.
- Funzioni trigonometriche elementari.
- Vettori: definizione, componenti, operazioni (esempi: somma, differenza, prodotto scalare e prodotto vettoriale).

Unità didattica 2. Meccanica (impegno didattico valutato in CFU= 1.4, di cui almeno il 25% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere e interpretare elementi di meccanica. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla meccanica:

- Cinematica del punto materiale: definizione di posizione e spostamento nel tempo. Concetto di traiettoria e legge oraria. Velocità media e velocità istantanea, accelerazione media e accelerazione istantanea. Studio dei moti rettilinei e curvilinei, con esempi significativi: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, caduta libera. Moto circolare uniforme e accelerazione centripeta.
 - Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica. Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge). Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge). Azione e reazione tra corpi in interazione (terza legge). Applicazione ai concetti di equilibrio traslazionale. Definizione di forza e principali esempi: forza peso, forza gravitazionale, forze di contatto e forza di attrito (statico e dinamico), tensione, forze elastiche e legge di Hooke per molle ideali. Elasticità, stress, tensione e frattura.
 - Lavoro ed energia: concetto di lavoro meccanico come effetto di una forza applicata su un corpo. Definizione di potenza e relazione con il lavoro svolto in un intervallo di tempo. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro e confronto tra forze conservative e forze non conservative. Definizione di energia potenziale. Esempi: energia potenziale gravitazionale ed energia potenziale elastica. Energia meccanica come somma di energia cinetica ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica nei sistemi ideali.
- Corpi estesi: Caratteristiche del corpo rigido. Momento torcente e condizioni per l'equilibrio rotazionale. Leve nel corpo umano.

Unità didattica 3. Meccanica dei fluidi (impegno didattico valutato in CFU= 1.2, di cui almeno il 25% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere e interpretare elementi di meccanica dei fluidi. Correlare i principi della fluidodinamica con i flussi, resistenze e pressioni fisiologiche nei sistemi biologici. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla meccanica dei fluidi:

- Stati di aggregazione della materia: caratteristiche fondamentali dei fluidi rispetto ai solidi. Definizione di pressione e densità e loro ruolo nel comportamento statico e dinamico dei fluidi.
- Leggi dell'idrostatica: legge di Stevino per la pressione nei liquidi in funzione della profondità; principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incompressibili; principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso. Analisi delle condizioni di galleggiamento. Strumenti e metodi per la misura della pressione (esperimento di Torricelli, manometro).
- Fluidi in movimento (idrodinamica): concetti di flusso e portata, distinzione tra moto stazionario e turbolento, con attenzione particolare al moto laminare. Equazione di continuità e conservazione

della massa nei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e applicazioni alla circolazione sanguigna (stenosi e aneurisma).

- Fluidi reali e viscosità: analisi del moto laminare, profilo parabolico della velocità, concetto di gradiente di velocità. Legge di Poiseuille e resistenze idrauliche in serie e in parallelo.

Unità didattica 4. Termodinamica (impegno didattico valutato in CFU= 1, di cui almeno il 30% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere ed interpretare elementi di termodinamica. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla termodinamica:

- Concetti fondamentali: definizione di sistema e ambiente. Variabili termodinamiche (pressione, volume, temperatura) e stato termodinamico. Funzioni di stato. Temperatura e sue scale di misura. Gas perfetti ed equazione di stato.
- Calore e capacità termica: scambi di energia sotto forma di calore. Definizione di capacità termica e calore specifico, con riferimento ai gas ideali. Fenomeni di cambiamento di stato fisico (fusione, evaporazione, condensazione), calore latente. Calorimetria.
- Meccanismi di trasmissione del calore: conduzione termica, convezione e irraggiamento.
- Primo principio della termodinamica: definizione e significato fisico. Energia interna, calore e lavoro.
- Secondo principio della termodinamica: enunciati fondamentali e concetto di irreversibilità. Cicli termodinamici: definizione e funzionamento.

Entropia come funzione di stato, implicazioni macroscopiche e interpretazione statistica. Legame tra variazione dell'entropia e direzione naturale dei processi termodinamici.

Unità didattica 5. Onde meccaniche (impegno didattico valutato in CFU= 0.4, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere ed interpretare elementi di onde meccaniche. Correlare i fenomeni ondulatori in ambito acustico. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alle onde meccaniche:

- Onde meccaniche: introduzione alla natura delle onde meccaniche come fenomeni di propagazione di energia e perturbazione attraverso un mezzo materiale. Definizione di frequenza, periodo, pulsazione e lunghezza d'onda. Velocità di propagazione delle onde e relazione tra i parametri ondulatori. Equazione di propagazione per onde armoniche semplici. Esempi di onde monodimensionali: onde trasversali su una corda e onde longitudinali, come quelle sonore nei fluidi.
- Principi di sovrapposizione e interferenza.
- Energia trasportata dalle onde: concetto di energia associata a un'onda meccanica. Potenza trasportata da un'onda in un mezzo elastico. Intensità dell'onda come quantità fisica misurabile, legata all'energia trasportata per unità di area e di tempo. Legge dell'inverso del quadrato della distanza.
- Onde acustiche: propagazione del suono nei diversi mezzi materiali, con particolare attenzione alla velocità del suono. Relazione tra intensità acustica e percezione sonora. Definizione di livello di intensità sonora in decibel.
- Effetto Doppler: descrizione qualitativa.

Unità didattica 6. Eletticità e magnetismo (impegno didattico valutato in CFU= 1.2, di cui almeno il 30% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere e interpretare elementi di eletticità e magnetismo. Comprendere i fenomeni elettrici e magnetici. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi agli elementi di eletticità e magnetismo:

- Carica elettrica e interazioni: proprietà fondamentali della carica elettrica, unità di misura, conservazione della carica. Interazione tra cariche puntiformi e legge di Coulomb. Definizione di campo elettrico e rappresentazione tramite linee di forza. Campo generato da una carica puntiforme o da una distribuzione di più cariche puntiformi. Moto di una carica in un campo elettrico uniforme.

- Energia e potenziale elettrico: energia potenziale associata a una distribuzione di cariche. Definizione di potenziale elettrico e differenza di potenziale. Conservazione dell'energia per una carica in movimento in un campo elettrico.
- Conduttori e dielettrici (isolanti): descrizione qualitativa dei fenomeni di induzione elettrostatica e di polarizzazione.
- Corrente elettrica: corrente continua, intensità di corrente, generatore elettrico ideale e differenza di potenziale applicata. Conduzione nei conduttori ohmici. Leggi di Ohm, resistenza e resistività dei materiali. Potenza elettrica dissipata per effetto Joule. Combinazione di resistenze in serie e in parallelo.
- Capacità e condensatori: concetto di capacità elettrica. Capacità del condensatore piano, effetto della presenza di un dielettrico. Energia immagazzinata in un condensatore carico.
- Campo magnetico: origine del campo magnetico dalle correnti elettriche (Esperimento di Oerstedt). Forza di Lorentz su una carica in moto e su un filo percorso da corrente. Moto circolare di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme.
- Induzione elettromagnetica: variazione del flusso magnetico e generazione di forza elettromotrice. Legge di Faraday-Neumann-Lenz. Correnti indotte e loro verso.

Unità didattica 7. Fisica delle radiazioni (impegno didattico valutato in CFU= 0.6, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)

Descrivere e interpretare la fisica delle radiazioni e comprenderne gli effetti. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla fisica delle radiazioni:

- Radiazione elettromagnetica: natura ondulatoria delle onde elettromagnetiche come combinazione di campi elettrici e magnetici oscillanti perpendicolari tra loro; caratteristiche fondamentali (lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione, ampiezza e intensità dell'onda).
- Spettro della radiazione elettromagnetica: suddivisione dello spettro in regioni (onde radio, microonde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), ordine crescente di frequenza e decrescente di lunghezza d'onda.
- Quantizzazione dell'energia: concetto di fotone come quanto di energia associato alla radiazione; relazione tra energia del fotone e frequenza.
- Assorbimento della radiazione elettromagnetica (legge di Lambert-Beer).
- Radioattività e decadimenti radioattivi: definizione di nucleo instabile, concetto di isotopi radioattivi. Attività e legge del decadimento radioattivo, emivita. Tipi principali di decadimento (alfa, beta, gamma) e trasformazioni nucleari associate.
- Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti: distinzione basata sull'energia trasportata dalla radiazione rispetto all'energia di ionizzazione degli atomi. Esempi di radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, infrarosso) e ionizzanti (raggi X, raggi gamma).
- Ottica: leggi della riflessione e della rifrazione della luce, concetto di indice di rifrazione.

Syllabus MODULO 2: Statistica

- Introduzione alla biostatistica (0.2 CFU)
 - Alcuni concetti base
 - Misure e scale di misura
 - Campionamento e inferenza statistica
 - Metodo scientifico e disegno degli esperimenti
- Statistica descrittiva (0.3 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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 (0.5 CFU)
 - 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
- Analisi di regressione: alcune tecniche aggiuntive (0.5 CFU)
 - Variabili indipendenti qualitative
 - Tecniche di selezione delle variabili
 - Regressione Logistica
- Distribuzione chi-quadrato e delle frequenze (0.5 CFU)
 - 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

Syllabus MODULO 3: Informatica

Unità didattica 1. Fondamenti di Informatica (impegno didattico valutato in CFU = 0,3)

Comprendere i principi fondamentali della rappresentazione dell'informazione e del funzionamento dei sistemi informatici e descrivere i principali componenti hardware e software di un calcolatore:

- Rappresentazione dell'informazione e principi di base dei sistemi informatici.
- Architettura del calcolatore, hardware e software.
- Sistemi operativi e software applicativo.

Unità didattica 2. Reti di calcolatori, sistemi distribuiti e sistemi connessi (impegno didattico valutato in CFU = 1,0)

Comprendere i principi fondamentali delle reti di calcolatori e dei sistemi distribuiti e descrivere le principali tecnologie per la comunicazione, l'erogazione di servizi distribuiti e l'interconnessione di dispositivi:

- Fondamenti delle reti di calcolatori e delle tecnologie Internet.
- Architetture di rete e protocolli di comunicazione.
- World Wide Web e servizi Internet.
- Fondamenti di cloud computing e servizi distribuiti.
- Fondamenti di Big Data e sistemi ad alta intensità di dati.
- Internet of Things e dispositivi connessi.
- Applicazioni delle tecnologie di rete, distribuite e connesse.

Unità didattica 3. Sicurezza informatica, privacy e crittografia (impegno didattico valutato in CFU = 0,8)

Comprendere i principi fondamentali della sicurezza informatica, della privacy e della crittografia e descrivere i principali meccanismi per la protezione dei sistemi, delle comunicazioni e dei dati:

- Fondamenti di sicurezza informatica.
- Minacce informatiche e meccanismi di protezione.
- Fondamenti di crittografia e comunicazioni sicure.
- Autenticazione, autorizzazione e controllo degli accessi.
- Privacy e protezione dei dati.
- Problematiche di sicurezza nella gestione dei dati sensibili.

Unità didattica 4. Informazione scientifica, gestione dei dati e applicazioni digitali (impegno didattico valutato in CFU = 0,9)

Comprendere i principali metodi e strumenti digitali per la ricerca, l'organizzazione e l'elaborazione dell'informazione scientifica e descrivere alcune applicazioni delle tecnologie digitali in ambito sanitario:

- Basi di dati accademiche, motori di ricerca scientifici e recupero dell'informazione.
- Fogli di calcolo per l'organizzazione, l'analisi e la visualizzazione dei dati.
- Sistemi informativi sanitari e cartella clinica elettronica.
- Sanità digitale e telemedicina.
- Applicazioni delle tecnologie digitali e connesse in ambito sanitario.
- Applicazioni per il monitoraggio remoto e il supporto alle decisioni cliniche.

Syllabus MODULO 4: Sistemi di elaborazione dati

Unità didattica 1. Introduzione ai sistemi di elaborazione dati (impegno didattico valutato in CFU = 0,8)

Comprendere i principi fondamentali della rappresentazione e dell'elaborazione dell'informazione e descrivere i principali componenti hardware e software di un sistema di elaborazione:

- 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 calcolatore; gerarchia delle memorie: memoria primaria, cache e memoria secondaria.
- Principi generali di implementazione della memoria e del processore.

Unità didattica 2. Basi di dati (impegno didattico valutato in CFU = 1,2)

Comprendere i principi fondamentali dell'organizzazione, della modellazione e della gestione dei dati. Rappresentare semplici strutture informative e utilizzare strumenti di base per l'interrogazione di basi di dati:

- Dati e informazioni: definizioni e differenze.
- Tipologie di basi di dati: relazionali, non relazionali, basate su cloud e ibride.
- Concetti fondamentali delle basi di dati: tabelle, record, campi e chiavi.
- Sistemi di gestione di basi di dati (Database Management Systems, DBMS): funzioni di creazione e manipolazione dei dati, sicurezza e controllo degli accessi; esempi di DBMS di uso comune e DBMS basati su cloud.
- Modellazione concettuale dei dati: entità, attributi e relazioni uno-a-uno, uno-a-molti e molti-a-molti.
- Diagrammi Entità-Relazione (ER) e modello relazionale.
- Chiavi primarie, chiavi esterne e integrità referenziale.
- Introduzione al linguaggio SQL: comandi di base, interrogazioni condizionali e join.

Unità didattica 3. Immagini digitali e immagini medicali (impegno didattico valutato in CFU = 1,2)

Comprendere i principi della formazione e della rappresentazione delle immagini digitali e descrivere le principali tecniche di elaborazione, compressione e gestione delle immagini in ambito medicale:

- Panoramica dello spettro elettromagnetico.
- Immagini digitali e rappresentazione del colore.
- Principali parametri di qualità delle immagini digitali.
- Tecniche di elaborazione delle immagini digitali: filtraggio, equalizzazione e trasformazioni puntuali.
- Metodi di compressione delle immagini.
- Lo standard DICOM per la rappresentazione, gestione e scambio delle immagini medicali.

Unità didattica 4. Intelligenza Artificiale (impegno didattico valutato in CFU = 0,8)

Comprendere i principi fondamentali dell'Intelligenza Artificiale e dell'apprendimento automatico. Interpretare i principali elementi utilizzati per la valutazione dei modelli e riconoscere caratteristiche, applicazioni, limiti e rischi dei moderni sistemi di Intelligenza Artificiale:

- Definizione e panoramica storica dell'Intelligenza Artificiale (IA).
- Il ruolo dei dati nei sistemi di Intelligenza Artificiale.
- Apprendimento supervisionato, non supervisionato e per rinforzo: principi fondamentali e principali tipologie di task.
- Ground truth, matrice di confusione e principali metriche di valutazione delle prestazioni.
- Machine Learning e Deep Learning: caratteristiche e differenze.
- Reti neurali: neurone artificiale, strati, pesi e bias; principali applicazioni.
- Spiegabilità e limiti dei modelli di Deep Learning.
- Intelligenza Artificiale generativa: Large Language Model e generazione di immagini, audio e video.
- Concetti di creatività e distribuzione dei dati.
- Chatbot e principi di prompting per l'interazione con sistemi di Intelligenza Artificiale generativa.
- Aspetti etici e principali rischi associati all'Intelligenza Artificiale: allucinazioni, bias, privacy e uso responsabile dell'IA.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Didattica in presenza articolata in 60 ore di Fisica medica, 50 ore di Statistica Medica, 30 ore di Informatica e 40 ore di Sistemi di elaborazione delle informazioni. I docenti si avvalgono di strumenti didattici quali presentazioni organizzate in file PowerPoint con diagrammi esplicativi, illustrazioni e immagini. Sono previste lezioni interattive con lo svolgimento di esercizi in classe. Possono essere previste prove in itinere per tutti i moduli. La frequenza è obbligatoria, è richiesta la frequenza di almeno il 67% delle ore totali previste per gli insegnamenti dell'insegnamento integrato. Sono previste 2,5 ore di esercitazioni per ogni CFU.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La verifica della preparazione degli studenti avverrà con esame scritto. I quesiti possono essere a risposta multipla, a risposta aperta, o può essere richiesta la risoluzione di un problema o di un esercizio. Alcune domande potrebbero avere un peso (punteggio) differente sulla base della complessità delle stesse.

La valutazione dell'esame è globale per l'intero corso integrato ed il voto sarà espresso in trentesimi. In caso di mancato superamento dell'esame integrato ad un determinato appello, lo studente ripeterà l'intero esame ad un appello successivo ovvero ad una sessione successiva.

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; argomentazione assente o frequentemente errata.
18–20	Conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficienti, con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.
21–23	Conoscenza routinaria degli argomenti; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.

24–26	Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi; argomentazioni espresse in modo rigoroso.
27–29	Conoscenza completa degli argomenti; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio.
30–30L	Ottimo livello di conoscenza e comprensione. Notevoli capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio. Argomentazioni originali ed espresse con piena padronanza del lessico specialistico.

Si fa presente che, durante lo svolgimento della prova scritta, non è consentito utilizzare o tenere presso la propria postazione dispense, manuali, appunti, tavole, dispositivi elettronici (tablet, auricolari, telefoni cellulari, smartwatch, occhiali o penne smart) o altri materiali di consultazione. Qualora venga accertato e segnalato allo studente il possesso e/o l'utilizzo di tali dispositivi o materiali, oppure il mancato rispetto delle regole previste per lo svolgimento della prova, si procederà all'immediato annullamento della prova stessa, senza attribuzione di alcun risultato.

Studenti con disabilità e con DSA: in coerenza con la normativa vigente e con le indicazioni dei servizi di Ateneo per l'inclusione, gli studenti con disabilità o con disturbi specifici dell'apprendimento certificati hanno diritto agli strumenti compensativi e alle misure previste (es. tempo aggiuntivo, mappe concettuali, prove equipollenti). Gli adattamenti della prova sono concordati tra docente, studente e ufficio competente, ferma restando l'equivalenza dei risultati di apprendimento accertati.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Oltre all'attività didattica, allo studente verrà data l'opportunità di approfondire gli argomenti trattati mediante proposta di partecipazione a seminari ed esercitazioni e mediante suggerimento di letture aggiuntive di articoli e capitoli di libri. I docenti sono a disposizione sia per email che con call da remoto per chiarimenti e approfondimenti.

TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

Testi MODULO FISICA

- Introduction to Medical Physics; Bacchetta, Scannicchio; Casa editrice Ambrosiana.
Agli studenti è permesso adottare un libro di testo a loro scelta.

Testi MODULO STATISTICA

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

Il libro costituisce il punto di riferimento per lo studio. Inoltre, il docente fornirà le slide proiettate durante le lezioni tramite WebApp.

Testi MODULO INFORMATICA

- Le diapositive delle lezioni costituiscono il punto di riferimento per lo studio e saranno fornite dai docenti tramite WebApp. Ulteriori materiali aggiuntivi di approfondimento saranno forniti dai docenti ove necessari.

Testi MODULO SISTEMI DI ELABORAZIONE DATI

- Le diapositive delle lezioni costituiscono il punto di riferimento per lo studio e saranno fornite dai docenti tramite WebApp. Ulteriori materiali aggiuntivi di approfondimento saranno forniti dai docenti ove necessari.