



Corso di Laurea in Fisioterapia

Anno Accademico 2026 / 2027

INSEGNAMENTO INTEGRATO (I.I.) FISICA, STATISTICA E INFORMATICA

NUMERO DI CFU: 8

SSD: PHYS-06/A, INFO-01/A, MEDS-24/A, INFO-05/A

COORDINATRICE DELL'I.I.: Prof. David Perpetuini

e-mail: david.perpetuini@unicamillus.org

MODULO 1: FISICA APPLICATA

NUMERO DI CFU: 2

SSD: PHYS-06/A

DOCENTE: Prof. David Perpetuini

e-mail: david.perpetuini@unicamillus.org

MODULO 2: INFORMATICA

NUMERO DI CFU: 2

SSD: INFO-01/A

DOCENTE: Prof. Flavio Arcieri

e-mail: flavio.arcieri@unicamillus.org

MODULO 3: STATISTICA MEDICA

NUMERO DI CFU: 2

SSD: MEDS-24/A

DOCENTE: Prof.ssa Anne Wilhelmina Saskia Rutjes

e-mail: anne.rutjes@unicamillus.org

MODULO 4: SISTEMI DI ELABORAZIONE DATI

NUMERO DI CFU: 2

SSD: INFO-05/A

DOCENTE: Prof.ssa Marta Sanzari

e-mail: marta.sanzari@unicamillus.org

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti

PREREQUISITI

Sono richieste conoscenze e competenze preliminari di matematica e fisica di base (livello di scuola secondaria di secondo grado). Ai fini della comprensione degli argomenti illustrati nel modulo “Data Processing Systems” è necessario avere acquisito le conoscenze impartite nel modulo di “Information Technology”.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di fornire allo studente:

- le competenze necessarie alla comprensione del ruolo chiave svolto dai sistemi informativi per la società attuale, in particolare nell’ambito delle professioni tecnico-sanitarie e dei sistemi di gestione dati;
- Il modulo di Statistica Medica ha l’obiettivo di fornire conoscenze sul processo di ricerca in fisioterapia e di potenziare la capacità di leggere e interpretare criticamente un articolo scientifico. Il modulo offre agli studenti sia conoscenze teoriche sia competenze pratiche sui metodi statistici di base più comuni; sviluppa la capacità di comprendere, selezionare e applicare correttamente i principi e le tecniche di analisi statistica essenziali per condurre e interpretare la ricerca in ambito fisioterapico; e favorisce la capacità di comunicare le evidenze cliniche utilizzando un linguaggio scientificamente accurato;
- le conoscenze sui fondamenti della fisica applicata 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 corso, 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.

RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

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:

DD1: Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine dell’insegnamento lo studente dovrà essere in grado di:

- 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 medica 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, i principi che regolano l’equilibrio 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 gli strumenti statistici di base e comprendere gli studi e le analisi statistiche.
- Aver acquisito una corretta terminologia IT ed una conoscenza di base delle caratteristiche dei moderni sistemi IT e delle loro principali applicazioni. In particolare, lo studente avrà modo di apprendere gli elementi costituenti l'architettura dei moderni sistemi IT in termini dei relativi componenti hardware e software. Il riferimento a contesti applicativi e casi di studio reali stimolano *autonomia di giudizio* e *abilità comunicative*. Infine, le conoscenze di base dei sistemi IT apprese nel corso contribuiscono a sviluppare *capacità di apprendimento* da parte dello studente mettendolo nelle condizioni di inquadrare in maniera autonoma le tematiche affrontate.
- Aver acquisito le conoscenze di base relative alla rappresentazione, gestione e qualità dei dati clinici, alle principali tipologie di dati provenienti da database, sensori e immagini e ai concetti fondamentali di algoritmi, intelligenza artificiale e machine learning. Comprendere le principali applicazioni dell'IA in ambito sanitario e riabilitativo, inclusi computer vision, analisi del movimento, dispositivi wearable e teleriabilitazione, riconoscendone potenzialità, limiti e principali problematiche relative a bias, rappresentatività, spiegabilità, privacy, sicurezza ed etica.
- 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;
- Conoscere i principi base delle analisi di correlazione e regressione lineare;
- Spiegare come l'inferenza statistica viene applicata ricerca biomedica;
- 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.

DD2: Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di:

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

- Utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della fisica per testare e comunicare idee e spiegazioni.
- Possedere le conoscenze e le capacità di utilizzare strumenti statistici di base necessari a descrivere ed analizzare set di dati.
- Utilizzare i programmi informatici ed i linguaggi associati per implementare tecniche di data collection e data retrieving.
- Utilizzare il software statistico JASP per eseguire semplici analisi statistiche
- Essere in grado di leggere e interpretare l'output di un'analisi statistica in uno studio clinico
- Organizzare, gestire e rappresentare semplici dataset clinici, utilizzare strumenti di base per la loro analisi e visualizzazione e interpretare dati provenienti da sensori e immagini.
- Riconoscere le principali caratteristiche e modalità di utilizzo di sistemi di IA applicati alla sanità e alla riabilitazione, valutandone criticamente dati, risultati, limiti e possibili rischi.

DD3: Autonomia di giudizio

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà:

- 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.

DD4: Abilità comunicative

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà:

- Saper argomentare le conoscenze acquisite in modo organizzato e coerente.
- Usare un linguaggio scientifico adeguato e conforme con l'argomento della discussione.

DD5: Capacità di apprendimento

Lo studente avrà acquisito capacità e metodi di apprendimento adeguati all'approfondimento ed al miglioramento delle proprie conoscenze e competenze nell'ambito delle materie oggetto dell'insegnamento integrato, anche attraverso la consultazione della letteratura scientifica.

PROGRAMMA

Syllabus MODULO 1: 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 sen 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

Descrivere il moto: Cinematica

Forze e le leggi della dinamica

Teorema dell'impulso

Campi di forze: il campo gravitazionale

Massa, peso e densità

Legge oraria

Lavoro, energia, potenza, rendimento

Equilibrio e dinamica di un corpo rigido

Vincoli e le leve

Centro di massa e baricentro

Elasticità e legge di Hooke

Forze di attrito

MECCANICA DEI FLUIDI

Il moto dei fluidi: portata ed equazione di continuità

Fluidi non viscosi: il teorema di Bernoulli

Fluidi viscosi: moto laminare e moto turbolento

Forze di coesione e tensione superficiale

Tensione elastica di una membrana e formula di Laplace

TERMODINAMICA

Sistema e stato termodinamici

Temperatura e scale termodinamiche

Energia interna

Calore e calore specifico

Il lavoro in termodinamica

Trasformazioni termodinamiche

Primo principio della termodinamica

Gas perfetti

Gas reali

Entalpia

Secondo principio della termodinamica

Entropia, energia libera

FENOMENI ONDULATORI

Le onde

Riflessione, rifrazione e riflessione totale

Effetto doppler

Polarizzazione delle onde trasversali

Suono

Propagazione delle onde sonore

ELETTRICITA'

Carica elettrica e forza di coulomb

Campo elettrico e il potenziale elettrostatico

Distribuzioni di cariche elettriche: dipolo elettrico

La capacità di un conduttore. Il condensatore

Corrente elettrica e le leggi di ohm

Effetto termico della corrente elettrica

ELETTROMAGNETISMO

Campo magnetico

Forza di Lorentz e il moto di una particella carica in un campo magnetico uniforme

Momenti magnetici e proprietà magnetiche della materia

Flusso di campo magnetico e induzione elettromagnetica

Il fenomeno dell'autoinduzione

Circuiti in corrente alternata

Impedenza elettrica e risonanza. Il trasformatore

Onde elettromagnetiche

Emissione e assorbimento delle onde elettromagnetiche

OTTICA

Le onde elettromagnetiche

Diffrazione della luce

Dispersione della luce

Polarizzazione della luce

Luce coerente

Diottro

Lenti sottili

MATERIA E RADIAZIONI

Atomi e molecole

Meccanica ondulatoria

Struttura atomica e molecolare, stati della materia

Radiazione elettromagnetica

Nuclei e le forze nucleari

Radioattività

Legge del decadimento radioattivo

Assorbimento delle radiazioni nella materia

APPLICAZIONI AL CORPO UMANO ED ALLA MEDICINA

Syllabus MODULO 2: Informatica

- Architettura dei computer
- Sistemi di numerazione
- Reti
- File System gerarchici
- Rappresentazione e trasferimento strutturato dei dati
- Compressione senza perdita e con perdita di dati
- Crittografia
- Nuove tecnologie
 - Intelligenza artificiale
 - Apprendimento automatico
 - Big Data e Cloud Computing
 - Blockchain
 - Internet delle cose
- GDPR: le norme e le tecnologie per la privacy

Syllabus MODULO 3: 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

Test d'ipotesi

- Concetti di Test d'ipotesi con esempi

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

Syllabus MODULO 4: Sistemi di Elaborazione Dati

1. Fondamenti di informatica e rappresentazione del dato
 - Architettura di un elaboratore, hardware e software (cenni essenziali)
 - Rappresentazione dell'informazione: bit, byte, tipi di dato
 - Dato, informazione e conoscenza: la piramide DIKW applicata alla pratica clinica
 - Panoramica del corso e collegamento con la pratica fisioterapica
2. Dati clinici e basi di dati
 - Cos'è un database: tabelle, campi e chiavi primarie (livello base)
 - Dati strutturati e non strutturati
 - Esempi di dati raccolti in fisioterapia: scale di valutazione, questionari, dati da sensori
 - Qualità del dato: accuratezza, completezza e bias nella raccolta

3. Fogli elettronici per la gestione dei dati clinici
 - Excel/Google Sheets: funzioni di base e organizzazione tabellare
 - Creazione di dataset clinici semplici, ad esempio per il follow-up dei pazienti
 - Grafici e tabelle pivot per riassumere gli andamenti clinici
 - Esercitazione pratica su dataset simulato
4. Sensori, segnali e immagini: dai fenomeni fisici al dato digitale
 - Cosa sono i segnali biomedici: EMG, accelerometri e giroscopi
 - Dal segnale continuo al dato digitale: campionamento, rumore e filtraggio (concetti intuitivi)
 - Esempi di segnali utilizzati in riabilitazione: attivazione muscolare e movimento
 - Come un'immagine diventa un insieme di numeri: pixel, risoluzione e colore
 - Immagini mediche e video: differenze rispetto a una fotografia
5. Algoritmi e intelligenza artificiale: dai dati alle decisioni
 - Cos'è un algoritmo, con esempi non tecnici
 - Flowchart di un processo clinico
 - Come un computer prende decisioni seguendo regole: sistemi rule-based
 - Breve storia dell'intelligenza artificiale: dalle regole esperte al machine learning e al deep learning
 - Reti neurali spiegate in modo intuitivo
 - Cosa serve per costruire un sistema di IA: dati, modello, addestramento e valutazione
6. Introduzione all'intelligenza artificiale in sanità
 - Apprendimento supervisionato e non supervisionato, con esempi clinici
 - Il ruolo del dato clinico come input dei modelli di IA
 - Concetto intuitivo di feature: quali caratteristiche possono essere utilizzate da un modello
 - Rappresentatività del campione e generalizzabilità di un modello
 - Esempi applicativi in ambito sanitario: predizione, supporto alla diagnosi e screening
 - Discussione: dove si colloca la fisioterapia in questo scenario
7. Intelligenza artificiale in riabilitazione
 - Predizione degli outcome riabilitativi e supporto alle decisioni cliniche
 - Sistemi di raccomandazione per piani terapeutici personalizzati
 - Bias nei dati e possibili discriminazioni algoritmiche
 - Casi di studio di sistemi di IA problematici per motivi legati ai dati
 - Rischi e limiti dell'IA in un contesto clinico reale: spiegabilità e responsabilità
 - Discussione critica di casi reali/studi pubblicati
8. Computer vision e movimento umano
 - Motion capture e analisi del movimento tramite video
 - Sistemi markerless e sistemi basati su sensori
 - Pose estimation: come un algoritmo "vede" un corpo che si muove
 - Il concetto di feature applicato al riconoscimento di postura e movimento
 - Applicazioni in fisioterapia: analisi del cammino, valutazione posturale e gait analysis
 - Demo/esempi di strumenti esistenti basati sulla computer vision
9. Wearable, sensori, telemedicina e interazione uomo-macchina
 - Dispositivi indossabili per il monitoraggio del paziente: accelerometri e IMU
 - Dati continui e dati puntuali: nuove sfide di analisi e gestione
 - Teleriabilitazione: strumenti, dati raccolti e criticità

- Come i professionisti sanitari interagiscono con software e dispositivi digitali
- Principi di base di usabilità ed esperienza utente (UX) in ambito clinico
- Evidence-Based Practice: utilizzo di banche dati come PubMed e PEDro per orientarsi tra le tecnologie

10. Privacy, etica e sintesi finale

- GDPR e trattamento dei dati sanitari e biometrici, inclusi video e dati di movimento
- Sicurezza informatica: nozioni essenziali per il professionista sanitario
- Etica dell'IA in ambito clinico: trasparenza, equità e responsabilità
- Riepilogo dei principali concetti del corso
- Discussione finale
- Eventuale prova di verifica

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

L'Insegnamento è strutturato in 80 ore di didattica frontale su argomenti sia teorici che applicativi, suddivise in lezioni in base al calendario accademico. I docenti si avvalgono di strumenti didattici quali slides organizzate con diagrammi esplicativi, illustrazioni e immagini per descrivere i vari temi. Filmati o animazioni potranno essere 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 per almeno il 75% delle ore sommate su tutti gli insegnamenti del corso integrato.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'apprendimento degli studenti sarà valutato attraverso una prova scritta nella quale tutti i contenuti trattati nell'ambito del Corso Integrato costituiscono oggetto di valutazione.

La modalità di verifica prevede un questionario a risposta multipla per ognuno dei 4 moduli, finalizzate alla valutazione sia della conoscenza teorica sia della capacità dello studente nella risoluzione di problemi.

La prova è superata con una votazione da 18 a 30 in ogni modulo. Il voto finale sarà determinato dalla media dei voti ottenuti in ciascun modulo.

Se non si ottiene la sufficienza in tutti i moduli, la prova non si ritiene superata.

Nel caso in cui non si raggiunga la sufficienza in uno solo modulo ma contemporaneamente si abbia una media sui 4 moduli superiore a 18/30, è possibile sostenere una prova orale sul modulo insufficiente. Se la prova orale dà esito positivo e si raggiunge la sufficienza, la prova è superata, e si determina la media con la nuova votazione.

Non idoneo	Importanti carenze e/o inaccuratezze 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.

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.

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.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Gli studenti che lo richiederanno potranno avere un appuntamento per poter risolvere dubbi o approfondire argomenti in merito al programma dell'insegnamento.

TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

Testi MODULO 1: Fisica Applicata

Sono fornite le slide in formato PDF a copertura di tutti gli argomenti trattati. Il seguente testo viene suggerito, ma non è obbligatorio, per la preparazione dell'esame:

- D. Scannicchio, E. Giroletti - Elementi di Fisica Biomedica - EdISES

<https://www.edisesuniversita.it/default/scannicchio-elementi-di-fisica-biomedica.html>

Testi MODULO 2: Informatica

Sono fornite le slide in formato PDF a copertura di tutti gli argomenti trattati. Eventuali approfondimenti richiesti durante le lezioni sono riportati sulle slide per consentirne la diffusione a tutti gli studenti.

Testi MODULO 3: Statistica Medica

Il libro W. W. Daniel, C. L. Cross: Concetti di base per l'analisi statistica delle scienze dell'area medico-sanitaria. Edizione 3 (2019), ISBN: 8833190412 (Italiano, capitoli 1-7) costituisce il punto di riferimento per lo studio, inoltre il docente fornirà le slide proiettate durante le lezioni.

Testi MODULO 4: Sistema di Elaborazione Dati

Sono fornite le slide in formato PDF a copertura di tutti gli argomenti trattati. Eventuali approfondimenti richiesti durante le lezioni sono riportati sulle slide per consentirne la diffusione a tutti gli studenti.