

CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)*

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Machine Learning for Physics*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre - Dicembre 2023
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	6
SSD	FIS/07
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Alfonso Monaco
Indirizzo mail	alfonso.monaco@uniba.it
Telefono	+393403536419
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica
Sede virtuale	
Ricevimento	Su appuntamento: Lunedì 15-17, Mercoledì 15-17

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	40	15	95
CFU/ECTS			
6	5	1	

Obiettivi formativi	Fondamenti sul Machine Learning e sulla trattazione dei dati
Prerequisiti	Il corso richiede: <ul style="list-style-type: none"> • una profonda conoscenza della statistica, dell'algebra lineare e della probabilità; • conoscenze di programmazione di base.

Metodi didattici	Lezioni frontali, gruppi di studio e discussione
-------------------------	--

Risultati di apprendimento previsti <i>Da indicare per ciascun Descrittore di Dublino (DD=</i>	<p>- Descrittore di Dublino 1: conoscenza e capacità di comprensione (che cosa lo/la studente/studentessa conosce al termine dell'insegnamento);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica • Conoscenza delle tecniche di calcolo avanzate • Conoscenza degli strumenti informatici avanzati di uso corrente nei settori della ricerca di base ed applicata • Conoscenza del calcolo ad alte prestazioni • Conoscenza dei sistemi complessi • Concetti base sul Machine Learning • Abilità di programmazione per big data • Fondamenti di R • Visualizzazione e presentazione dei risultati relativi ad analisi dati • Capacità di lavorare in gruppo.
--	---

<p>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p>DD3-5 Competenze trasversali</p>	<p>- Descrittore di Dublino 2: <i>capacità di applicare conoscenza e comprensione (che cosa lo/la studente/studentessa sa fare al completamento dell'insegnamento ovvero quali sono le competenze che ha acquisito);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving) ● Capacità di progettare e di mettere in atto procedure sperimentali o teoriche per risolvere problemi della ricerca accademica e industriale o per il miglioramento dei risultati esistenti ● Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico ● Capacità di utilizzo delle tecnologie elettroniche e informatiche e la loro applicazione all'acquisizione dei dati sperimentali ● Modellare database riguardanti sistemi reali ● Comprendere la dinamica di sistemi complessi reali <p>- Descrittore di Dublino 3: <i>capacità critiche e di giudizio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture ● Applicare le nozioni apprese a contesti multidisciplinari ● Applicare i concetti matematici a sistemi reali <p>- Descrittore di Dublino 4: <i>capacità di comunicare quanto si è appreso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica ● Chiarezza argomentativa ed espositiva <p>- Descrittore di Dublino 5: <i>capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze ● Applicazioni ad altre discipline
<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Introduzione al Machine Learning: differenza fra approccio supervisionato e non supervisionato; ● Introduzione al framework R; ● Ingegnerizzazione delle caratteristiche: tecniche di riduzione della dimensionalità del campione, Principal Component Analysis (PCA), metodi di filtering, metodi di wrapper, metodi embedded; ● Algoritmi di ML non supervisionati: algoritmi di clustering; ● Algoritmi di ML supervisionati: classificazione, regressione, overfitting, underfitting, bias, varianza. ● Metriche per il calcolo delle prestazioni degli algoritmi supervisionati: Accuratezza, Sensività, Specificità, Curva Roc. ● Algoritmo K-Nearest Neighbor (KNN); ● Algoritmo Bayesiano; ● Alberi decisionali: CART, ID3, C4.5; ● Tecniche di Ensemble: Bagging e Boosting; ● Algoritmo Adaboost; ● Algoritmo Random Forest; ● Il wrapper method Boruta; ● Le reti neurali artificiali; ● Support Vector Machine (SVM); ● Tecniche di eXplainable Artificial Intelligence (XAI); <p>Cenni sul deep Learning: Convolutional Neural Network (CNN).</p>
<p>Testi di riferimento</p>	<p>Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning</p>
<p>Note ai testi di riferimento</p>	

Materiali didattici	Google Drive
Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Presentazione orale di un caso studio
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> ● Conoscenza e capacità di comprensione <ul style="list-style-type: none"> ○ Consistenza di domande/risposte ● Conoscenza e capacità di comprensione applicate <ul style="list-style-type: none"> ○ Risoluzione di problemi numerici ● Autonomia di giudizio <ul style="list-style-type: none"> ○ Consistenza con i temi del corso ○ Debug del codice ● Abilità comunicative <ul style="list-style-type: none"> ○ Chiarezza argomentativa ed espositiva ● Capacità di apprendere <ul style="list-style-type: none"> ○ Applicazioni ad altre discipline
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Capacità di selezionare e applicare metodi di analisi dati descrittivi e predittivi. Capacità di scoprire patterns all'interno dei dati utilizzando le tecniche di analisi trattate durante il corso. Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti alla base delle metodologie di machine learning descritte durante il corso.
Altro	
	.