

## **Titolo del corso: Matematica nel mondo contemporaneo**

### **Coordinatori del corso**

- **Prof. Francesco Pegoraro**, Università di Pisa
- **Prof. Fulvio Ricci**, Scuola Normale Superiore

### **Destinatari**<sup>[L]<sub>SEP</sub></sup>

Docenti di scuola secondaria di secondo grado

### **Finalità, obiettivi e metodologia di lavoro**

Il corso si compone di tre moduli:

1. *Geometria e topologia*, **Prof. Bruno Martelli**, Università di Pisa (tre incontri);
2. *Onde gravitazionali*, **Prof. Giovanni Losurdo**, INFN, Pisa (due incontri).
3. *Algoritmi per un nuovo mondo (quello dell'Intelligenza Artificiale)*, **Prof. Alfio Quarteroni**, Politecnico di Milano e Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna (due incontri) in modalità interamente telematica su piattaforma TEAMS

## **I MODULO**

**Prof. Bruno Martelli**, Università di Pisa

3 lezioni di 2 ore ciascuna

### *Geometria e topologia*

Secondo la relatività generale di Einstein, lo spazio-tempo è uno "spazio 4-dimensionale" con una geometria che, a causa della sua "curvatura", non ubbidisce agli assiomi di Euclide. Per formalizzare queste nozioni profonde che avrebbero rivoluzionato la fisica del Novecento, Einstein utilizzò nel 1915 gli strumenti più avanzati della geometria differenziale disponibili in quel tempo, introdotti prima da Gauss, poi da Riemann, e quindi dai contemporanei Ricci e Levi-Civita. La nozione rigorosa di "spazio n-dimensionale" che usiamo oggi è stata infine definita successivamente ai lavori di Einstein, dal matematico Whitney nel 1935.

In queste lezioni studieremo la nozione di "spazio curvo n-dimensionale", un concetto che i matematici chiamano "varietà" e che ha avuto bisogno di un intero secolo - da Gauss nel 1827 fino a Whitney nel 1935 - per ottenere una formalizzazione rigorosa. Oltre ai matematici già citati, un contributo fondamentale è stato dato anche da Poincaré, che nel 1895 definisce quella che oggi è chiamata "topologia", una branca importante della geometria che studia le forme degli oggetti.

Vedremo come gran parte della ricerca attuale in geometria si concentri nello studio di questi oggetti curvi n-dimensionali. Studieremo come costruire dei modelli di geometrie non Euclidee, come il "piano iperbolico".

Illustreremo infine la nota Congettura di Poincaré, formulata da Poincaré nel 1904, che sostiene che "una varietà 3-dimensionale senza buchi è una sfera". La congettura è stata risolta da Perelman nel 2002.

## II MODULO

**Prof. Giovanni Losurdo**, INFN, Pisa

2 lezioni

*Onde gravitazionali: alla scoperta dell'universo oscuro*

Nel 1916 Einstein ha previsto l'esistenza delle onde gravitazionali, minuscole perturbazioni del tessuto dello spazio-tempo che si propagano alla velocità della luce e possono portare informazioni uniche dalle regioni più remote del cosmo. C'è voluto un secolo prima che si riuscisse a sviluppare i rivelatori adatti a misurare effetti così piccoli. E c'è voluta tanta tenacia e il lavoro di centinaia di persone. Ma, finalmente, siamo riusciti, osservando direttamente le onde gravitazionali in laboratori a terra, ad aprire una prospettiva completamente nuova nell'osservazione dell'universo. Siamo riusciti ad ascoltare un buco nero, a capire come nasce un lampo gamma, quanto è veloce la gravità, come si formano gli elementi pesanti, come l'oro o lo iodio, essenziale per la vita. Nei prossimi anni riusciremo anche a capire com'è fatta una stella di neutroni, se quella di Einstein è la teoria giusta della gravità, se la materia oscura è fatta da buchi neri primordiali.

Come avvenne 4 secoli fa, quando Galileo puntò il suo cannocchiale verso il cielo dando il via alla rivoluzione dell'astronomia moderna, così anche oggi uno strumento nuovo apre una nuova finestra sull'universo. Un universo di cui sappiamo tanto, ma di cui il 95% resta ignoto.

Nel corso delle lezioni ripercorreremo questa straordinaria avventura scientifica, nata oltre un secolo fa a partire dalla soluzione di un'equazione differenziale.

## III MODULO

*Algoritmi per un nuovo mondo (quello dell'Intelligenza Artificiale)*

**Prof. Alfio Quarteroni**, Politecnico di Milano e Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna

2 lezioni di 3 ore ciascuna, interamente online

Queste lezioni verteranno su machine learning (la capacità di apprendimento dei computer basata su addestramento grazie a grandi insiemi di dati) e scienza computazionale (l'uso di modelli matematici basati su principi fondamentali della fisica) nella risoluzione di problemi di interesse reale in svariati campi applicativi. Verranno discusse analogie e differenze, potenziali e limitazioni, nonché le enormi possibilità offerte dal loro uso sinergico.

Le applicazioni riguarderanno la medicina, l'ambiente e lo sport da competizione.

### Date

I modulo: 20, 21, 28 gennaio dalle 15 alle 17

II modulo: 24 febbraio e 2 marzo dalle 15 alle 17

III modulo: 25 marzo, 1 aprile dalle 15 alle 17 - in modalità interamente telematica su piattaforma TEAMS

