



POLITECNICO
DI TORINO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



Fondazione
CRT



Progetto
DIDEROT

ALFACLASS 2018

Prof. Ugo Boscain

La geometria sub-Riemanniana e le sue applicazioni in ingegneria

La geometria sub-Riemanniana è la geometria di uno spazio in cui si fanno misurare le lunghezze dei vettori (c'è un prodotto scalare), ma in cui il movimento in alcune direzioni è vietato. Una tale geometria si incontra spesso nella vita comune: quando conduciamo un'automobile ci muoviamo in uno spazio a 3 dimensioni (la posizione sul piano dell'automobile e il suo angolo di orientazione), ma il movimento nella direzione ortogonale alle ruote è vietato. I soli movimenti permessi sono andare dritto e ruotare. Però, grazie al fatto che andare dritto e ruotare non è la stessa cosa che ruotare e andare dritto (si dice che le due dinamiche non commutano), possiamo in realtà raggiungere qualunque configurazione nello spazio 3-dimensionale.

In questo seminario spiegherò il significato di dinamiche non commutative e come utilizzare questa proprietà per guadagnare nuove direzioni.

Oggi questi concetti sono utilizzati molto spesso in ingegneria: dalla robotica, all'ingegneria aerospaziale alla risonanza magnetica in medicina.

Prof. Furio Honsell

La matematica e la democrazia: un'endiadi da promuovere

Chi non conosce la clamorosa vicenda degli 11 cammelli da assegnare in eredità ai 3 fratelli in misura di un mezzo, un quarto e un sesto rispettivamente? Può essere visto come un problema di frazioni egizie: $\frac{11}{12} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$. Io lo leggerò diversamente: come distribuire a 3 partiti gli 11 seggi di un consiglio sulla base di un esito elettorale che ha assegnato loro le quote di $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{6}$ dei voti, rispettivamente?

Prenderò lo spunto da questo problemino per parlare dei concetti che stanno alla base della giustizia e dell'equità e quindi della democrazia ... da un punto di vista matematico. Ma il percorso sarà irto di dilemmi e paradossi rispetto ad una percezione ingenua di questi concetti. Partendo dal confronto tra i metodi D'Hondt, Webster e Hamilton, ci impareremo in tanti esempi del fenomeno *sometimes less is more*, per giungere al teorema di impossibilità di Balinski e Young. Da qui toccheremo il Teorema di Arrow sull'impossibilità di una preferenza collettiva che tenga conto delle



POLITECNICO
DI TORINO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



Fondazione
CRT



Progetto
DIDEROT

preferenze individuali in modo “democratico”, se ci sono più di tre alternative e più di un elettore. Tratteremo poi del coefficiente di Gini e della distribuzione equa delle fette di torta, per concludere con una serie di paradossi derivanti dalla nostra maldestra percezione intuitiva della probabilità. Procederemo in modo socratico attraverso problemini estemporanei e dialoghi. La conferenza sarà un esercizio di *Resistenza*, per così dire matematica, ad alcuni pericolosi pregiudizi e stereotipi. Ma sarà anche l’occasione per discutere come i tanti risultati matematici apparentemente negativi, invece di minare la nostra fiducia nei più nobili valori dell’umanità, ovvero la democrazia e la tutela delle minoranze, manifestino una profonda analogia tra il metodo democratico e quello scientifico. Perseguirli, riducendo errori e ingiustizie, non è solamente un nostro dovere ma è la nostra unica speranza perché il futuro o sarà migliore per tutti oppure non sarà.

Prof. Michela Procesi

Stabilità e caos nei sistemi dinamici Hamiltoniani

Il comportamento di molti sistemi fisici che preservano l'energia è ben descritto da sistemi dinamici Hamiltoniani. Fra questi sono estremamente rari i casi "integrabili", in cui, cioè, si possono descrivere esplicitamente tutte le traiettorie tramite integrazione. In questi casi (di cui il problema dei due corpi per energie basse è un tipico esempio) le soluzioni sono tutte stabili. Tuttavia, in generale, i sistemi hamiltoniani non sono integrabili, anzi esibiscono una dinamica caotica, ovvero di estrema sensibilità ai dati iniziali: a dati iniziali arbitrariamente vicini possono corrispondere orbite che hanno comportamenti qualitativi estremamente diversi. Tuttavia è ragionevole supporre, ed è questo l'argomento della classica Teoria delle Perturbazioni, che per sistemi hamiltoniani che siano piccole perturbazioni di sistemi integrabili (per esempio il problema dei tre corpi in cui un corpo sia molto più piccolo degli altri due) la maggior parte delle orbite si comportino in modo simile a quelle del sistema integrabile imperturbato (Teoria KAM) o che, comunque, le orbite del sistema imperturbato siano vicine a quelle del sistema perturbato per un tempo abbastanza lungo (Teoria di Nekhoroshev).

Prof. Angelo Guerraggio

L'ottimizzazione non smooth

Il concetto di differenziale è alla base della nascita del Calcolo e porta subito alla mente i nomi di Leibniz, di Newton e altri matematici che hanno apportato fondamentali contributi nel '700 allo sviluppo dell'analisi infinitesimale. Bisogna però aspettare i primi anni del Novecento per trovarne una rigorosa estensione alle funzioni di n variabili e ai funzionali. Nel corso dello stesso secolo il



POLITECNICO
DI TORINO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



Fondazione
CRT



Progetto
DIDEROT

concetto di differenziale per funzioni reali di variabili reali o per corrispondenze tra spazi astratti ha subito poi significative generalizzazioni per poter applicare determinati risultati a classi di funzioni non differenziabili. E' il caso dell'ottimizzazione con le sue condizioni necessaria del primo ordine e sufficiente del secondo ordine, classicamente riferite a funzioni differenziabili. L'ottimizzazione non smooth si è sviluppata in particolare a partire dagli anni '60 del secolo scorso. Ha cominciato ad affrontare problemi di ottimo nei quali le funzioni coinvolte sono convesse o lipschitziane con l'introduzione dei concetti di (subgradiente e) subdifferenziale e di gradiente generalizzato.

Prof. Gianluca Panati

Chi ha paura degli spettri??

Il concetto di spettro da Newton alla meccanica quantistica

Presentazione preparata in collaborazione con Corrado Mascia ("La Sapienza" Università di Roma)

La luce nasconde un codice segreto: lo spettro. La sua decrittazione - risultato del lavoro di scienziati tra cui Bernoulli, d'Alembert, Eulero, Hilbert, Newton, Schrödinger, Von Neumann (in ordine alfabetico) - ha toccato questioni tra loro lontane: l'arcobaleno, il suono degli strumenti musicali, l'orecchio umano, la struttura atomica. Il tutto con un solo denominatore comune: un teorema. Il Teorema spettrale. Questa e' la sua storia.

Prof. Lorenzo Robbiano

Meraviglie e Magie dell'Algebra

Che cosa è l'algebra e quali sono le sue meraviglie e magie?

Nella conferenza cercherò di dare alcune risposte a queste domande.

Vedremo **algebra esatta** con alcune sue applicazioni. Ad esempio "accenderemo lampade" e manderemo "messaggi criptati"; scopriremo incredibili avventure con i numeri di Fibonacci, la sezione aurea e i suoi legami con l'arte e la fotografia; ci meraviglieremo con sequenze deterministiche che "portano al caos".

Poi vedremo **algebra approssimata** che ci porterà all'interno di giacimenti petroliferi; avvicineremo il sole per studiarne i brillamenti; entreremo nel corpo umano con le moderne tomografie; studieremo "gas ideali".

E concluderemo con un vero **tocco di magia**, addentrandoci nel labirinto dei cosiddetti "quadrati magici".



POLITECNICO
DI TORINO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



Fondazione
CRT



Progetto
DIDEROT

Prof. Mirella Manaresi

Numeri primi: da Euclide alla crittografia moderna

I numeri primi hanno una storia di oltre 2000 anni e, grazie al teorema fondamentale dell'aritmetica, sono i mattoni con cui si costruiscono tutti i numeri interi. A partire da Euclide sono state studiate molte proprietà dei numeri primi, ma ancora ci sono problemi che li riguardano a cui i matematici non sono riusciti a dare risposta.

Anche la crittografia, che risponde alla necessità di nascondere messaggi strategici da occhi nemici, ha una lunga storia. Con l'avvento della moderna crittografia a chiave pubblica, da circa quarant'anni la storia della crittografia si intreccia con quella dei numeri primi, in quanto l'RSA, uno dei più diffusi sistemi di crittografia moderna, basa la propria sicurezza sulla difficoltà della fattorizzazione in primi di un dato intero.

Nel seminario verranno introdotti i risultati riguardanti i numeri primi necessari per spiegare il funzionamento del Sistema RSA (distribuzione dei numeri primi, test di primalità, algoritmi per la fattorizzazione in primi, ecc), mostrando che l'aumento della potenza dei calcolatori non costituisce una minaccia per il sistema, ma piuttosto il contrario.