

Il piano programmatico relativo all'attività di ricerca per il 2015 è incentrato sulla naturale prosecuzione delle linee scientifiche sviluppate nel triennio 2010-2013. Preliminarmente si osserva che la composizione del dipartimento è significativamente cambiata rispetto a quella considerata nella VQR 2004-2010, sia per un congruo numero di pensionamenti, che proseguirà con ritmo costante anche nel prossimo biennio, sia per un'intensa attività di reclutamento di giovani ricercatori le cui tematiche di ricerca hanno ampliato lo spettro di interessi del dipartimento. Questa trasformazione in atto nel dipartimento dovrebbe portare da un lato ad una diminuzione del numero dei ricercatori non attivi e dall'altro al consolidamento delle ricerche in atto e ad una loro maggiore visibilità. Dei 43 ricercatori coinvolti nelle linee di ricerca che vengono di seguito esposte 8 non sono stati valutati dalla VQR 2004-2010 in quanto non ancora in servizio nel periodo in questione.

Gli obiettivi strategici del dipartimento si possono suddividere in due filoni. Il primo rientra nella ricerca di base e si concretizza principalmente nella pubblicazione di articoli scientifici su riviste internazionali con *referee*, con un piccolo numero di autori, tipicamente due/tre ricercatori, talvolta di dipartimenti diversi. Il secondo riguarda applicazioni della matematica a problematiche ispirate da altre discipline, quali la fisica, la medicina, l'informatica e l'ingegneria. Oltre alle pubblicazioni su rivista, esso dà luogo alla realizzazione di *software*, brevetti e prototipi per validare i modelli proposti.

Nella maggior parte dei settori presenti la ricerca verrà svolta in collaborazione con importanti università estere e sarà supportata da un significativo gruppo di studenti di dottorato e post-dottorato, sia italiani sia stranieri. Si illustrano sinteticamente le principali linee di ricerca coltivate nell'ultimo decennio, che anche per il prossimo anno rappresentano la nervatura scientifica del dipartimento.

#### **Analisi armonica.**

Il gruppo di ricerca in Analisi armonica si focalizzerà sullo studio di spazi metrici di misura e varietà Riemanniane, trasformate di Fourier sferiche su gruppi di Lie, formule riprodotte con applicazioni all'analisi dei segnali, stime per moltiplicatori spettrali e trasformate di Riesz per semi-gruppi di diffusione.

#### **Algebra commutativa.**

Il gruppo di ricerca in Algebra commutativa svolgerà le proprie ricerche nei seguenti ambiti: anelli locali e graduati e loro invarianti omologici, anelli associati a varietà classiche o ad oggetti combinatorici come per esempio i numeri di Betti, l'omologia di Koszul, la coomologia locale, il rango aritmetico, la regolarità di Castelnuovo-Mumford. Verranno anche curati alcuni aspetti computazionali e, in particolare, lo sviluppo del programma di calcolo simbolico CoCoA.

#### **Algebra lineare numerica.**

Il gruppo di ricerca in Algebra lineare numerica si prefigge di studiare tecniche iterative per matrici strutturate, con particolare riguardo alle algebre matriciali legate alle trasformate veloci utilizzate nella risoluzione di sistemi lineari di grandi dimensioni. Si intende, inoltre, elaborare tecniche di filtraggio e regolarizzazione per problemi mal posti, lineari e non lineari.

### **Analisi reale, Analisi funzionale e teoria dei giochi**

Il gruppo di ricerca in Analisi reale, Analisi funzionale e teoria dei giochi proseguirà lo studio di alcune generalizzazioni della semicontinuità inferiore. Inoltre si studierà il legame tra il comportamento asintotico delle potenze di un operatore lineare e continuo su uno spazio di Banach e le proprietà spettrali dello stesso operatore e i problemi di buona posizione per gli equilibri di Nash. Infine si affronteranno proprietà geometriche della sfera unitaria nell'ambito della geometria degli spazi di Banach.

### **Didattica e storia della matematica.**

Il gruppo di ricerca in Didattica e storia della matematica concentrerà la propria attività di ricerca su alcuni aspetti storici, epistemologici e didattici nella formazione degli insegnanti di matematica, quali: adattamento delle teorie di Habermas come strumento per l'analisi epistemologica delle attività matematiche e la progettazione didattica, analisi e confronto dei metodi di formazione degli insegnanti di matematica delle scuole secondarie coinvolti nel Progetto Lauree Scientifiche, formazione degli insegnanti delle scuole primarie e secondarie.

### **Geometria algebrica ed aritmetica.**

Il gruppo di ricerca in Geometria algebrica ed aritmetica svilupperà i seguenti argomenti di ricerca: rango aritmetico di varietà proiettive; congettura di Bloch per superficie di tipo generale, complete intersezioni insiemistiche di codimensione piccola in  $\mathbb{P}^n$ , estensioni infinitesimali di fibrati vettoriali di rango 2; aggiunzione per luoghi singolari di sezioni iperpiane di varietà proiettive non singolari, trasformata di Hough per il riconoscimento di immagini, condizioni di positività per sottovarietà di varietà proiettive non singolari, semigrupp di Weierstrass e funzioni di Hilbert di curve monomiali, configurazioni di rette in  $\mathbb{P}^n$ .

### **Logica.**

Il gruppo di ricerca in Logica svilupperà metodi costruttivi e problemi di coerenza, ottenuti per mezzo di costruzioni universali, con applicazione di questi alla topologia e ai linguaggi di programmazione. Intende inoltre approfondire le strette connessioni tra topologia e computabilità. Si prevede di realizzare una calcolatrice dimostrativa interattiva, gestita dall'utente, con un'interfaccia ottenuta mediante il software JAPE.

### **Metodi geometrici in fisica matematica.**

Il gruppo di ricerca in Metodi geometrici in fisica matematica studierà la geometria dei sistemi integrabili, analizzando le relazioni tra le diverse strutture geometriche. Inoltre affronterà l'analisi di spazi di moduli e trasformate di Fourier-Mukai per ricavare informazioni geometriche sulle varietà su cui sono definite.

### **Probabilità.**

Il gruppo di ricerca in Probabilità proseguirà il proprio studio sulla decoerenza indotta dall'ambiente per sistemi quantistici aperti la cui evoluzione è descritta da un semi-gruppo quantistico markoviano, sulla relazione tra decoerenza e covarianza, e sull'analisi della decoerenza per le Open Random Quantum Walks. Inoltre, si intende studiare problemi di riduzione dimensionale tramite metodi spettrali e non-lineari ed algoritmi per l'apprendimento di dizionari che tengano conto di eventuali invarianze rispetto all'azione di

trasformazioni di tipo geometrico operanti sui dati.

### **Problemi inversi e metodi per l'analisi di dati e immagini.**

Il gruppo di ricerca in Problemi inversi di metodi per l'analisi di dati e immagini, nell'ambito dell'analisi dati e di immagini, studierà: scattering inverso qualitativo e quantitativo e metodi di regolarizzazione statistici e deterministici, analisi di dati ad alte energie provenienti dal sole e modelli fisico matematici in fisica solare, ematologia computazionale, imaging medico prototipale, analisi di dati neurofisiologici, modelli in neurofisiologia, metodi di pattern recognition, applicazioni a problemi industriali.

### **Statistica matematica.**

Il gruppo di ricerca in Statistica matematica affronterà problemi di stima dell'errore in formule di quadrature, analisi e pianificazione degli esperimenti tramite l'utilizzo di basi di Markov, di Gröbner universale e di Graver, modelli torici per catene di Markov reversibili, estensione a variabili discrete dei risultati ottenuti per modelli filogenetici, costruzione ed interpretazione statistica di complessi simpliciali, numeri di Betti e ideali polinomiali, *fraud detection* in *online banking*, sviluppo e validazione di metodi statistico-matematici e di *data mining*, pianificazione ottima degli esperimenti in veicoli marini senza equipaggio

### **Teoria analitica e algebrica dei numeri**

Il gruppo di ricerca in Teoria analitica e algebrica dei numeri lavorerà su funzioni zeta e  $L$ , classe di Selberg delle funzioni  $L$ , distribuzione dei numeri primi, problemi additivi e somme esponenziali, metodi di crivello, funzioni  $L$  di forme modulari, cicli algebrici e applicazioni alle congetture di Birch/Swinnerton-Dyer e Beilinson/Bloch/Kato, aritmetica delle varietà abeliane su campi di numeri, aritmetica delle rappresentazioni di Galois associate a forme modulari e a varietà algebriche su campi di numeri, famiglie di forme modulari e teoria di Hida.

### **Teorie di campo.**

Il gruppo di ricerca in Teorie di campo nell'ambito delle teorie di campo su spazio-tempo curvo, affronterà il problema dell'influenza della materia quantistica sulla curvatura in ambito semiclassico, utilizzando tecniche proprie delle algebre di operatori, che trovano applicazione anche nello studio della struttura quantistica dello spazio-tempo.