

DOTTORATO IN MATEMATICA ED INFORMATICA

PROGETTO ED OBIETTIVI DEL DOTTORATO

Testo in italiano

L'obiettivo principale del Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica è la formazione di figure professionali altamente qualificate, che possono essere impiegate in strutture di ricerca scientifica avanzata, sia di base sia applicativa, in diversi settori della matematica e dell'informatica e in diversi contesti, quali l'università, gli enti di ricerca, l'industria, la pubblica amministrazione, le società di servizi, la libera professione. Il dottorato si colloca attualmente a valle dei Corsi di Laurea Magistrale in Matematica ed in Informatica della Facoltà di SMFN e ne costituisce il naturale proseguimento; esso è motivato dall'esistenza, nell'ambito di queste aree di un comune approccio scientifico-metodologico che si intende sviluppare integrando le collaborazioni esistenti e favorendone ulteriori sviluppi.

Il Dottore di Ricerca, al termine del programma proposto, dovrà:

- essere in grado di portare avanti un'attività di ricerca in autonomia e di produrre risultati originali e rilevanti;
- aver prodotto risultati scientifici meritevoli di presentazione a congressi e/o pubblicazione in riviste specializzate;
- aver maturato una buona esperienza espositiva e comunicativa tramite frequenti seminari e occasionale attività didattica;
- aver maturato una buona attitudine al lavoro di gruppo e all'interazione con altri ricercatori;
- aver maturato una buona capacità di lettura critica di testi scientifici e di comunicazione scientifica sia orale che scritta, anche in lingua inglese.

Al raggiungimento di tali obiettivi contribuirà in maniera significativa la collaborazione con le numerose istituzioni universitarie e di ricerca, italiane e straniere, presso le quali i dottorandi potranno trascorrere periodi di studio come pure l'interazione con il Centro di Calcolo Interuniversitario dell'Italia Nord-Orientale (CINECA) e l'INFN .

Testo in inglese

The main aim and objective of the Doctorate of Research in Mathematics and Informatics/Computer Science programme is the development of highly qualified professional individuals who can be fruitfully employed in advanced scientific research, both at a fundamental as well as at an applied level, in a variety of areas in Mathematics and

Informatics. These would typically include activity in universities, research institutes, industry, public administration as well as in independent commercial ventures. The present doctoral programme follows the successful completion of courses in the Laurea Magistrale in Matematica and that in Informatics of the Faculty of SMFN and is the natural continuation of the common scientific methodology of these which integrates existing collaborations and encourages further developments.

On completion of this Doctorate, a successful candidate is expected:

- * to be capable of independent research activity leading to relevant original results,
- * to have produced research articles of an appropriate level for publication in specialized journals and which are worthy of presentation at scientific meetings,
- * to have developed a high level in a variety of communication skills through participating in seminars and in the teaching of courses,
- * to have developed a wide range of interpersonal skills which are essential in group activity and interaction with other researchers,
- * to have the important capacity of critical appreciation and evaluation of scientific work and of scientific communication, including in English, of both verbal and written form.

To achieve these objectives, the collaboration of domestic and foreign institutions of research, including universities, will play a significant role offering the possibility of the doctoral candidate to spend periods of study with them. In addition, there will also be useful productive links with the institutions of Centro di Calcolo Interuniversitario dell'Italia Nord-Orientale (CINECA) and INFN.

DESCRIZIONE TEMATICHE DI RICERCA

1	<p><u>Algebre di Hopf e gruppi quantici</u></p> <p>Le problematiche che potranno essere affrontate sono tutte quelle che riguardano le algebre di Hopf e i gruppi quantici anche nelle loro applicazioni. In particolare tutte quelle collegate al progetto "Noncommutative Algebra and Geometry" nell'ambito dell'European Science Foundation e, fra queste, geometria non commutativa in relazione a proprietà geometriche dei gruppi quantici; geometria differenziale non commutativa; categorie monoidali e categorie braided, metodi omologici in tali categorie; metodi di bosonizzazione per la classificazione dei gruppi quantici.</p>
2	<p><u>Geometria algebrica proiettiva</u></p> <p>Il primo anno lo studente arricchirà le proprie conoscenze riguardo alle varietà algebriche, schemi, fasci e loro coomologia. Utilizzando questi ed altri strumenti verrà poi indirizzato verso lo studio di particolari classi di varietà proiettive (varietà di codimensione piccola, varietà con un nodo apparente, varietà di grado basso, varietà di Fano) sia dal punto di vista biregolare che birazionale.</p>
3	<p><u>Equazioni alle derivate parziali</u></p> <p>Problema di Cauchy per equazioni iperboliche lineari e non lineari con particolare attenzione al caso di coefficienti non regolari. Problema di Cauchy per equazioni non kowalevskiane non lineari generalizzanti l'operatore di Schroedinger; caso di coefficienti con regolarità meno di C^1 nella variabile tempo.</p> <p>Ipoellitticità di equazioni non ellittiche non lineari. Condizioni di risolubilità per equazioni non lineari e per sistemi. Applicazioni dei risultati al problema dell'immersione di varietà CR.</p> <p>Soluzioni deboli di sistemi iperbolici di leggi di conservazione in una variabile spaziale: esistenza globale e dipendenza continua dai dati. Applicazione a modelli iperbolici di transizioni di fase, di traffico veicolare, di combustione.</p> <p>Soluzioni rapidamente oscillanti e di piccola ampiezza di sistemi iperbolici non lineari, in una o più dimensioni di spazio: approssimazione viscosa, interazione con soluzioni deboli. Soluzioni di grande ampiezza.</p> <p>Equazioni delle onde non lineari con dati caratteristici. Equazioni della relatività generale</p>
4	<p><u>Termomeccanica dei continui</u></p> <p>Buona positura di problemi ai limiti per fluidi viscosi classici comprimibili ed incomprimibili, problemi a frontiera libera, stabilità e decadimento dell'energia per fluidi classici e non classici, modelli macroscopici del traffico stradale.</p>

5	<p><u>Storia delle matematiche</u></p> <p>Avviamento alla ricerca in storia delle matematiche e applicazioni in età moderna e contemporanea con particolare riferimento ai seguenti temi:</p> <p>Analisi e fisica matematica nell'età dell'Illuminismo</p> <p>Fondamenti dell'analisi tra Ottocento e Novecento</p> <p>Matematica e Istituzioni scientifiche in Europa</p> <p>Applicazioni delle matematiche alla regolazione dei fiumi.</p>
6	<p><u>Modellistica e simulazione</u></p> <p>Modelli di equazioni alle derivate parziali per fenomeni che coinvolgono processi di trasporto ed interazione (gas granulari, traffico stradale, gas rarefatti, fisica dei plasmi, modelli di reddito). Modelli di polimerizzazione (in collaborazione con la BASSELL). Simulazioni numeriche dei relativi modelli.</p> <p>Studio delle classi di algoritmi, delle tecniche di simulazione e dei sistemi di calcolo necessari per lo studio numerico di sistemi, di interesse fisico, biologico, ingegneristico, economico, la cui complessità rende impossibile un trattamento con tecniche di tipo analitico.</p>
7	<p><u>Reti di calcolatori</u></p> <p>Studio dell'applicazione flessibile delle tecnologie di rete sia tradizionali sia wireless, delle applicazioni distribuite su reti locali e geografiche (con particolare attenzione alle prestazioni e ai problemi di affidabilità), delle metodologie di accesso e condivisione di risorse in rete.</p> <p>Progettazione, analisi di comportamento ed ottimizzazione del traffico di reti geografiche</p>
8	<p><u>Grid Computing, Cloud Computing</u></p> <p>Studio delle architetture di calcolo altamente distribuite (Computer Grid, Cloud Computing) con particolare riferimento a : meccanismi per gestire la qualità dei servizi in ambito, gestione del load balancing di attività in esecuzione su larga scala, misure di parametri di prestazioni, interface per la sottomissione trasparente sulle infrastrutture distribuite.</p> <p>** Sviluppo di codice mobile per la programmazione e gestione dei sistemi distribuiti.</p> <p>* Analisi e sviluppo di progetti mirati alla realizzazione di framework distribuiti per applicazioni scientifiche ed industriali.</p> <p>Studio e sviluppo di applicazioni scientifiche (simulazioni, analisi di dati sperimentali) su infrastrutture di calcolo distribuite geograficamente.</p>

9	<u>Architetture parallele</u> Definizione, analisi, modellazione e stima (analitica e numerica) di prestazioni per architetture di calcolo di tipo massicciamente parallelo, con particolare enfasi sulle metodologie che permettono di definire architetture ottimali per uno specificato ambito applicativo
10	<u>Sicurezza delle reti di calcolatori</u> Analisi dei principali problemi relativi al collegamento di computer in rete e verso internet, studio delle caratteristiche di vulnerabilità dell'insieme dei protocolli di rete. Tecniche di analisi di autenticità, affidabilità, integrità dei dati, Metodi di protezione, cifratura, controllo di autenticità e integrità nelle comunicazioni
11	<u>Ottimizzazione numerica</u> Un'ampia varietà di problemi del mondo reale possono essere formulati matematicamente come problemi di programmazione matematica lineare o non lineare, vincolata o non vincolata. Saranno studiati metodi numerici per NLP generali, anche non regolari, e per rilevanti classi di problemi specializzati. Sarà sviluppato software scientifico di ricerca che implementa i metodi studiati, sia in ambienti di calcolo standard che in ambienti di calcolo ad alte prestazioni. I codici saranno testati su differenti applicazioni, che provengono principalmente dall'Ingegneria e dalle Scienze della Vita.

FIGURA PROFESSIONALE DI ALTA QUALIFICAZIONE CHE IL DOTTORATO INTENDE FORMARE

Il Dottorato di ricerca in Matematica e Informatica è finalizzato alla formazione di figure professionali di elevata qualificazione, atte a svolgere attività di ricerca nei diversi settori della Matematica e dell'Informatica.nf

Tali figure professionali dovranno avere acquisito le competenze necessarie per essere in grado di:

- *esercitare attività di ricerca specifica e qualificata in autonomia e produrre risultati originali e rilevanti in un determinato settore dell'informatica o della matematica pura o applicata;*
- *concepire e realizzare progetti di ricerca applicata e/o di innovazione tecnologica;*
- *calare la propria formazione avanzata in una realtà industriale o applicativa;*
- *svolgere attività di ricerca in modo collaborativo, all'interno di progetti e strutture che richiedano l'interazione con altri ricercatori;*
- *leggere criticamente la letteratura tecnico-scientifica del proprio settore e di comunicare efficacemente le metodologie ed i risultati della propria attività scientifica.*

Gli sbocchi occupazionali sono molteplici:

- *Università ed enti di ricerca,*
- *industria,*
- *pubblica amministrazione,*
- *società di servizi,*
- *libera professione.*

In tutti questi ambiti, vi è un'indubbia necessità di figure professionali di elevata qualificazione nel settore informatico e matematico, in grado di esercitare attività di ricerca specifica e qualificata e/o in grado di concepire e realizzare progetti di ricerca applicata e di innovazione tecnologica.