

## **CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN MATEMATICA E INFORMATICA DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA**

### **VERBALE DELL'INCONTRO DI CONSULTAZIONE CON LE PARTI INTERESSATE RENDE, 17/04/2024**

Il giorno 17 aprile 2024, alle ore 11:30, in modalità telematica tramite la piattaforma Google Meet, si è tenuto l'incontro di consultazione tra i responsabili del Corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica e le parti interessate di riferimento.

All'incontro sono presenti:

#### **Per il Corso di Dottorato di Ricerca**

- Prof. Francesco Calimeri, Coordinatore del Comitato di Indirizzo per il programma di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica;
- Prof. Giorgio Terracina, Coordinatore del Corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica.

#### **Per le parti interessate**

- Francesco Cauteruccio, Ricercatore presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica applicata/DIEM, Università di Salerno;
- Giuseppe Manco, Dirigente di Ricerca presso ICAR CNR;
- Stefano Ierace, Responsabile trasferimento tecnologico presso Consorzio Intellimech;
- Giuliano Gerardo Calabrese, Line Manager presso Lutech;
- Wolfgang Faber, Professor of Semantic Systems presso Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria.

Per giustificati motivi sono assenti Angelo Aloia, Innovation and Solution Manager presso Relatech, e Carlo Nitsch, Professore Ordinario presso Università di Napoli e Coordinatore Dottorato in Matematica e Applicazioni, membro INdAM.

Inoltre è presente il Dott. Guido Daniele Attanasi, Dipartimento di Matematica e Informatica, Unical, che svolge il ruolo di segretario verbalizzante.

Il Coordinatore del Comitato introduce la riunione e ricorda ai componenti i compiti principali del Comitato di indirizzo:

- facilitare e promuovere i rapporti tra università e contesto produttivo, avvicinando i percorsi formativi universitari alle esigenze del mondo del lavoro e collaborando alla definizione delle esigenze delle parti sociali interessate;
- monitorare l'adeguamento dei curriculum offerti dai corsi di studio sulla base delle indicazioni del mondo del lavoro;
- valutare l'efficacia degli esiti occupazionali.

#### **Il comitato ha discusso sui seguenti punti:**

1. La denominazione del Corso di Dottorato di Ricerca
2. Motivazioni alla base del programma di dottorato in Matematica e Informatica
3. Obiettivi generali e temi di ricerca
4. Posizionamento nel panorama nazionale dei programmi simili
5. Target dei potenziali dottorandi
6. Profilo culturale e professionale dei dottori di ricerca
7. Percorso di avviamento alla ricerca dei dottorandi
8. Progettazione del piano formativo
9. Attività dei dottorandi

## 10. Eventuali criticità rilevate e Azioni di miglioramento e/o correttive

Durante l'incontro, la discussione si è sviluppata punto per punto, nell'ordine suindicato. Di seguito riportiamo le considerazioni più significative emerse su ciascun tema.

### 1. La denominazione del Corso di Dottorato di Ricerca

La denominazione storica del Corso di Dottorato di Ricerca: "Dottorato di ricerca in MATEMATICA E INFORMATICA (PhD in MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE)" risulta essere ancora adeguata a parere di tutti i componenti.

### 2. Motivazioni alla base del programma di dottorato in Matematica e Informatica

L'istituzione di un corso di dottorato in Matematica e Informatica rappresenta un'esigenza di primaria importanza per il sistema accademico e di ricerca italiano, in considerazione del ruolo strategico che queste discipline assumono nello sviluppo scientifico, tecnologico e industriale del Paese.

La matematica e l'informatica sono discipline fondazionali che forniscono strumenti e metodologie per la risoluzione di problemi complessi in una varietà di campi, dalla fisica all'economia, dalla biologia all'ingegneria, natural language processing e, non ultimo, all'intelligenza artificiale; la ricerca in questi settori è in continua evoluzione e produce risultati di grande rilevanza scientifica e applicativa. Inoltre, in ambito manifatturiero e industriale in generale (anche tra le piccole e medie imprese), dove in passato i profili con formazione puramente matematica erano poco frequenti, c'è una crescente richiesta di competenze matematiche in senso lato, rendendo quindi la formazione offerta dal percorso di Dottorato in Matematica e Informatica un'opportunità per rispondere a tali nuove esigenze. Un corso di Dottorato in Matematica e Informatica permette dunque di formare ricercatori altamente qualificati in grado di contribuire al progresso scientifico e di competere a livello internazionale e di rispondere alle esigenze del sistema accademico di ricerca e industriale.

Il corso di dottorato, dunque, viene visto naturalmente come estensione delle lauree in Matematica e Informatica e, a parere del comitato, è importante mantenere e rafforzare il collegamento con l'ambito industriale. Si sottolinea che le tematiche trattate durante il corso di dottorato dovrebbero tenere debitamente in conto lo sviluppo di competenze trasversali sulla modellazione della conoscenza, la scelta degli algoritmi da adottare nella risoluzione dei problemi complessi, quali ad esempio natural language processing e linguistica computazionale, oltre che gli argomenti specialistici tipicamente trattati in un percorso dottorale.

Si evidenzia inoltre, che insieme alla recente crescita della rilevanza internazionale dell'Università della Calabria, il corso di dottorato contribuirà ad attrarre studenti di talento da tutto il mondo migliorando dunque ulteriormente la visibilità internazionale del sistema accademico Italiano in generale e dell'Università della Calabria in particolare. Infine, il corso di dottorato in Matematica ed informatica ha l'opportunità di svolgere un ruolo di trait d'union tra le attività di ricerca in ambito AI e Data Science svolte per lo più in grandi compagnie e l'accademia, nonché le piccole e medie imprese.

### 3. Obiettivi generali e temi di ricerca

Il Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica mira a fornire una conoscenza approfondita degli strumenti essenziali per svolgere attività di ricerca e/o di trasferimento tecnologico in discipline informatiche e matematiche ed è finalizzato alla formazione di ricercatori e professionisti altamente qualificati. Il progetto mira a formare dottori che si caratterizzeranno come ricercatori in ambito universitario o in Enti di ricerca pubblici e privati, o come esperti di alto profilo professionale di tipo industriale in aziende private, con speciale enfasi sulle filiere dell'ICT e sulle tematiche dell'intelligenza artificiale, big data analytics, knowledge management, ottimizzazione e logistica.

Un corso di dottorato non può non avere lo sguardo fisso sulle tematiche di ricerca di frontiera, quali ad esempio la linguistica computazionale, la computer graphics, la percezione multimodale, o il LWMs (large whatever models), che formeranno le basi delle applicazioni del futuro.

Il comitato esprime apprezzamento per il fatto che il dottorato preveda periodi formativi presso Università straniere, Enti e/o Strutture di Ricerca (italiani o stranieri) di durata non superiore a 18 (diciotto) mesi (per i dottorati co-tutela o con università estere), un periodo formativo di 3 (tre) mesi all'estero obbligatorio, periodi di stage presso Enti e/o Strutture di Ricerca (italiani o stranieri) e presso strutture private, secondo le convenzioni già stipulate o in via di stipula. Si sottolinea che, sulla base delle regolamentazioni vigenti, i dottorandi avranno l'obbligo di conseguire un minimo di

24 CFU in 3 anni. Di questi, un minimo di 18 CFU dovrà essere assolto nell'ambito della didattica specialistica del proprio Dottorato ed un minimo di 6 CFU come didattica trasversale, o non strettamente correlata, ed erogata nell'ambito del Catalogo di Ateneo.

#### **4. Posizionamento nel panorama nazionale dei programmi simili**

La formazione dottorale UniCal è coerente con i principi e gli indirizzi condivisi a livello europeo in linea con quanto riportato nel D.M. 226/2021 e contribuisce alla realizzazione dello Spazio Europeo dell'Istruzione Superiore (European Higher Education Area - EHEA) e dello Spazio Europeo della Ricerca (Europea Research Area - ERA).

Dal 2021, inoltre, l'Ateneo ha iniziato a progettare e realizzare il Piano di Azione triennale, nell'ambito del progetto UniCal longs 4 Excellence, utile a implementare concretamente i principi stabiliti dalla Carta Europea dei Ricercatori e dal Codice di Condotta per il Reclutamento dei Ricercatori (C&C), che include l'ambito dei dottorandi di ricerca. Tale impegno ha permesso all'Ateneo nel 2022 di accreditarsi come Istituzione Europea assegnataria del sigillo "HR Excellence in Research".

In questo contesto, il corso di dottorato in Matematica e Informatica dell'Università della Calabria si posiziona molto favorevolmente rispetto ai corsi di dottorato simili presenti negli altri atenei italiani. Tuttavia, è bene sottolineare che le recenti evoluzioni normative a livello nazionale relative alla strutturazione del percorso formativo, se da una parte regolamentano e quindi favoriscono una certa omogeneità nel panorama nazionale, dall'altra riducono i margini precedentemente disponibili per la costruzione di percorsi formativi totalmente individuali orientati alla specificità della ricerca di ciascun dottorando.

Il comitato riconosce all'unanimità i seguenti punti di forza del corso:

- **Qualità della ricerca:** Il Dipartimento di Matematica e Informatica (DeMaCS) dell'Università della Calabria è un centro di ricerca di eccellenza, con una forte tradizione in entrambi i campi. I componenti del collegio sono attivi a livello internazionale e vantano pubblicazioni su riviste prestigiose. Molti di loro hanno ricevuto importanti riconoscimenti a livello internazionale. Il DeMaCS è stato recentemente classificato tra i migliori dipartimenti di Matematica e Informatica in Italia.
- **Qualità e varietà dell'offerta formativa:** Il corso offre una vasta gamma di insegnamenti, coprendo tutti gli aspetti della matematica e dell'informatica. Gli studenti hanno inoltre l'opportunità di partecipare a seminari, workshop e conferenze organizzati in Ateneo, sia dal DeMaCS che da altre strutture.
- **Internazionalizzazione:** Il corso è aperto a studenti provenienti da tutto il mondo e offre diverse opportunità di mobilità internazionale.
- **Collegamento con il mondo del lavoro e il sistema produttivo:** il DeMaCS ha stretti legami con il mondo del lavoro, sia nel settore pubblico che in quello privato. Questo permette ai dottorandi di svolgere attività di ricerca presso aziende e enti di ricerca nazionali ed internazionali di prestigio.

#### **5. Target dei potenziali dottorandi**

I potenziali dottorandi in Matematica e Informatica possono essere suddivisi in due macro-categorie:

- **Studenti in uscita da corsi di laurea magistrale in Matematica e Informatica:** Laureati in Matematica, Informatica, Ingegneria Informatica o discipline affini appassionati di ricerca e con una forte motivazione a svolgere un dottorato per acquisire competenze specifiche sulla ricerca scientifica e, in generale, per allargare e rafforzare le proprie competenze. Ci si aspetta che siano in possesso di una solida preparazione in Matematica e Informatica e desiderosi di approfondire le loro conoscenze in un campo specifico di ricerca.
- **Professionisti del settore:** Si tratta in questo caso di laureati in Matematica, Informatica, Ingegneria Informatica o discipline affini in possesso di esperienza lavorativa nel settore IT. Sono di norma motivati ad acquisire un titolo di dottorato per migliorare le loro opportunità professionali ed interessati a svolgere ricerca applicata in collaborazione con aziende o enti di ricerca.

La strategia per raggiungere i target identificati è basata su una strategia di comunicazione e promozione multicanale che prevede: sito web del dottorato, eventi di presentazione (inclusi gli eventi di orientamento e placement per gli studenti magistrali), eventi di divulgazione, in cui docenti e dottorandi tengono seminari e workshop su tematiche di interesse per i potenziali dottorandi. Tra le opzioni, il comitato fa emergere anche la possibilità di prevedere percorsi dottorali con incrementi di borsa, eventualmente co-finanziati dalle aziende, come avviene in altre realtà accademiche a livello nazionale.

Infine, il comitato suggerisce l'istituzione di commissioni specifiche per il raggiungimento dei vari target, tra cui una commissione internazionalizzazione per attrarre un maggior numero di studenti internazionali di qualità, ed una commissione didattica che curi tutti gli aspetti inerenti il percorso formativo in senso stretto.

## 6. Profilo culturale e professionale dei dottori di ricerca

Il Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica è finalizzato alla formazione di ricercatori e professionisti altamente qualificati in discipline informatiche e matematiche. La strutturazione del percorso permette la formazione di professionalità dotate di autonomia e capacità critiche che si collegano anche al mondo del lavoro sia nella ricerca scientifica che nell'imprenditoria e nella creazione di impresa. In particolare, i percorsi formativi mirano ad un rapido inserimento nel mercato del lavoro, che oggi è sempre più alla ricerca di figure professionali con una formazione informatica che sappia coniugare competenze specialistiche ad una solida preparazione di base matematica. I futuri dottori di ricerca saranno in grado di intraprendere una carriera accademica in qualità di ricercatore o docente in Italia o all'estero, di svolgere un ruolo altamente qualificato nelle attività di ricerca e sviluppo in aziende pubbliche e private con competenze sulle tematiche dell'intelligenza artificiale, big data analytics, natural language processing, knowledge management, ottimizzazione e logistica. Infine, i futuri dottori di ricerca potranno ovviamente dedicarsi alla didattica presso le scuole superiori.

## 7. Percorso di avviamento alla ricerca dei dottorandi

Il percorso di avviamento alla ricerca per dottorandi in Matematica e Informatica è un momento fondamentale per l'acquisizione delle competenze necessarie per svolgere attività di ricerca in modo autonomo e proficuo. I principali obiettivi del percorso sono: acquisire familiarità con le metodologie di ricerca, sviluppare capacità di analisi e critica, imparare a comunicare i risultati della ricerca, e costruire una rete di relazioni con altri ricercatori.

A tale riguardo, le principali attività perseguite dal percorso dottorale includono: partecipazione a seminari e corsi di formazione, svolgimento di attività di ricerca sotto la supervisione di un tutor, presentazione dei risultati della propria ricerca in occasione di convegni e workshop, partecipazione a progetti di ricerca, pubblicazione di articoli scientifici. Infine, il percorso formativo prevede corsi trasversali metodologici, quali ad esempio "Scientific Writing", "Research and Career Planning for Doctoral Students", e "English for academic skills" da seguire durante il primo anno per fornire autonomia agli studenti negli anni successivi del loro percorso.

## 8. Progettazione del piano formativo

Sulla base del percorso formativo esistente e dei commenti ricevuti dal comitato durante la discussione, si propone il seguente piano formativo:

Corsi specialistici ambito Informatico (ciascun corso 12 ore – 3 CFU):

- Advanced Methods, Tools and Applications for Artificial Intelligence
- Traditional and Emerging Methods for High Performance Computing
- Computer and Data Science Innovation in Multidisciplinary Areas
- Advanced Models and Methods for Knowledge Representation and Reasoning
- Advanced Topics in Theoretical Computer Science
- Advanced Learning Models and Methods

Corsi specialistici ambito Matematico (ciascun corso 12 ore – 3 CFU)

- Topics in Algebra
- Didactical aspects of Mathematics
- Topics in PDEs
- Interpolation and approximation with applications
- Optimization models and methods
- Differential and Algebraic Geometry
- Nonlinear Analysis
- Introduction to continuous time Markov processes and applications
- Topics in Mathematical Physics

Corsi trasversali

- Research and Career Planning for Doctoral Students (3 CFU)

- English for Academic Skills B2 (8 CFU)
- PhD3.0 Europrogettazione, Proprietà Intellettuale e Creazione d'impresa (Ariis)
- Corso su "Sustainability" - in fase di definizione da parte del Gruppo di Lavoro (GdL) Rete Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS)
- Scientific writing (3 CFU)

#### 9. Attività dei dottorandi

I dottorandi, quale parte integrante del progetto formativo, possono, previo nulla osta del Collegio dei docenti e sentito il Supervisore, svolgere attività di tutorato per gli studenti dei corsi di laurea e di laurea magistrale, nonché, entro il limite massimo di quaranta ore in ciascun anno accademico, attività di didattica integrativa.

Inoltre, i dottorandi possono:

- co-supervisionare, insieme al relatore principale, tesi di laurea triennale e magistrale;
- partecipare a seminari, workshop e conferenze organizzati dal Dipartimento o da altri enti, presentando i propri lavori di ricerca;
- essere coinvolti nell'organizzazione di workshop e conferenze con visibilità nazionale o internazionale;
- collaborare con aziende e enti di ricerca per applicare le loro conoscenze a problemi reali, anche nell'ambito di progetti finanziati;
- partecipare a progetti di public engagement per far conoscere al pubblico la scienza e la ricerca (si veda ad esempio eventi come SuperScienceMe e Pi Day organizzati dall'Unical);

#### 10. Eventuali criticità rilevate e Azioni di miglioramento e/o correttive

Riassumendo la discussione sui punti suesposti, tra le maggiori criticità si evidenzia la presenza di una programmazione didattica "Rigida", imposta a livello ministeriale, che limita la possibilità di prevedere un network di formazione di più ampio respiro rispetto, ad esempio, a quanto accade nei dottorati nazionali o nei programmi di altri paesi dove.

Altra criticità importante, da risolvere a livello di Ateneo, è la possibilità di incrementare l'importo della borsa per quegli ambiti, quali l'ICT, in cui la concorrenza delle grandi aziende rischia di ridurre il numero di candidati disponibili ad intraprendere un percorso di dottorato; analogamente la sovraburocratizzazione tipica del settore pubblico rischia anche qui di scoraggiare eventuali candidati.

**L'incontro si conclude alle ore 13:15.**

Il presente verbale sarà mandato a tutti i presenti a cura del Dott. Attanasi, previa sottoscrizione del Coordinatore del Comitato.

**Il Coordinatore del Comitato di Indirizzo  
per il programma di Dottorato di Ricerca  
in Matematica e Informatica**  
*Francesco Calimeri*