

## CURRICULUM VITAE DI ROBERTA DE LUCA

Nome e Cognome: Roberta De Luca

Nata a Napoli il 08.04.1984

Tel. +39081675736

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Dipartimento di Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli"

Via Cinthia, 80125, Napoli

E-mail: roberta.deluca@unina.it

Posta certificata: roberta.deluca@personalpec.unina.it

### POSIZIONE ATTUALE

Ricercatore a tempo determinato (tip. A) per il SSD MAT/07 presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II".

### FORMAZIONE

- Il 2 Febbraio 2011 ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Scienze Matematiche presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" presentando una tesi dal titolo "*Nonlinear stability of nonautonomous Lotka-Volterra models*" (Tutor: Prof. Salvatore Rionero);
- Il 18 Luglio 2007 ha conseguito il titolo di Dottore Magistrale in Matematica (curriculum analitico-modellistico) presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II", presentando una tesi dal titolo "*Il modello di FitzHugh-Nagumo per la trasmissione di impulsi nervosi*". Relatore: Prof. Salvatore Rionero, con votazione di 110/110 e lode;
- Il 19 Ottobre 2005 ha conseguito il titolo di Dottore in Matematica presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II", presentando una tesi dal titolo "*Principi variazionali del moto di un punto*". Relatore: Prof. Salvatore Rionero, con votazione di 110/110 e lode;
- Nel 2002 ha conseguito la maturità scientifica presso il liceo "Niccolò Copernico" di Napoli, con votazione di 100/100.

### RICERCATORE

Il 30 Dicembre 2016 ha stipulato un contratto di lavoro di diritto privato di natura subordinata, a tempo determinato, per lo svolgimento di attività di ricerca, di didattica, di didattica integrativa e di servizio agli studenti ai sensi dell'art. 24, comma 3, lett. a) della Legge n. 240/2010. Il settore concorsuale di riferimento è 01/A4 - Fisica Matematica. Sede: Dipartimento di Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli"

### ASSEGNO DI RICERCA

A Settembre 2011 è risultata vincitrice del concorso 4/ST/2011-6, emanato dal Polo delle Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", per l'Assegno di Ricerca dal titolo "*Sistemi Dinamici non autonomi*", Settore Disciplinare MAT/07. La struttura sede della ricerca è stata il Dipartimento di Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli" (Responsabile di Ricerca Prof.ssa Florinda Capone). L'Assegno è stato rinnovato, di anno in anno, nei mesi di Novembre 2012, 2013, 2014 e 2015. Il termine dell'attività di ricerca relativa a tale Assegno, è stato il 31 Ottobre 2016.

## **DOTTORATO DI RICERCA**

La sottoscritta è stata ammessa al XXIII ciclo di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, di durata triennale, presso la facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II". Durante i tre anni di Dottorato, ha seguito i corsi previsti e superato con esito positivo i relativi colloqui di verifica. Sotto la direzione del Prof. S. Rionero, ha ultimato la tesi di Dottorato dal titolo "*Nonlinear stability of nonautonomous Lotka-Volterra models*", superando l'esame finale per il titolo di Dottore di Ricerca in Matematica il giorno 2 Febbraio 2011, con giudizio favorevole da parte della Commissione Giudicatrice Nazionale.

## **PREMI E RICONOSCIMENTI**

- Il 5 Dicembre 2017 ha conseguito l'Abilitazione Scientifica Nazionale alle funzioni di Professore Universitario di seconda fascia nel settore concorsuale 01/A4 - Fisica Matematica;
- Il 6 Dicembre 2017 è risultata destinataria del "Fondo per il finanziamento delle attività base di ricerca" FFABR (Art. 1, commi 295 e seguenti della Legge 11 Dicembre 2016 n. 232);
- Da Maggio 2011 ad Ottobre 2013 è stata cultrice della materia in Fisica Matematica (MAT/07) presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II", Facoltà di Ingegneria.

## **PROGETTI DI RICERCA**

- Responsabile Scientifico del Progetto Giovani G.N.F.M. 2013 dal titolo "Moti fluidi di miscele in strati porosi, immersi in campi termici non isotermi". Durata del Progetto: Aprile 2013 - Aprile 2014 (12 mesi);
- Componente del Progetto di Ricerca Programma F.A.R.O. (Finanziamenti per l'avvio di ricerche originali, III tornata) "Controllo e stabilità di Processi diffusivi nell'Ambiente", Polo delle Scienze e Tecnologie, Università degli Studi di Napoli "Federico II". Durata del Progetto: Aprile 2012-Ottobre 2013 (18 mesi). Responsabile Scientifico: Prof.ssa Florinda Capone.
- Componente del Progetto Giovani G.N.F.M. 2009 dal titolo "Dinamica di sistemi complessi con applicazioni in biologia ed economia". Responsabile Scientifico: Prof. Bruno Buonomo;
- Componente del Progetto Giovani G.N.F.M. 2012 dal titolo "Analisi e controllo di processi di diffusione" Responsabile Scientifico: Prof. Bruno Buonomo.
- Componente del Progetto Giovani G.N.F.M. 2015 dal titolo "Dinamica dei sistemi complessi infinito dimensionali con applicazioni in Fluidodinamica, Economia e Biologia". Responsabile Scientifico: Dott.ssa Isabella Torcicollo
- Componente del Progetto Giovani G.N.F.M. 2017 dal titolo "Comportamenti emergenti ed auto-organizzazione in sistemi iperbolici di reazione-diffusione in ambito biologico ed ecologico". Responsabile Scientifico: Dott. Giancarlo Consolo
- Componente del Progetto Giovani G.N.F.M. 2018 dal titolo "Analisi dei sistemi biologici complessi". Responsabile Scientifico: Dott. Luigi Frunzo.

## **ATTIVITA' ORGANIZZATIVA**

Membro del Comitato Organizzatore per il Workshop "Recenti progressi nella Teoria della Termodinamica e della Stabilità" svolto presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" il 18 Ottobre 2013 e realizzato nell'ambito del Progetto F.A.R.O. "Controllo e stabilità di processi diffusivi nell'ambiente" (Responsabile Scientifico: Prof.ssa Florinda Capone).

## APPARTENENZA AD ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE

- Da gennaio 2008 è membro del Gruppo Nazionale per la Fisica Matematica (G.N.F.M.) dell'Istituto di Alta Matematica "Francesco Severi" (INdAM);
- Da gennaio 2015 è membro dell'Unione Matematica Italiana (UMI).

## ATTIVITÀ DIDATTICA

- Incarico di docenza in "Fisica Matematica" per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale della Logistica e della Produzione dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (9CFU), a.a. 2017/18;
- Incarico di docenza in "Fisica Matematica" per il Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (9CFU), a.a. 2017/18;
- Incarico di docenza in "Fisica Matematica" per il Corso di Laurea in Ingegneria Chimica dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (9CFU), a.a. 2017/18;
- Incarico di docenza in "Fluidodinamica" per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (6CFU), a.a. 2017-18;
- A Novembre 2016 è risultata vincitrice per l'affidamento di un incarico di docenza in "Fisica Matematica" per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale della Logistica e della Produzione dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" (9CFU), a.a. 2016/17;
- Negli a.a. 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 ha svolto attività didattica sussidiaria ed integrativa nel corso di studio di "Fisica Matematica" (Gruppo 1) per il corso di laurea triennale in Matematica dell'Università degli studi di Napoli "Federico II", tenuto dalla Prof.ssa F. Capone, per un numero di 50 ore annue. Tale attività didattica è stata svolta in conformità a quanto previsto dall'art. 4 comma 6 del Regolamento per il conferimento di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca, emanato con DR/2011/975 del 21/04/2011.
- Il 17 Maggio 2011 ha ottenuto un incarico di docenza in matematica a supporto del Corso di preparazione per l'accesso alle facoltà a numero programmato, da parte del Centro di Ateneo per l'Orientamento, la Formazione e la Teledidattica (SOFTel), per il periodo di Luglio-Agosto 2011;
- Il 23 Aprile 2010 è risultata vincitrice di un Contratto di collaborazione per prestazione di lavoro occasionale riguardante il "Supporto didattico al Corso di Fisica Matematica (MAT/07) per l'Ingegneria Meccanica" nell'ambito del Protocollo Attuativo tra l'Ateneo Federico II (Facoltà di Ingegneria) e le Società FIREMA S.p.A., Ansaldo Breda S.p.A. e l'Unione Industriali di Napoli. Il contratto è stato svolto nel periodo Settembre-Dicembre 2010.

## SCUOLE E CONVEGNI

### SCUOLE

Ha partecipato alle seguenti scuole:

1. Scuola estiva "Topics on Partial Differential Equations", Napoli, Complesso Universitario Monte S. Angelo, Giugno 11-18, 2008;
2. "XXXIII scuola estiva di Fisica Matematica", Ravello, Settembre 8-20, 2008, dove ha tenuto un seminario dal titolo "*An introduction to smectics*";
3. "XXXIV scuola estiva di Fisica Matematica", Ravello, Settembre 14-26, 2009, dove ha tenuto un seminario dal titolo "*Stroh formalism: Interface waves*";

4. “XXXV scuola estiva di Fisica Matematica”, Ravello, Settembre 13-25, 2010, dove ha tenuto un seminario dal titolo “*A two-phase traffic model connected with a microscopic follow-the leader model*”;
5. “XXXVIII scuola estiva di Fisica Matematica”, Ravello, Settembre 16-28, 2013, dove ha tenuto un seminario dal titolo “*Nonlinear stability for vertical constant throughflows in porous media*”;
6. “XXXIX scuola estiva di Fisica Matematica”, Ravello, Settembre 8-27, 2014, dove ha tenuto un seminario dal titolo “*Ultimately boundedness and non linear stability for vertical flows in porous media*”.

## CONVEGNI

Ha partecipato ai seguenti convegni nazionali e internazionali:

- “International Conference on New Trends in Fluid and Solid Models”, Vietri (SA) dal 28-02 al 01-03, 2008, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*On the nonautonomous Lotka-Volterra systems*”;
- “II International Conference on New Trends in Fluid and Solid Models”, Vietri (SA), 19-21/03/2009, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*New results on the stability of non autonomous generalized Lotka-Volterra systems*”;
- “III International Conference on New Trends in Fluid and Solid Models”, Vietri (SA), 18-20/03/2010, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Stability of a nonautonomous system, with high nonlinearity, generalizing the Lotka-Volterra model*”;
- “XVI Conference on Waves and Stability in Continuous Media ” (Wascom 2011), Brindisi, 12-18/06/2011, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*On the asymptotic stability of predator-prey model with mutual interference*”;
- “Assemblea Scientifica GNFM 2012” Montecatini, 4-6/10/2012, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Sull’insorgere della convezione in miscele triple saturanti strati porosi, in presenza di rotazione e legge di Brinkman*”
- “XVII Conference on Waves and Stability in Continuous Media ” (Wascom 2013), Levico Terme (TN), 17-21/06/2013, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*On the non-linear stability of non constant throughflows in porous media*”;
- “Assemblea Scientifica GNFM 2014” Montecatini, 15-17/05/2014;
- “Seventh China-Italy Colloquium on Applied Mathematics” (CICAM 7), Palermo, 8-11/9/2014, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Effect of diffusion on the stability of equilibria in a PDE system modeling Cholera epidemic*”;
- “XVIII Conference on Waves and Stability in Continuous Media ” (Wascom 2015), Cetraro (CS), 1-05/06/2015, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Asymptotic stability of rotating diffusive convective Navier-Stokes fluid mixture, heated from below and salted from above and below, via the Auxiliary System Method*”;
- “Assemblea Scientifica GNFM 2015” Montecatini, 22-24/10/2015, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Effetto dell rotazione sulla convezione doppia di Bènard*”;

## PARTECIPAZIONE A CONVEGNI SU INVITO

- “Eighth China-Italy Colloquium on Applied Mathematics” (CICAM 8), Pechino (Cina), 20-24/9/2016, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Nonlinear longtime behaviour of salted rotating layers*”.
- “Current Problems in fluid-dynamics and non-equilibrium thermodynamics”. Bressanone (BZ), 18-20/12/2014, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*“Cold convection” and global nonlinear stability of throughflows in porous media*”.

- “Giornata della Ricerca in “Pure and Applied Mathematics” ”, organizzata dal Dipartimento di Matematica e Applicazioni “R. Caccioppoli” dell’Università degli Studi di Napoli “Federico II” presso il Complesso Monte Sant’Angelo, Napoli, il 18/06/2014. Titolo della comunicazione scientifica: “*On the evolution of nonlinear reaction-diffusion systems with applications to: porous media, nonautonomous systems, SEIR and Cholera models*”;
- “IV International Conference on New Trends in Fluid and Solid Models”, Vietri (SA), 4-6/04/2013, dove ha tenuto una comunicazione scientifica dal titolo “*Throughflows in porous media: ultimately boundedness and nonlinear stability*”.

#### PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

- [1] De Luca R., Rionero S., *On the Nonautonomous Lotka-Volterra Systems*. In: New Trends in Fluid and Solid Models. World Scientific. Proceedings of the International Conference in Honour of Brian Straughan. Held 28 February-1 March 2008 in Vietri sul Mare (SA), Italy. Edited by Michele Ciarletta (University of Salerno, Italy), Mauro Fabrizio (University of Bologna, Italy), Angelo Morro (University of Genoa, Italy), Salvatore Rionero (University of Naples), Vol. 1, (2009), pp. 49-55
- [2] De Luca R., *Nonlinear stability for a class of generalized Lotka-Volterra models*, Rendiconti dell’ Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, Vol LXXVII, (2010), pp. 117-132
- [3] De Luca R., *On the asymptotic stability of an Hassell predator-prey model with mutual interference*. Acta Applicandae Mathematicae, Vol. 122, Issue 1, (2012), pp. 191-204
- [4] De Luca R., *On the long-time dynamics of nonautonomous predator-prey models with mutual interference*. Ricerche di Matematica, Vol. 61, Issue 2, (2012), pp. 275-290
- [5] Capone F., De Luca R., *Ultimately boundedness and stability of triply diffusive mixtures in rotating porous layers under the action of Brinkman law*. International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 47, Issue 7, (2012), pp. 799-805
- [6] Capone F., De Luca R., *Onset of convection for ternary fluid mixtures saturating horizontal porous layers with large pores*. Rendiconti Lincei – Matematica e Applicazioni, Vol. 23, series 9, n.4, (2012), pp.405-428
- [7] Capone F., De Luca R., Rionero S., *On the stability of non-autonomous perturbed Lotka-Volterra models*. Applied Mathematics and Computation, Vol. 219, Issue 12, (2013), pp. 6868-6881
- [8] Capone F., De Luca R., Torricollo I., *Longtime behaviour of vertical throughflows for binary mixtures in porous layers*. International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 52, (2013), pp.1-7.
- [9] Capone F., De Cataldis V., De Luca R., *On the nonlinear stability of an epidemic SEIR reaction-diffusion model*. Ricerche di Matematica, Vol. 62, Issue 1, (2013), pp. 161-181
- [10] Capone F., De Cataldis V., De Luca R., Torricollo I., *On the stability of vertical constant throughflows for binary mixtures in porous layers*. International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 59, (2014), pp.1-8
- [11] Capone F., De Luca R., *On the stability-instability of vertical throughflows in double diffusive mixtures saturating rotating porous layers with large pores*. Ricerche di Matematica, Vol. 63, Issue 1, (2014), pp. 119-148
- [12] Capone F., De Luca R., *Global stability for a binary reaction-diffusion Lotka-Volterra model with ratio-dependent functional response*. Acta Applicandae Mathematicae, Vol. 132, Issue 1, (2014), pp. 151-163
- [13] Capone F., De Luca R., *Coincidence between linear and global nonlinear stability of non-constant throughflows via the Rionero “Auxiliary System Method”*. Meccanica, Vol. 49, Issue 9, (2014), pp. 2025-2036
- [14] Capone F., De Cataldis V., De Luca R., *On the stability of a SEIR reaction diffusion model for infections under Neumann boundary conditions*. Acta Applicandae Mathematicae, Vol. 132, Issue 1, (2014), pp- 165-176

- [15] De Luca R., *Global nonlinear stability and “cold convection instability” of non-constant porous through-flows, 2D in vertical planes*. Ricerche di Matematica, Vol. 64, Issue 1, (2015), pp. 99-113
- [16] Capone F., De Cataldis V., De Luca R., *Influence of diffusion on the stability of equilibria in a reaction-diffusion system modeling Cholera dynamic*. Journal of Mathematical Biology, Vol. 71, Issue 5, (2015), pp. 1107-1131
- [17] De Luca R., Rionero S., *Convection in multi-component rotating fluid layers via the Auxiliary System Method*. Ricerche di Matematica DOI: 10.1007/s11587-015-0251-y, (2016)
- [18] De Luca R., Rionero S., *Steady and oscillatory convection in rotating fluid layers heated and salted from below*. International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 78, (2016), pp. 121-130
- [19] Capone F., De Luca R.: *Porous MHD convection: effect of Vadasz inertia term*. Transport in Porous Media, Vol. 118, Issue 3, (2017), pp. 519-536
- [20] De Luca R., Rionero S., *Dynamic of rotating fluid layers:  $L^2$ -absorbing sets and onset of convection*. Acta Mechanica, Volume 228, Issue 11, (2017), pp. 4025-4037
- [21] Capone F., De Luca R.: *On the nonlinear dynamics of an ecoepidemic reaction-diffusion model*. International Journal of Non-Linear Mechanics, Volume 95, (2017), pp. 307-314

## ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca riguarda lo studio di proprietà qualitative, quali: andamento asintotico, stabilità/instabilità, esistenza di insiemi assorbenti per problemi di fluidodinamica e di biomatematica.

### Fluidodinamica

L'attività di ricerca in Fluidodinamica è volta allo studio di vari aspetti dell'insorgere della convezione termica. L'insorgere della convezione termica riguarda molti problemi in natura come, ad esempio, lo studio dei moti fluidi sotterranei, la diffusione di inquinanti nel sottosuolo, la formazione di temporali, lo studio dei modelli climatici, la propagazione dell'energia negli strati interni del Sole, ed è un fenomeno di notevole interesse nei processi industriali, in geologia, in astrofisica. Per tale motivo, tale fenomeno è ampiamente studiato in letteratura. Dal punto di vista matematico, studiare l'insorgere della convezione equivale ad analizzare la perdita della stabilità della soluzione di quiete (conduzione termica). Questo si verifica quando il numero termico di Rayleigh ( $R$ ) supera una soglia critica. Ad una prima approssimazione, trascurando i termini non lineari del modello matematico, si determina un valore critico  $R_L$ , superato il quale, la soluzione diventa instabile. La teoria lineare non fornisce però alcuna informazione sulla stabilità non lineare. Quando si tiene conto dei termini non lineari, è possibile determinare un altro valore critico  $R_N \leq R_L$  al di sotto del quale c'è stabilità non lineare. Inoltre la stabilità non lineare si ottiene, generalmente, considerando opportune restrizioni sui dati iniziali (stabilità locale). Se  $R_N < R_L$ , esiste un range di valori del numero termico di Rayleigh in cui c'è stabilità lineare e instabilità non lineare (si dice che esistono zone di instabilità sub-critica). Quando le soglie di stabilità lineare e non lineare sono quanto più vicine possibile – o addirittura coincidono – allora si è nelle condizioni migliori (visto che i dati iniziali non sono in genere controllabili), per le applicazioni al mondo reale. Ricordando che la soglia di stabilità non lineare è strettamente collegata al funzionale di Liapunov scelto per lo studio della stabilità, l'obiettivo della ricerca è quello di dimostrare l'assenza di instabilità sub -critiche e la coincidenza tra la soglia di stabilità lineare e non lineare, per ogni dato iniziale (stabilità non lineare asintotica globale).

I risultati scientifici relativi a tale studio, sono contenuti nei lavori [5], [6], [8], [10], [11], [13], [15], [17], [18], [19].

In particolare, in [5], [6], [8], [10], [11], [13], [15] è stato studiato l'insorgere della convezione naturale (convezione di Bènard) in strati porosi orizzontali uniformemente riscaldati dal basso, saturati da miscele fluide considerando diversi aspetti. Un mezzo poroso è costituito da cavità interconnesse (pori) attraverso cui può scorrere il fluido. Esempi di mezzi porosi sono: materiali da costruzione (sabbia, cemento, mattoni,

sassi, legno, marmo); tessuti biologici (pelle, ossa); schiume metalliche. I mezzi porosi sono impiegati nella costruzione di dispositivi per il trasferimento o la conservazione del calore, vengono studiati per stimare la propagazione sonora negli edifici e negli impianti di scarico, sono utilizzati per comprendere lo scioglimento dei ghiacci e il deposito di diossido di carbonio dovuti al riscaldamento globale, vengono analizzati per studiare la propagazione ondosa nei terremoti o per individuare giacimenti minerali al di sotto dei fondali marini. In [5] e [6], è stato analizzato l'effetto della rotazione uniforme dello strato attorno all'asse verticale e della legge di Brinkman (che sussiste per pori larghi). In particolare, in [5] è stato analizzato il caso più destabilizzante di uno strato salato dall'alto da due sali mentre in [6] è stato analizzato il caso di uno strato salato dal basso da un sale e dall'alto da un altro sale. In entrambi i casi, associando condizioni al bordo di tipo Dirichlet ed in accordo con i risultati sperimentali, sono state considerate soluzioni periodiche nelle direzioni orizzontali  $x$  e  $y$ . Attraverso l'introduzione di una particolare funzione di Liapunov legata agli autovalori del sistema lineare, sono state ottenute le migliori condizioni di stabilità non lineare globale che, a differenza di quelle già presenti in letteratura, oltre a essere sufficienti, sono anche necessarie a garantire la stabilità della soluzione di conduzione. Nel modello analizzato in [5], le condizioni di stabilità determinate sono risultate indipendenti dal numero di Prandtl del fluido. Nel modello analizzato in [4] invece è stata necessaria un'analisi dettagliata della condizione di stabilità al variare del numero di Prandtl, determinando di volta in volta la migliore condizione sufficiente per la stabilità non lineare. Gli effetti stabilizzanti della rotazione e del termine di Brinkmann, sono stati ricavati in forma chiusa e verificati attraverso simulazioni numeriche.

In [8], [10], [11], [13], [15], è stata analizzata la stabilità lineare e non lineare di soluzioni stazionarie diverse dalla quiete (*throughflows*). I *throughflows* si verificano ogni qual volta la soluzione di conduzione perde stabilità e vale il principio di scambio di stabilità forte. Tale problema, da anni, è stato il fulcro della ricerca di molti studiosi a causa delle notevoli applicazioni nel mondo reale. Tuttavia, gli effetti combinati della temperatura e delle concentrazioni saline, non erano mai stati studiati. I lavori [8], [10], [11], forniscono risultati originali sulla stabilità di *throughflows* verticali costanti in strati porosi orizzontali uniformemente riscaldati dal basso e salati da un sale. In particolare, il modello in [8] riguarda il caso di uno strato poroso orizzontale salato dal basso, mentre in [10] è stato esaminato il caso più destabilizzante di uno strato salato dall'alto da un sale. In entrambi i lavori sono stati determinati insieme assorbenti ed è stata dimostrata l'assenza di zone di instabilità sottocritica. In [11] è stato anche analizzato l'effetto della rotazione uniforme attorno all'asse verticale e della legge di Brinkman (per pori larghi).

I lavori [13], [15] riguardano l'analisi degli effetti della diffusività termica e del soluto non omogenee sulla stabilità di *throughflows* non costanti. La limitatezza delle soluzioni del sistema, cui sono state associate le condizioni al bordo di tipo Dirichlet, è stata dimostrata ricavando una stima puntuale. Attraverso un approccio che prevede l'utilizzo delle condizioni di Routh-Hurwitz, sono state determinate condizioni necessarie e sufficienti per la stabilità lineare e condizioni sufficienti a garantire la stabilità globale non lineare. In [15] è stata inoltre messa in evidenza un tipo di convezione, diversa da quella termica, indipendente dal gradiente di temperatura e chiamata "*cold convection*". La convezione fredda può verificarsi ogni volta che uno strato è salato dall'alto da uno o più sali.

In [17], [18], è stato analizzato il problema dell'insorgere della convezione termica in uno strato orizzontale uniformemente rotante attorno a una direzione verticale, riempito da una miscela fluida di tipo Navier-Stokes. Lo strato è riscaldato dal basso e salato parzialmente da sopra e parzialmente da sotto da più componenti chimiche. Attraverso l'*Auxiliary System Method* (introdotto da Rionero), è stato dimostrato che le condizioni che garantiscono la stabilità lineare implicano anche la stabilità non lineare globale e l'assenza di instabilità sotto-critiche. Tale risultato è stato ottenuto mediante una generalizzazione, in presenza di rotazione, del *Principio di Linearizzazione*: "il decadimento dell'energia lineare per ogni dato iniziale, implica il decadimento dell'energia non lineare ad ogni istante". I risultati sono stati applicati al problema classico di Bénard in [17]. In [18], la metodologia introdotta in [17] è stata utilizzata per studiare la convezione doppia in uno strato orizzontale, uniformemente rotante, riempito da una miscela fluida di tipo Navier-Stokes, riscaldato e salato dal basso da un sale. L'insorgere della instabilità non lineare attraverso moti stazionari (convezione stazionaria) o oscillatori (convezione di Hopf o oscillatoria), è stata caratterizzata in forma chiusa. Denotando rispettivamente con  $P_r$  e  $P_s$  i numeri di Prandtl del fluido e del sale, attraverso l'introduzione di un nuovo campo dipendente dalle perturbazioni della temperatura e del sale, sono state determinate in forma algebrica chiusa le condizioni che assicurano la stabilità della soluzione di quiete nei casi  $P_r = 1$ ,  $P_s = 1$  o  $P_r P_s = 1$ . Le condizioni che assicurano la stabilità lineare garantiscono anche la stabilità non lineare globale.

In [19] è stato analizzato l'effetto dell'inerzia sull'insorgere della convezione termica in un fluido elettricamente conduttore immerso in un campo magnetico esterno trasverso.

Attualmente, l'attività di ricerca è volta allo studio dell'effetto combinato di un campo magnetico trasverso e della rotazione uniforme sulla stabilità della conduzione termica.

## Biomatematica

Per quanto riguarda la biomatematica, l'attività di ricerca è volta allo studio della dinamica di sistemi preda-predatore e della diffusione di infezioni, sia studiando modelli ODE che modelli PDE.

Per quanto riguarda i modelli ODE, l'attività di ricerca si è incentrata su modelli *non autonomi* di tipo preda-predatore. Lo studio di tali modelli si rende indispensabile per poter superare i limiti dettati dalle ipotesi del modello classico (autonomo) di Lotka-Volterra. Infatti, in tale modello, l'indipendenza dei coefficienti dal tempo non offre la possibilità di evidenziare la dipendenza della dinamica da fattori quali, ad esempio, le variazioni climatiche ed i fenomeni di ritardo. Utilizzando il metodo diretto di Liapunov per sistemi nonautonomi, sono state determinate condizioni sufficienti a garantire la stabilità globale non lineare della posizione di equilibrio stazionaria biologicamente significativa (cfr. [1], [2], [3], [4], [7]). I modelli studiati in [1], [2], [7], sebbene generalizzino il modello classico non autonomo, non sono adatti a descrivere le interazioni tra alcune specie. Infatti nel 1951 M. Hussell, un ecologo, durante alcuni studi sulle api e farfalle, evidenziò che tali specie presentavano un comportamento anomalo: quando due o più predatori si incontravano, questi abbandonavano la preda. Per poter descrivere il suddetto fenomeno, Hussell propose un modello nel quale la *discovery area* (che misura l'abilità delle femmine predatrici di trovare e attaccare gli ospiti) non fosse costante, ma bensì fosse una funzione decrescente della densità dei parassiti. Utilizzando il metodo diretto di Liapunov per sistemi non autonomi, sono state determinate condizioni sufficienti ad assicurare la stabilità dell'equilibrio stazionario (cfr. [3]), e la stabilità delle soluzioni non stazionarie del modello (cfr. [4]). Dei risultati ottenuti - che migliorano quelli già presenti in letteratura - sono state effettuate simulazioni numeriche, utilizzando il programma *Mathematica*.

Per quanto riguarda i modelli PDE preda-predatore, in [12], è stato analizzato un modello reazione-diffusione per descrivere la predazione tra due specie nel caso in cui i predatori debbano competere per il cibo. In tal caso il funzionale di risposta adoperato è legato al rapporto tra la densità di popolazione delle prede e la somma delle densità delle due popolazioni. È stato dimostrato che le soluzioni del modello sono limitate e sono state determinate condizioni necessarie e sufficienti a garantire la stabilità globale nonlineare dell'equilibrio biologicamente significativo. Come evidenziato anche da simulazioni numeriche, tali condizioni migliorano quelle già presenti in letteratura.

Per quanto riguarda le ricerche effettuate sui modelli epidemiologici, sono stati analizzati diversi modelli di tipo reazione-diffusione (cfr. [9], [14], [16]). In particolare, in [9] e in [14] è stato analizzato un modello per la diffusione di malattie che presentano un periodo di incubazione (modelli SEIR). La popolazione è stata suddivisa in quattro classi disgiunte: i suscettibili (S), ovvero coloro che possono contrarre la malattia; gli esposti (E), ovvero coloro che si trovano nel periodo di incubazione; gli infetti (I), coloro che hanno contratto l'infezione; i rimossi (R), coloro che hanno rimosso l'infezione. Per poter tenere conto che la diffusione degli individui potesse essere legata alla ricerca di cibo, all'evasione da zone in cui c'è alto rischio di contrarre l'infezione, è stato supposto che le variabili S, E, I, R, dipendessero dallo spazio, oltre che dal tempo. Nel modello analizzato, il *tasso di incidenza* o *forza di infezione* è stato considerato non lineare. Associando al sistema condizioni al bordo di tipo miste (cfr. [9]) o di tipo Neumann (cfr. [14]) sono state dimostrate l'unicità delle soluzioni, l'esistenza di insiemi assorbenti, l'esistenza di equilibri sotto opportune condizioni. Utilizzando un particolare funzionale di Liapunov, sono state trovate condizioni necessarie e sufficienti per la stabilità non lineare dell'equilibrio endemico, per ogni dato iniziale.

Successivamente, in [16], è stato analizzato un modello per la diffusione di un'epidemia di Colera. La popolazione è suddivisa in tre classi disgiunte: S, i suscettibili; I, gli infetti ed R, i rimossi. L'evoluzione dell'epidemia di Colera è stata studiata tenendo conto dell'interazione della popolazione con la concentrazione di Vibrione di Colera in acqua contaminata (B). Inoltre, è stato supposto che le popolazioni S, I, R, B, potessero diffondere nell'ambiente. Il modello ammette due equilibri: il *disease-free equilibrium*, dove



tutta la popolazione è suscettibile e l'equilibrio endemico dove ci sono infetti. È stato dimostrato che, quando al modello si associano condizioni al bordo di tipo Neumann, la diffusione, fa sì che l'epidemia si stabilizzi più rapidamente all'equilibrio endemico (quando questo esiste). Per poter validare anche numericamente i risultati ottenuti, sono state effettuate delle simulazioni numeriche prendendo come dati quelli registrati durante l'epidemia di Colera in Haiti nel periodo Ottobre, 2010 - Marzo, 2012.

Attualmente, l'attività di ricerca in biomatematica è volta allo studio di modelli eco-epidemiologici. I modelli eco-epidemiologici sono modelli di tipo reazione-diffusione che riguardano la dinamica di popolazioni che presentano una malattia trasmissibile solo tra individui della stessa specie. Generalmente l'interazione tra le popolazioni è supposta di tipo preda-predatore e si suppone che una delle due specie sia infetta ma l'infezione non può essere trasmessa all'altra specie. La presenza di una malattia in una delle due specie, influenza gravemente la dinamica delle popolazioni e può avere importanti ripercussioni sull'ecosistema. Ad esempio, il *devil facial tumor disease* (DFTD), colpisce il diavolo della Tasmania dal 1996 e, fino al 2013, ha causato una riduzione della popolazione del 95%. L'estinzione dei diavoli della Tasmania non è l'unico problema. Infatti, poichè la malattia ha ridotto notevolmente le capacità dei predatori, i ricercatori hanno osservato la riduzione di un'altra specie: i gatti indigeni (quoll). Questo perchè i diavoli della Tasmania proteggono i quoll dalla predazione dei gatti selvatici. Quindi il problema di analizzare gli effetti di una malattia che colpisce una specie sulla dinamica delle popolazioni è di fondamentale importanza per comprendere l'evoluzione dell'ecosistema. Per tali problemi, l'attività di ricerca consiste nello studio del comportamento asintotico delle soluzioni, nella determinazione delle condizioni che assicurano la non esistenza di soluzioni stazionarie non costanti e nello studio della stabilità lineare e non lineare degli equilibri biologicamente significativi.

*La sottoscritta dichiara, sotto la propria responsabilità, che quanto affermato ed i dati riportati nel curriculum corrispondono a verità e si obbliga a provarlo mediante la presentazione di documentazioni (art. 46 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 445 del 28.12.2000).*

Napoli, 6.12.2017

Roberta De Luca