

CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM DI CHIARA BROFFERIO

Chiara Brofferio è professore associato presso il Dipartimento di Fisica dell' Università di Milano Bicocca dal 1 marzo 2006. E' titolare del corso di "Rivelatori di radiazioni" e del "Laboratorio di Misure Nucleari e Subnucleari" per la Laurea Specialistica in Fisica. In passato è stata titolare del corso di "Introduzione alla Fisica Nucleare" e del corso di "Complementi di Fisica ed Astrofisica Nucleare" per la Laurea Triennale in Fisica ed Astronomia, ed è stata responsabile del Laboratorio di Fisica Generale per la Laurea Triennale in Scienze Ambientali. E' ed è stata relatore di tesi di Laurea Triennale e Specialistica in Fisica, è stata membro della Commissione Didattica del corso di laurea (triennale e specialistica) in Fisica nel triennio 2004-2006 ed è membro del Collegio dei Docenti di Dottorato di Milano-Bicocca dal 1998.

Svolge esperimenti di fisica delle particelle senza acceleratori, basati sull'uso di bolometri, presso la sezione di Milano-Bicocca dell'INFN e presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, con particolare riguardo alla ricerca del Doppio Decadimento Beta. Ha contribuito a portare i bolometri ad un elevatissimo livello di precisione, realizzando rivelatori per raggi X e per particelle alfa con risoluzioni energetiche molto più elevate di quelle ottenibili con rivelatori convenzionali, e a realizzare i più massivi rivelatori bolometrici di raggi gamma. Fin dai primordi ha fatto parte del gruppo leader dell' uso di questa tecnica, oramai tra le più competitive, per esperimenti di studio del decadimento beta singolo e doppio.

Le sue competenze professionali spaziano pertanto dalla tecnologia del vuoto e delle temperature ultra basse alla progettazione, realizzazione, messa in opera ed ottimizzazione di rivelatori criogenici. Ha inoltre ampie competenze nel campo della radioattività naturale e della fisica del neutrino.

Dal 2004 al 2011 è stata coordinatore della parte di progetto, costruzione ed assemblaggio del rivelatore per CUORE, un esperimento di nuova generazione per eventi rari, nonché chair dello Speakers Board dal luglio 2009 a novembre 2011. Da novembre 2011 al maggio 2016 ha ricoperto prima la carica di Deputy Chair e poi di Chair del Collaboration Council. In questi ruoli ha dimostrato competenze organizzative e gestionali non solo all' interno della collaborazione, ma anche nei contatti con le Istituzioni finanziatrici e con ditte esterne. E' stata anche Responsabile Locale di 3 PRIN cofinanziati dal MIUR.

E' referee di riviste scientifiche internazionali e di progetti scientifici finanziati dall' INFN, dal MIUR e dall' NSF americano. E' stata membro del Conseil Scientifique du LPC, Caen (Francia) per il biennio 2006 - 2007 e del PAC dei Laboratori Nazionali del Sud dell' INFN per il periodo 2015-2021. Ha ricoperto dal 2009 al 2016 il ruolo di Coordinatore della linea Scientifica 2 dell'INFN per la Sezione di Milano-Bicocca.

Ha tenuto relazioni su invito a conferenze internazionali sul Decadimento Doppio Beta e sui rivelatori a basse temperature e sulle loro applicazioni, e numerose presentazioni su invito della propria attività di ricerca. E' autrice o co-autrice di circa 200 articoli su rivista scientifica o proceedings di conferenza, con un h-index di 30 (Scopus).

In fede

Prof. Chiara Brofferio

Milano, 27 ottobre 2022

Dott. Nicola Redaelli:

Curriculum Vitae et Studiorum

Dopo aver conseguito la Maturità Scientifica si è iscritto al corso di laurea in Fisica presso l'Università di Pavia dove ha frequentato il primo biennio, si è poi trasferito all'Università di Milano continuando gli studi in Fisica nel ramo generale con orientamento alla Fisica delle alte energie e alla strumentazione associata sostenendo i seguenti esami complementari :Istituzioni di Fisica Nucleare, Laboratorio del III anno: Tecniche di calcolo; Elettronica Nucleare, Laboratorio del IV anno: Fisica dei Plasmi, Fisica Nucleare e Fisica delle Particelle Elementari.

Laurea in Fisica conseguita presso l'Università di Milano il 28/3/1983, III sessione Anno Accademico 1981/1982, con il voto di 107/110.

Impiegato a tempo parziale in una ditta di meccanica di precisione dall' Aprile 1983 al Marzo 1985 con mansioni di sviluppo software per l' avanzamento e il controllo dei cicli di produzione.

Associato scientifico alla sezione INFN di Milano nel periodo 1982-1987.

Esercitatore durante l' anno Accademico 1983-1984 per il corso di Fisica del secondo anno della Facoltà di Informatica dell' Università di Milano.

Vincitore di una borsa di studio del CERN dal 15/4/1985 al 14/1/1988 nella divisione EF

(Experimental Facilities) ha lavorato nel gruppo di sviluppo dei rivelatori al Silicio.

Esercitatore durante l' anno Accademico 1988-1989 per il corso di Fisica delle Particelle Elementari del Dipartimento di Fisica dell' Università di Milano.

Vincitore di un concorso INFN per un posto di Collaboratore Tecnico Professionale con mansioni di ricercatore di cui al bando N. 1021/87, presso la sezione di Milano, assunto dall' INFN nel Gennaio 1988, successivamente inquadrato nel profilo di ricercatore.

Esercitatore durante l' anno Accademico 1992-1993 e 1993-1994 per il corso di Fisica delle Particelle Elementari del Dipartimento di Fisica dell' Università di Milano.

Professore a contratto per la Facoltà di Scienze dell' Università di Milano, per il corso di Laurea in Chimica per il corso integrativo del corso di Laboratorio di Fisica Generale del II anno: "Tecniche di misure elettroniche" per l' anno accademico 1993-1994, 1994-1995 e 1995-1996.

Vincitore del concorso per Primo Ricercatore INFN di cui al bando N. 8679/2001 e' stato inquadrato nel profilo di Primo Ricercatore INFN presso la Sezione di Milano nel mese di Marzo 2002.

Nel 2001 si trasferisce presso la sede INFN di Milano Bicocca

Docente del Dottorato di Ricerca in Fisica per l' anno accademico 2003-2004 e 2004-2005 presso il Dipartimento di Fisica "Giuseppe Ochialini" dell' Università degli studi di Milano Bicocca ha tenuto il corso del primo anno dal titolo:

"I Rivelatori di Particelle e la Fisica delle Alte Energie".

SIMONE GENNAI *Curriculum vitae*

Personal Data:

Name: Simone

Surname: Gennai

Education

- 2004: Ph.D. with honors (70/70 cum laude) at Scuola Normale Superiore. Title of the thesis: *Search of a graviscalar particle of the Randall Sundrum model with the CMS experiment at LHC*, supervisor: Prof. Lorenzo Foa'.
- 2000: Degree with honors (110/110 cum laude) in Physics at Università degli studi di Pisa. Title of the thesis: *Ricerca di bosoni di Higgs supersimmetrici con l'apparato CMS nei canali: $A \rightarrow Zh \rightarrow llbb$ e $H \rightarrow hh \rightarrow bbbb$* , supervisor: Prof. Rino Castaldi.

Positions

- 2020-present Primo Ricercatore at INFN Milano-Bicocca
- 2018 CERN Scientific Associate (starting February, 1st), 13 months term
- 2014 INFN funded CERN Associate (SimilFellow), 1 year term
- 2013 Obtained "Abilitazione per Professore Associato" (habilitation as Associate Professor)
- 2011-2020 Permanent researcher at INFN Milano-Bicocca
- 2012-2013 Marie Curie at CERN (as co-funded third year fellowship) till February, 1st, 2013
- 2010-2012 Fellowship at CERN (till February 1st, 2012), I have frozen the position for 4 months during this period to take service as INFN researcher.
- 2008-2010 Researcher (temporary term) at Scuola Normale Superiore.
- 2006-2008 Fermi's Grant, at the Centro Studi Enrico Fermi in Rome. The research program is: "Search of new Physics with the CMS detector", Supervisor: Prof. Lorenzo Foa'.
- 2004-2006 (Since July) 2-year Post-Doc position at the Scuola Normale Superiore in

Pisa. The research programme is titled: “Search for Extra Dimensions in CMS”. Supervisor: Prof. Lorenzo Foa’.

Coordination/Managerial Activity

2023-present	Milano Bicocca CMS Team Leaders
2020-2022	Trigger Officer in the Physics Coordination (from October 2020 for a 2-years mandate)
2016-2020	Trigger Co-coordinator. Confirmed for a second mandate till 31st of August 2020. (Level 1 managerial position in the CMS organization, started in September 2016)
2016-2018.	Coordinator of the CMS italian analysis groups
2015-2016	Member of the Trigger Office (Level 1 managerial position in the CMS organization)
2013-2014	Deputy of the Trigger Coordinator in CMS (Level 1 managerial position in the CMS organization)
2011-2012	Coordinator of the H->tautau analysis group in CMS (Level 3 managerial position in the CMS organization)
2011	Convener of the newly born Tau Id physics object group in CMS (Level 2 managerial position in the CMS organization)
2009-2010	Convener of the Particle Flow and Tau Id physics object group in CMS (Level 2 managerial position in the CMS organization)

Review and committees

2021	CMS Analysis Review Committee (ARC) chair for the analysis: MSSM H/A->tau tau search with full Run-2 data CMS Analysis Review Committee (ARC) member for the paper: "Identification of hadronic tau lepton decays with a deep neural network"
2020	CMS Analysis Review Committee (ARC) member for the analysis:

	SM H to tautau with full Run-2 data
2018	CMS Analysis Review Committee (ARC) Chair for the analysis: Dark Matter search with a mono-Higgs production and decay into a pair of tau leptons
2017	Referee of the projects for the young researchers program "Rita Levi Montalcini"
	ARC Chair of the analysis: Observation of the Standard Model Higgs boson decaying into a pair of tau leptons with the CMS data.
2016	Since when I was elected as Trigger coordinator I have also participated to the CMS Management Board.
	Scientific committee member for the national workshop on LHC Physics (LHCpp)
	Higgs session co-coordinator and BSM session chair for the national workshop on LHC Physics (LHCpp)
	Local contact for the italian scientific quality review (VQR) for INFN Milano-Bicocca
	ARC Chair for light Higgs bosons in NMSSM analysis with two muons and two taus in the final state
	ARC member for MSSM Higgs searches analyses with tau leptons in the final state.
2013	Internal (INFN) referee for FIRB projects
2012 - 2020	Representative of researchers for Milano-Bicocca (renewed for a second mandate)
	Referee for JHEP
2009	Convener of the Beyond Standard Model Physics for the Italian conference: Incontri sulla Fisica delle Alte Energie (IFAE)
2008	Co-convener of the new physics session for the national conference IFAE

CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM di SILVIA PENATI

Contents

1	ANAGRAFICA	3
2	PERCORSO STUDI E ATTIVITÀ LAVORATIVA	3
3	FINANZIAMENTI	3
4	ASSOCIAZIONI	4
5	RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI INTERNAZIONALI	4
6	ORGANIZZAZIONE DI CONFERENZE INTERNAZIONALI	5
7	INCARICHI DI COORDINAMENTO DELLA DIDATTICA	6
8	ALTRI INCARICHI ACCADEMICI	6
9	RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA PER ASSEGNI DI RICERCA	7
10	ATTIVITÀ DI REFEREE INTERNAZIONALE	8
11	COLLABORAZIONI	9
12	SEMINARI - RELAZIONI SU INVITO	10
13	ATTIVITA' DIDATTICA UNIVERSITARIA	12
13.1	TITOLARITÀ DI CORSI	12
13.2	CORSI AL DOTTORATO DI RICERCA	13
13.3	ATTIVITÀ DI AGGIORNAMENTO E DIVULGAZIONE SCIENTIFICA	13
14	ATTIVITA' COME RELATRICE DI TESI	14
14.1	TESI TRIENNALI	14
14.2	TESI DI LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE	15
14.3	TESI DI DOTTORATO	16
15	ATTIVITÀ DI RICERCA	18
15.1	TEORIE DI CAMPO SUPERSIMMETRICHE E TEORIE DI STRINGHE	18
15.1.1	Teoria delle stringhe e supergravità	18
15.1.2	Modelli meccanici per particelle di spin arbitrario	18
15.1.3	Modelli sigma bidimensionali accoppiati alla gravità	18
15.1.4	Teorie di campo supersimmetriche con materia scalare non minimale	18
15.1.5	Anomalia chirale in teorie di Yang–Mills supersimmetriche	19
15.1.6	Corrispondenza AdS/CFT: funzioni di correlazione per teorie supersimmetriche $\mathcal{N} = 4$ in 4d	19
15.1.7	Teorie di campo in geometria non commutativa	20
15.1.8	Teorie di campo quantistiche in superspazio nonanticommutativo	20
15.1.9	Teorie di campo supersimmetriche in 6D	21
15.1.10	Deformazioni marginali della corrispondenza AdS/CFT	21
15.1.11	Mesoni in teorie di Yang–Mills marginalmente deformate	21
15.1.12	Teorie di Chern–Simons con materia in tre dimensioni	22
15.1.13	T-dualità fermionica in modelli di superstringa	23
15.2	TEORIE CONFORMI E MODELLI INTEGRABILI	24
15.2.1	Sistemi integrabili in due dimensioni	24
15.2.2	Sistemi integrabili supersimmetrici e teorie topologiche	24

15.2.3 Sistemi integrabili con bordo 24

15.2.4 Teorie di campo bidimensionali integrabili con un numero infinito di risonanze 24

15.2.5 Flusso dimensionale da 4 a 2 dimensioni 25

16 LISTA DELLE PUBBLICAZIONI 26

1 ANAGRAFICA

Nome: Silvia Penati

Posizione attuale Professore I fascia nel settore concorsuale A2/02 (FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI), SSD FIS/02 (FISICA TEORICA MODELLI E METODI MATEMATICI) presso il Dipartimento di Fisica G. Occhialini, Università degli studi di Milano-Bicocca, piazza della Scienza 3, 20126 Milano.

2 PERCORSO STUDI E ATTIVITÀ LAVORATIVA

1979-1984 Laurea in FISICA, Università degli studi di Milano (110/110 e lode). : *Osservabili macroscopiche e processi stocastici generalizzati in meccanica quantistica*, (relatore prof.L.Lanz).

1985-1988 Dottorato di Ricerca in FISICA (II ciclo), Università degli studi di Milano. Tesi : *Su alcuni aspetti della teoria delle stringhe*, (tutore prof. L. Girardello).

1988-1992 Insegnante di ruolo per la classe di Fisica (in congedo per motivi di studio)

1988-1990 Borsa postdoc biennale alla Brandeis University, Waltham, USA.

1991-1992 Borsa di studio postdottorato a Milano.

1992-2003 In servizio come ricercatore, settore FIS02 (FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI), a partire dal 16/6/1992 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano e successivamente, dalla data della sua costituzione, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

1998-1999 Contratto semestrale come visiting professor presso la University of Maryland, College Park, MD, USA.

2003-2017 In servizio in qualità di professore di II fascia, settore concorsuale A2/02 (FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI), SSD FIS/02 (FISICA TEORICA MODELLI E METODI MATEMATICI), presso l'Università degli studi di Milano-Bicocca.

2012 Conseguimento dell'abilitazione nazionale a professore di I fascia, settore concorsuale 02/A2, Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali.

1 Novembre 2017 Presa di servizio come professore ordinario, settore concorsuale A2/02 (FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI), SSD FIS/02 (FISICA TEORICA MODELLI E METODI MATEMATICI), presso l'Università degli studi di Milano-Bicocca.

1 Aprile 2020 - 14 Giugno 2026 Visiting Professor presso la Faculty of Engineering and Physical Sciences, University of Surrey, UK.

3 FINANZIAMENTI

PRIN 1997, Teorie di campo e teorie di superstringhe

PRIN 1999, Aspetti perturbativi e non perturbativi in teoria di stringa e in teorie di gauge. Cosmologia di stringa.

PRIN 2001, Teorie di stringa e di gauge

PRIN 2003, Teorie di gauge e di stringa

PRIN 2005, Campi di gauge, stringhe e dualità

PRIN 2007, Campi di gauge, stringhe e dualità

PRIN 2009, Simmetrie dell'universo e delle interazioni fondamentali

1996-2000, TMR project "Quantum aspects of gauge theories, supersymmetry and unification"

2000-2004 - RTN project "The quantum structure of spacetime and the geometric nature of fundamental interactions"

2004-2008, RTN project "Constituents, Fundamental Forces and Symmetries of the Universe"

2013-2017, European COST Action MP1210, "The String Theory Universe", (**Chair e Grant Holder**).

2018, 2020 Quote premiali di Ateneo per progetti Europei ITN meritevoli, ma non finanziati.

4 ASSOCIAZIONI

Associazione all'INFN a partire dal 1985 e con incarico di ricerca dal 1993.

5 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI INTERNAZIONALI

2004-2008 Unimib contact person nel progetto europeo RTN MRTN-CT-2004-005104 "Constituents, Fundamental Forces and Symmetries of the Universe"

2013-2017 Chair dell'Azione COST MP1210 "The string theory Universe", durata 4 anni. L'Università di Milano-Bicocca è stata Grant Holder e la sottoscritta Chair e responsabile scientifico del Grant. Website:

http://www.cost.eu/domains_actions/mpns/Actions/MP1210

Progetto finanziato dall'Associazione COST all'interno dei programmi quadro FP7 e H2020. Con circa 600 persone affiliate e distribuite in diversi gruppi scientifici europei, è stato nel recente passato il progetto europeo di coordinamento scientifico più grande nel campo della fisica teorica delle interazioni fondamentali. I principali obiettivi raggiunti sono stati:

- Rinforzare e attivare collaborazioni scientifiche tra diversi gruppi Europei che lavorano nel campo delle stringhe e corrispondenza AdS/CFT, e loro applicazioni alla fisica delle interazioni fondamentali ad alta energia, materia condensata, buchi neri e cosmologia.
- Intensificare interazioni scientifiche e promuovere lo scambio di conoscenze e metodologie tra gruppi attivi nell'ambito della fisica teorica, ma appartenenti a comunità scientifiche diverse.
- Promuovere l'emergere di giovani talentuosi e sostenere la loro mobilità all'interno della comunità scientifica Europea.
- Promuovere l'emergere e la visibilità delle donne all'interno della comunità Europea di stringhe, comunità nella quale la percentuale di donne in accademia è attualmente meno del 10%.
- Potenziare attività di disseminazione scientifica a livello sia nazionale che internazionale.

L'Azione è stata monitorata da un rapporteur scientifico ricevendo sempre giudizi ottimi che hanno confermato il pieno raggiungimento degli obiettivi.

2022-2026 Responsabile scientifica del progetto MUSA-Spoke 6 task 2.4.6, "Creation of a think tank to promote gender equality in the District of University of Milano-Bicocca"

6 ORGANIZZAZIONE DI CONFERENZE INTERNAZIONALI

Nel recente passato sono stata **componente del comitato scientifico internazionale** delle seguenti conferenze/workshops:

- “The String Theory Universe – 19th European Workshop on String Theory, AEC Workshop and 1st COST MP1210 Meeting”, 2-6 Settembre 2013, Berna (<http://www.strings13.unibe.ch/>)
- Workshop “Black Holes and Quantum Information”, 12-17 Gennaio, 2014, The Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel (<http://www.weizmann.ac.il/stringuniverse/workshop>)
- Summer School on “String Theory and Holography”, 14-26 Luglio 2014, Lisbona/Porto (<http://faraday.fc.up.pt/cfp-pages/School/>)
- “2nd COST MP1210 Meeting and 20th European Workshop on String Theory and Conference of the MITP programme”, 22-26 Settembre 2014, Mainz (<https://indico.mitp.uni-mainz.de/event/15/>)
- “First Workshop on String Theory and Gender”, 6-7 Luglio 2015, Valencia (<http://www.uv.es/genderstring/>)
- “The String Theory Universe, 21st European string workshop and 3rd COST MP1210 meeting”, 7-11 Settembre 2015, Leuven (<https://iks32.fys.kuleuven.be/indico/event/29/>)
- “2nd Workshop on String Theory and Gender”, 9-10 Giugno 2016, Parigi (<https://indico.in2p3.fr/event/12356/>)
- Nel 2015 sono stata indicata nella lista originaria dei relatori su invito nell’application per un Workshop “New Developments in AdS3/CFT2 Holography” al Galileo Galilei Institute, Firenze. Il Workshop è stato approvato e si è tenuto nella primavera 2017.
- “First Workshop on High Energy Theory and Gender”, 26-28 Settembre 2018, CERN (Ginevra)
- “Women in sciences”, 13-14 Maggio 2019, U. Milano-Bicocca
- Membro dell’International Advisory Board di Strings 2020 - South Africa
- Membro dell’International Advisory Board di pre-Strings 2021 - Natal, Brasile
- Membro dell’International Advisory Board di Strings 2022 - Vienna
- Membro dell’International Advisory Board di Strings 2023 - Perimeter Institute, Waterloo, Canada
- Membro dell’International Advisory Board di Eurostrings 2022 - Lione
- Membro dell’International Advisory Board di Eurostrings 2023 - Gijon, Spagna
- Membro dell’International Advisory Board di Eurostrings 2024 - Stoccolma

Presidente del comitato scientifico e organizzatore della conferenza finale del progetto COST “The String Theory Universe - 22nd European String Workshop and final COST MP1210 Conference”, 20-24 Febbraio 2017, Milano-Bicocca (<https://indico.cern.ch/event/555921/>)

7 INCARICHI DI COORDINAMENTO DELLA DIDATTICA

2004-2012 Referente del corso di laurea specialistica/magistrale in Fisica, regolarmente eletto dai membri del Consiglio di Coordinamento Didattico di Fisica.

2012-2018 Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico (CCD) in Fisica e Astrofisica, Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Milano-Bicocca. Il CCD coordina tre corsi di Laurea, Laurea in Fisica (triennale), Laurea Magistrale in Fisica e Laurea Magistrale in Astrofisica e Fisica dello Spazio.

Tra i **maggiori risultati ottenuti** durante la mia presidenza:

- il numero di iscrizioni alla Laurea triennale in Fisica a Milano-Bicocca è più che raddoppiato, passando da 130 a 295 iscrizioni al primo anno. Se pur di poche unità, il CdS in Fisica all'Università di Milano-Bicocca è diventato il CdS in Fisica più numeroso nell'area milanese.
- Nonostante il forte aumento di matricole, la percentuale di abbandoni tra il primo e il secondo anno è stabile ed è in linea con la media nazionale.
- Grazie all'ottimizzazione delle risorse umane e dei servizi agli studenti e ad un'efficiente organizzazione della didattica, non si è reso necessario l'inserimento del numero programmato.

Alla pagina <https://opinionistudenti.unimib.it/validid/> è possibile visualizzare l'opinione degli studenti negli a.a. 2013/14, 2014/15 e 2015/16 sugli aspetti organizzativi, l'efficacia didattica e la soddisfazione complessiva dei tre Corsi di Studio del CCD di Fisica e Astrofisica. Tutti gli anni la valutazione è risultata nella fascia alta di punteggio.

8 ALTRI INCARICHI ACCADEMICI

1999 Componente della commissione per l'esame di ammissione al Dottorato XV ciclo, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano.

2002 Componente della commissione per un concorso da ricercatore FIS02 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Palermo.

2001-2003 Rappresentante dei ricercatori in Senato Accademico integrato.

2005-2006 Componente della commissione per un concorso da primo ricercatore INFN.

2006-2007 Componente della commissione per l'assegnazione di borse di studio INFN per stranieri in Italia.

2006-2007 Componente della commissione per l'assegnazione di borse post-dottorato INFN per italiani all'estero.

Dal 2006 Componente permanente del Collegio Docenti del Dottorato in Fisica.

2007-2012 COORDINATRICE locale del gruppo IV INFN della sezione di Milano-Bicocca.

2007-2010 Presidente della commissione giudicatrice per il premio Fubini INFN alle migliori tesi di Dottorato.

2009 Componente della commissione giudicatrice agli esami per il conferimento del titolo di Dottore di Ricerca in FISICA (sottoarea FISICA TEORICA), XXI ciclo, Università degli studi di Perugia.

2009 Componente della Commissione per borse postdoc INFN per stranieri.

2012 Componente di commissioni giudicatrici agli esami per il conferimento del titolo di Dottore di Ricerca in FISICA (sottoarea FISICA TEORICA), Università degli studi di Torino, Parma e Tor Vergata (Roma).

2013 Componente della commissione giudicatrice per la selezione di candidati per una posizione permanente al Dipartimento di Fisica, **Università di Uppsala, Svezia (tenure track position as Associate Senior Lecturer in Theoretical Physics)**.

2014 Componente della commissione giudicatrice per la selezione di candidati per una posizione permanente al Dipartimento di Fisica, **Università di Leuven, Belgio (Associate Senior Lecturer in Theoretical Physics)**.

- 2016** Componente della Commissione di valutazione per la proroga di un contratto di ricercatore a tempo determinato, Università di Pisa.
- 2017 Delegata del Rettore** dell'Università di Milano-Bicocca alla tavola rotonda di chiusura del convegno "Facciamo Rete con le Stem", organizzata dal Comune di Milano il 29 Aprile 2017 a Palazzo Marino con la partecipazione della Sottosegretario Maria Elena Boschi, della Vicesindaco Anna Scavuzzo e degli Assessori Roberta Cocco e Cristina Tajani.
- 2018** Componente della commissione per un concorso da dirigente di ricerca INFN.
- 2018** - Componente di commissione di concorso per Ricercatore RTDB, 02/A2, SSD FIS02, all'Università di Bari.
- 2018 - 2020** Componente di commissioni di concorso per Professore Associato, 02/A2, SSD FIS02, all'Università di Milano, Napoli, Padova, Bergamo.
- 2018 - 2019** Componente di commissioni di concorso per Professore Ordinario, 02/A2, SSD FIS02, all'Università di Perugia, SISSA, Lecce.
- 2018-presente** Responsabile locale dell'**International Dual Doctorate Agreement** con l'Università del Surrey, Regno Unito
- 2019-presente** Rappresentante del Dipartimento di Fisica in ABCD - Centro Interdipartimentale per gli studi di genere.
- 2020-presente** Rappresentante del Dipartimento di Fisica nella Commissione per l'Internazionalizzazione di Ateneo, e membro della Giunta operativa della stessa.
- 2020-2022** Componente del Comitato di Coordinamento di Ateneo - Polo penitenziario universitario.
- 2020-2022** Coordinatrice del Gruppo di Lavoro sulle tematiche di genere, decreto rettorale 0069706/20 del 9/10/2020.
- 2020-2022** Delegata della Rettrice nella commissione CRUI sulle tematiche di genere.
- 2020-presente** Delegata della Rettrice nella commissione STEAMIAMOCI di Assolombarda.
- 2023-presente** Componente della Giunta ristretta dell'Osservatorio per le Pari Opportunità

9 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA PER ASSEGNI DI RICERCA

- 2011-2012** Responsabile scientifico di un assegno per la collaborazione ad attività di ricerca nel SSD FIS/02 sul tema "Dualità in teorie supersimmetriche di Chern-Simons con materia". Vincitore dell'assegno Dott. Matias Leoni. Durata del progetto: 12 mesi.
- 2013-2017** Responsabile scientifico di un assegno per la collaborazione ad attività di ricerca nel SSD FIS/02 sul tema "Ricerca teorica sulle interazioni fondamentali". Vincitore dell'assegno Dott. Andrea Mauri. Durata del progetto: 24 + 24 mesi.
- 2022-2024** Responsabile scientifico di un assegno per la collaborazione ad attività di ricerca nel SSD FIS/02 sul tema "Ricerca teorica sulle interazioni fondamentali". Vincitrice dell'assegno Dott.ssa Anayeli Ramírez Ortiz. Durata del progetto: 24 mesi.
- 2022-2026** Responsabile scientifico di un assegno per la collaborazione ad attività di ricerca nel SSD FIS/02 sul tema "Supersymmetric Wilson loops in 3D Chern-Simons-matter theories". Vincitrice dell'assegno Dott.ssa Marcia Rodrigues Tenser. Durata del progetto: 24 + 24 mesi.

10 ATTIVITÀ DI REFEREE INTERNAZIONALE

Regolare attività di referee per le seguenti riviste:

JHEP (Journal of High Energy Physics)

Nuclear Physics B

Physics Letters B

International Journal of Modern Physics A

Journal Physics A: Mathematical and Theoretical

Journal Physics G: Nuclear and Particle Physics

Classical and Quantum Gravity

Physical Review D

Physical Review Letters

Regolare attività di valutatore per:

- Progetti scientifici europei ERC.
- Progetti scientifici europei COST.
- Borse Fellini post-dottorato bandite dall'INFN.
- Progetti scientifici australiani dell' Australian Research Council (ARC).
- Progetti scientifici belgi della Research Foundation - Flanders (Fonds Wetenschappelijk Onderzoek - Vlaanderen, FWO).
- Progetti scientifici italiani FIRB e Programma per Giovani Ricercatori "Rita Levi Montalcini".

Selezionata come esperto valutatore per programmi europei H2020, per progetti della Regione Lombardia e della Regione Puglia (Agenzia Regionale per la Tecnologia e l'Innovazione, ARTI).

Selezionata per il monitoraggio in itinere del progetto "Beyond three neutrino families", Università di Bari, all'interno del progetto *FutureInResearch*, ARTI - Regione Puglia.

Selezionata come revisore *peer* nell'ambito dell'attività di valutazione **VQR 2011-2014**.

11 COLLABORAZIONI

Paul Townsend Full Professor, Department of Applied Math. and Theor. Physics, Cambridge University, UK;

Paul Howe Full Professor, Department of Mathematics, King's College London, UK;

Andrew Strominger Full Professor, Harvard University, Cambridge, USA;

Robert Myers Full Professor, Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo, Canada;

Marc Grisaru Senior professor, Department of Physics, McGill University, Montreal, Canada;

Daniela Zanon Professore ordinario, Università di Milano;

Alberto Santambrogio Ricercatore INFN, Sezione di Milano;

Antoine Van Proeyen Professore ordinario, KU Leuven, Belgio;

Tassos Petkou Professore associato, Università di Salonicco, Grecia;

Alberto Romagnoni Postdoc, Orsay LPT e Ecole Polytechnique CPHT, Parigi, Francia;

Olaf Lechtenfeld Professore ordinario, Hannover University, Germania;

Alexander Popov Professor, Hannover University, Germania;

Emery Sokatchev Professor, Annecy, LAPTH, CERN;

Gleb Arutyunov Professor, Utrecht University, Olanda;

Jim S. Gates Full professor, University of Maryland, USA;

G. Tartaglino-Mazzucchelli Postdoc, University of Maryland, USA;

Andrea Mauri Postdoc, Università of Milano, Italia;

Matias Leoni Olivera Researcher, University of Buenos Aires, Argentina;

Marco S. Bianchi Postdoc, Humboldt University, Berlin, Germany;

Gaston Giribet Professor, University of Buenos Aires, Argentina;

Dmitri Sorokin Primo ricercatore INFN, Padova, Italia;

Jeff Murugan Full professor, Cape Town University, South Africa;

Michael Abbott Postdoc, Cape Town University, South Africa;

Martin Wolf Professor, Surrey, UK;

Per Sundin postdoc at Università Milano-Bicocca;

Linus Wulff Assistant Professor, Masaryk University, Repubblica Ceca;

Domenico Seminara Professore associato, Università di Firenze;

Luca Griguolo Professore associato, Università di Parma;

Jun-bao Wu Professore, Tianjin University, China;

Jiaju Zhang Postdoc SISSA;

Hao Ouyang Postdoc Nordita.

Roberto Auzzi Researcher, Catholic University, Brescia, Italy;

Giuseppe Nardelli Associate Professor, Catholic University, Brescia, Italy;

Nadav Drukker Professor, King's College, UK;

Diego Trancanelli Associate Professor, University of Modena, Italy;

Pietro Antonio Grassi Associate Professor, University of Piemonte Orientale, Italy.

12 SEMINARI - RELAZIONI SU INVITO

Una lista non esaustiva di seminari ed interventi a conferenze su invito è la seguente:

- 1988 *Soft dilaton theorem in string field theory*, Brandeis University, Maltham, MA, USA.
- 1988 *N-extended spinning particle*, Brandeis University, Maltham, MA, USA.
- 1990 *Quantum properties of generalized Toda field theories*, UCSB, Santa Barbara, CA, USA.
- 1992 *Teorie Toda supersimmetriche*, convegno informale di fisica teorica, Marciana Marina, LI, Italia.
- 1993 *Solitons in topological field theories*, Bologna, Italia.
- 1994 *Solitons in topological field theories*, Theoretical physics meeting, Parigi, Francia.
- 1994 *Solitons in 2d topological field theories*, RTN workshop "Topological and conformal field theories and their applications", Torino, Italia.
- 1995 *Quantum integrability in 2d systems with boundary*, workshop "CFT and integrable models", Bologna, Italia.
- 1996 *Correzioni gravitazionali alle funzioni del gruppo di rinormalizzazione nei modelli sigma*, convegno informale di Fisica Teorica, Cortona, AR, Italia.
- 1997 *Correzioni gravitazionali alle funzioni del gruppo di rinormalizzazione nei modelli sigma*, convegno "Problemi attuali di fisica teorica", Vietri sul mare, SA, Italia.
- 1997 *Duality in N=2 nonlinear sigma-models*, RTN workshop "Quantum aspects of gauge theories, supersymmetry and unification" Neuchatel, Svizzera.
- 1998 *N=2 supersymmetric theories with nonminimal matter*, convegno informale di Fisica Teorica, Cortona, AR, Italia.
- 1998 *N=2 supersymmetric theories with nonminimal matter*, University of Maryland, College Park, MD, USA.
- 2001 *Chiral anomalies in 4D SYM theories*, convegno "Problemi attuali di fisica teorica", Vietri sul mare, SA, Italia.
- 2001 *Noncommutative geometry in superspace*, convegno informale di Fisica Teorica, Cortona, AR, Italia.
- 2002 *Checking AdS/CFT correspondence on the composite operators of N=4 SYM theory*, Sissa, Trieste, Italia.
- 2002 *Tests e sviluppi della corrispondenza AdS/CFT*, Università di Pavia, Italia.
- 2002 *Sine-Gordon in geometria non commutativa*, convegno "Problemi attuali di fisica teorica", Vietri sul mare, SA, Italia.
- 2002 *A noncommutative generalization of the sine-Gordon system*, LAPTH Annecy, Francia.
- 2003 *NAC superspace and N=1/2 WZ model*, RTN workshop "The quantum structure of spacetime and the geometric nature of fundamental interactions", Copenhagen, Danimarca.
- 2003 *Nonanticommutative superspace and N=1/2 models*, Università di Napoli, Italia.
- 2004 *Nonanticommutative superspace and N=1/2 models*, Università di Parma, Italia.
- 2004 *Supersymmetric field theories in NAC geometries*, convegno "Recent advances in noncommutative geometry: spheres, instantons, sigma models", Firenze, Italia.
- 2005 *Exact results in the beta-deformed AdS/CFT correspondence*, PRIN meeting, Pisa, Italia.
- 2007 *Mesons in marginally deformed AdS/CFT*, PRIN meeting, Pisa, Italia.
- 2008 *Verso una teoria del tutto: La teoria delle stringhe* Convegno "Le donne nella scienza", Napoli, Italia.

- 2008** *Direct calculation of scattering amplitudes in $N=4$ SYM*, convegno delle Iniziative Specifiche INFN di stringhe, Villa Mondragone, Roma.
- 2009** *$N=2$ Chern-Simons theories: RG flows and IR behavior*, Katholieke Universiteit of Leuven, Belgium.
- 2012** *Scattering in AdS_4/CFT_3* Miniworkshop on String Theory, Oviedo University, Spain.
- 2013** *Scattering in AdS_4/CFT_3* , Queen Mary College of London, UK.
- 2013** *The BPS Wilson Loops in ABJM: Perturbative evaluation and predictions from localization*, Workshop STAL2013-Parma, Italy.
Torino University, Italy.
- 2013** *A survey on ABJM: scattering amplitudes and Wilson loops*, PRIN meeting, Pisa, Italy.
- 2014** *BPS Wilson Loops and Bremsstrahlung in ABJM: an exact prediction*, Holoday: A Short Journey Into the Holographic Correspondence, Perugia, Italy.
Padova University, Italy.
- 2015** *BPS Wilson Loops and an exact result for the Bremsstrahlung function in ABJM model*, GGI Workshop "Gauge/Gravity duality", Florence, Italy.
Cape Town University, Cape Town, ZA.
- 2015** *Fermionic T-duality in superstring models*, Workshop "Physics on the Riviera 2015", Sestri Levante, Italy.
- 2016** *Wilson Loops in $ABJ(M)$: From localization to Bremsstrahlung function through framing*, Workshop "Current Themes in Holography", NBI Copenhagen.
- 2017** *Surveying 4D SCFTs twisted on Riemann surfaces*, GGI Workshop "New Developments in $AdS_3 \times CFT_2$ ", Florence, Italy.
- 2017** *Puzzles in 3D Chern-Simons-matter theories*, International Conference on String Theory and Quantum Gravity", Ascona, Switzerland
Workshop "Topological solitons, Nonperturbative Gauge Dynamics and Confinement", Pisa, Italy
- 2019** *"A Galilean Wess-Zumino model in three dimensions"*
Workshop "Topological solitons, Nonperturbative Gauge Dynamics and Confinement 2", 18-20 Luglio 2019, Pisa, Italy
- 2019** *"BPS Wilson loop in AdS_4/CFT_3 "*
Workshop "Boundaries and defects in Quantum Field Theory", 6-9 Agosto 2019, Perimeter Institute, Waterloo (Canada)
- 2019** *"BPS Wilson loop in AdS_4/CFT_3 "*
Workshop "Exact computations in AdS/CFT"
- 2019** *"Wilson line defects in ABJM theory"*
Workshop "Challenges in Theoretical High-Energy Physics", 23-27 Settembre 2019, Nordita (Stoccolma)
- 2019** *"Exact results in AdS_4/CFT_3 "*
Workshop "Frontiers in physics: from electroweak to the planck scales" - humboldt kolleg, Corfu
- 2020** *"An exact Galilean supersymmetric model"*
per la serie di "NL zoom meetings 2020" (<https://indico.nbi.ku.dk/event/1374/>)
- 2021** *"Exact results in AdS_4/CFT_3 "*
Workshop on Quantum Geometry, Field Theory and Gravity, Corfu
- 2021** *"Precision tests of the AdS/CFT correspondence"*
Conferenza della SIGRAV, Urbino

2023 "*QFT in Galilean Superspace*"

Workshop "Beyond Lorentzian Geometry II", ICMS Edimburgo

2023 "*Supersymmetric Galilean Electrodynamics*"

Workshop "Non-relativistic strings and beyond", Nordita-Stoccolma

2023 "*Novel mathematical tools in QFT*"

Workshop ""Women at the intersection of mathematics and theoretical physics meet in Okinawa", Okinawa, Giappone

13 ATTIVITA' DIDATTICA UNIVERSITARIA

1992-1994 Esercitazioni a Fisica per biologia per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche.

1995-2000 Esercitazioni di Istituzioni di Fisica Teorica per il Corso di Laurea in Fisica.

13.1 TITOLARITÀ DI CORSI

2000-2003 RELATIVITÀ Insegnamento al quarto anno del corso di laurea in Fisica a Milano-Bicocca.

2002-2003, 2008/09 - 2014/15 RELATIVITÀ GENERALE Insegnamento al quarto anno del corso di laurea in Fisica a Milano-Bicocca e attualmente al primo anno della laurea specialistica in Fisica e laurea specialistica in Astrofisica e Fisica dello Spazio di Milano-Bicocca.

2002-2005 FISICA TEORICA (moduli I,II) Insegnamenti alla laurea specialistica in Fisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università Cattolica, sede di Brescia.

2003-2008 RELATIVITÀ Insegnamento al terzo anno del corso di laurea in Fisica a Milano-Bicocca.

2003-2008 COMPLEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA Insegnamento al primo anno della laurea specialistica in Fisica e laurea specialistica in Astrofisica e Fisica dello Spazio di Milano-Bicocca.

2003-2008 COMPLEMENTI DI FISICA TEORICA AVANZATA Insegnamento al primo anno della laurea specialistica in Fisica e laurea specialistica in Astrofisica e Fisica dello Spazio di Milano-Bicocca.

2005 INTRODUZIONE ALLA TEORIA DELLE STRINGHE Insegnamento alla laurea specialistica in Fisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università Cattolica, sede di Brescia.

2008/09 - 2014/15 MATEMATICA PER LA FISICA, Insegnamento al terzo anno della laurea triennale in Fisica a Milano-Bicocca.

2015/16 - 2016/17, 20019/20 FISICA TEORICA I e II, Insegnamento al primo anno della Laurea Magistrale in Fisica a Milano-Bicocca.

2015/16 - presente GRAVITÀ QUANTISTICA, Insegnamento al primo anno della Laurea Magistrale in Fisica a Milano-Bicocca.

2013/14 - 2014/15 Corso di Relatività speciale e generale all'interno del programma TFA (Tirocinio Formativo Attivo per la preparazione di insegnanti della scuola media superiore) presso Università Milano-Bicocca.

2016/17 - 2018/19, 2020/21 MATEMATICA PER LA FISICA, Insegnamento al secondo anno della laurea triennale in Fisica a Milano-Bicocca.

2020/21 METODI MATEMATICI DELLA FISICA, Insegnamento al primo anno della laurea magistrale in Fisica a Milano-Bicocca.

2021-presente TEORIA DEI CAMPI I, Insegnamento al primo anno della laurea magistrale in Fisica a Milano-Bicocca.

2021-presente TEORIA DEI CAMPI II, Insegnamento al primo anno della laurea magistrale in Fisica a Milano-Bicocca.

Navigando dalla pagina <https://opinionistudenti.unimib.it/validid/> è possibile visualizzare l'**opinione degli studenti** sugli aspetti organizzativi, l'efficacia didattica e la soddisfazione complessiva relativi agli Insegnamenti di cui sono stata titolare a partire dall' a.a. 2013/14. Tutti gli anni la valutazione risulta nella **fascia alta di punteggio**.

13.2 CORSI AL DOTTORATO DI RICERCA

- 1996 TEORIE CONFORMI E MODELLI INTEGRABILI** Corso monografico al Dottorato di Ricerca in Fisica di Milano.
- 1997-2000 TEORIA DEI CAMPI** Corso al Dottorato di Ricerca in Fisica di Milano.
- 2000, 2004-2005 TEORIA DEI CAMPI E STRINGHE** Corso avanzato al Dottorato di Ricerca in Fisica di Milano-Bicocca.
- 2003 ROTTURA SPONTANEA DI SIMMETRIA** Ciclo di lezioni al Dottorato in Fisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Palermo.
- 2016 AN INTRODUCTION TO RIGID SUPERSYMMETRY**, scuola **LACES 2016**-Lezioni Avanzate di Campi E Stringhe (<http://laces.web.cern.ch/laces/LACES16/index16.html>).
- 2020 INTRODUCTION TO SUPERSYMMETRY**, all'interno della Amsterdam-Brussels-Geneva-Paris Doctoral School (<http://www.solvayinstitutes.be/html/doctoral.html>), sede Ginevra.
- 2021 INTRODUCTION TO SUPERSYMMETRY**, all'interno della Amsterdam-Brussels-Geneva-Paris Doctoral School (<http://www.solvayinstitutes.be/html/doctoral.html>), sede Parigi.
- 2022 INTRODUCTION TO SUPERSYMMETRY**, all'interno della Amsterdam-Brussels-Geneva-Paris Doctoral School (<http://www.solvayinstitutes.be/html/doctoral.html>), sede Brussels.
- 2023 INTRODUCTION TO SUPERSYMMETRY**, all'interno della Amsterdam-Brussels-Geneva-Paris Doctoral School (<http://www.solvayinstitutes.be/html/doctoral.html>), sede CERN.

13.3 ATTIVITÀ DI AGGIORNAMENTO E DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

- 2001** Corso di aggiornamento per Insegnanti : "La fisica alla ricerca del progetto della natura", ITIS "Badoni", Lecco.
- 1998-2017** Annualmente tengo corsi monografici di introduzione alla Meccanica Quantistica e alla Relatività presso varie scuole superiori dell'area milanese.
- 2004-2005** Ciclo di lezioni "Dall'infinitamente piccolo all'infinitamente grande", nell'ambito del progetto "Il bello della Fisica" organizzato per le scuole superiori dall'Università di Milano-Bicocca in collaborazione con la provincia di Milano.
- 2013-2015** Corsi monografici di introduzione alla Fisica delle Particelle Elementari e alla scoperta del bosone di Higgs presso vari Licei Scientifici dell'area milanese.
- 2015** Lezione divulgativa sulla Relatività Speciale all'interno del Convegno "GR100" organizzato dal Dipartimento di Fisica di Milano-Bicocca in occasione del centenario della Relatività Generale e rivolto a studenti universitari e delle scuole superiori e alla cittadinanza.
- 2017** Seminario divulgativo "Dal Macro al Micro Cosmo: Un Universo di Particelle", tenuto alla Fondazione Stensen - Firenze e rivolto alla cittadinanza.
- 2018** Aperitivo scientifico "Le nuove sfide della Fisica Teorica", organizzato da AISF - Milano Bicocca (Associazione Italiana Studenti di Fisica).
- 2019** Seminario divulgativo "Universo simmetrico e ruolo della donna nella Scienza", Biblioteca Comunale di Settimo Milanese (MI)

14 ATTIVITA' COME RELATRICE DI TESI

14.1 TESI TRIENNALI

- 2003** Andrea Brini, *Studio della matrice S di scattering mediante le tecniche dell'integrale sui cammini di Feynman*
- 2004** Andrea Baggi, *Modello meccanico per il moto di particelle, stringhe e membrane*
- 2004** CarloAlberto Ratti, *Equazioni di moto relativistiche per particelle di spin $N/2$ e modello meccanico associato*
- 2005** Damiano Tommasini, *Funzioni di Green per un sistema di fermioni a temperatura zero*
- 2006** Dario Calvani, *Teoria dello scattering di due particelle dotate di spin*
- 2006** Alessandro Parma, *Teoria dello scattering in meccanica quantistica-stati legati e risonanze*
- 2006** Marco Monti, *Il teorema di Noether e sue applicazioni nella teoria classica dei campi*
- 2008** Andrea Rota, *Teoria dello scattering per potenziali sferosimmetrici in meccanica quantistica*
- 2008** Caterina Rota, *Simmetrie e leggi di conservazione in teoria di campo*
- 2008** Giuseppe Barbalinardo, *Equazioni d'onda relativistiche*
- 2009** Chiara Boccato, *Solitoni e istantoni in teorie di campo scalari*
- 2010** Giuseppe Castagnetti, *Introduzione alla Meccanica Quantistica supersimmetrica*
- 2011** Emanuele Moscato, *Soluzioni istantoniche in teorie di Yang-Mills*
- 2011** Marta Gibertini, *Meccanica quantistica supersimmetrica e indice di Witten*
- 2011** Andrea Galliani, *Integrale di Feynman e applicazioni*
- 2011** Lorenzo Lucchini, *Integrale di cammino e istantoni in meccanica quantistica*
- 2012** Paolo Bosetti, *Dualità elettromagnetica e monopolo di Dirac*
- 2012** Curcuraci Luca, *Dinamica di oggetti estesi e campi di Maxwell*
- 2012** Luca Cassia, *Teoria delle stringhe: dinamica di oggetti estesi*
- 2012** Gianluca Grimaldi, *Dualità elettromagnetica e supersimmetria*
- 2012** Giovanni Alberto Verza, *L'integrale funzionale in meccanica statistica*
- 2013** Brera Federico, *Il teorema di Noether e alcune applicazioni*
- 2013** Caresana Brocca Pietro, *Introduzione all'elettrodinamica supersimmetrica*
- 2013** Della Torre Lorenzo, *Integrali di cammino in meccanica quantistica*
- 2013** Giudici Fabio, *Introduzione alla stringa bosonica*
- 2014** Colombo Erika, *Istantoni in Meccanica Quantistica*
- 2014** Francesca Familiari, *Introduzione alla supersimmetria*
- 2014** Lorenzo Ruggeri, *Polarization of CMB Radiation Detected at BICEP2 Experiment*
- 2015** Marco Diani, *Stringa bosonica: dinamica relativistica e quantizzazione*
- 2016** Lorenzo Mauro, *Gates to process information*
- 2016** Matteo Piccolini, *Il fenomeno della decoerenza in Meccanica Quantistica*
- 2016** Simone Vavassori, *Dinamica classica di oggetti estesi*

- 2017** Massimiliano Maria Riva, *L'integrale sui cammini in Elettrodinamica*
- 2017** Davide Bonomi, *An introduction to supersymmetry*
- 2017** Marco Maronese, *Introduzione alla teoria classica delle stringhe e quantizzazione della stringa bosonica*
- 2018** Giulio Gozzi, *Il teorema di Noether nella teoria classica dei campi*
- 2019** Giorgio Pizzolo, *Supersymmetric Field Theories*
- 2019** Filippo Bolis, *Introduction to supersymmetry*
- 2019** Riccardo Molteni, *Integrale di cammino e applicazione alla transizione λ dell'Elio*
- 2019** Davide Pietta, *Il paradosso EPR*
- 2020** Alessia Galli, *Path Integral per l'Atomo di Idrogeno*
- 2020** Niccolò Forzano, *Supersimmetria e supercorrenti*
- 2020** Alessandro Biondi, *Dualità elettromagnetica e condizione di quantizzazione di Dirac*
- 2020** Riccardo Giordana Pozzi, *The relativistic superparticle*
- 2020** Luca Virzì, *Supersimmetria in Meccanica Quantistica*
- 2021** Mirea Moioli, *L'integrale di cammino di Feynman e applicazioni in meccanica quantistica*
- 2021** Andrea Filippo Beretta, *Supersimmetria e superspazio: un'introduzione*
- 2021** Lorenzo Ballerio, *Introduzione alla Supersimmetria e sua rottura spontanea*
- 2021** Luca Giusto, *Solitoni topologici in Meccanica Quantistica*
- 2022** Elisa Mema, *Istantoni ed effetto Schwinger*
- 2022** Diego Pesce, *Dynamics of strings and extended objects*
- 2023** Davide Santi, *Path Integral e topologia: descrizione degli anyons in sistemi bidimensionali*
- 2023** Davide Masinari, *Supersimmetria e modelli statistici*

14.2 TESI DI LAUREA SPECIALISTICA/MAGISTRALE

- 2000** Lorenzi Parini, *Entropia statistica di buco nero in teoria di stringa*
- 2001** Laura Tamassia, *Geometria noncommutativa in superspazio*
- 2002** Alberto Romagnoni, *Modelli di Landau-Ginsburg supersimmetrici in geometria noncommutativa*
- 2002** Andrea Sartirana, *Decostruzione dimensionale, extra dimensioni e modello standard delle interazioni fondamentali*
- 2002** Liuba Mazzanti, *Studio di una possibile generalizzazione non commutativa del modello di sine-Gordon*
- 2003** Gabriele Tartaglino-Mazzucchelli, *Supercampo lineare complesso, anomalia di Konishi e modelli matriciali*
- 2004** Marco Pirrone, *Funzioni di correlazione in teorie di super Yang-Mills $N=4$ e dualità AdS/CFT in regime di PP-wave*
- 2004** Marco Compagnoni, *Modelli integrabili supersimmetrici in geometria nonanticommutativa*
- 2006** CarloAlberto Ratti, *AdS/QCD: configurazioni confinanti in teoria di stringa*
- 2006** Andrea Prudenziati, *Corrispondenza AdS/CFT e deformazioni con orbifold*
- 2006** Luigi Carbut, *Integrabilità nella corrispondenza AdS/CFT (Università Cattolica sede di Brescia)*

- 2007 Massimo Siani, *Rinormalizzabilità vs. invarianza di gauge in teorie di super Yang-Mills non anticommutative*
- 2008 Marco Bianchi, *Scattering amplitudes in supersymmetric gauge theories*
- 2009 Matteo Chiesa, *Heavy/light mesons in marginally deformed gauge theories*
- 2010 Valentina Pozzoli, *Gravitational instantons and Ricci flow*
- 2011 Caterina Rota, *Nonanticommutative Chern-Simons matter theories*
- 2011 Michael Ferlino, *Supersymmetric Wilson loops in superspace*
- 2013 Luca Basanisi, *Non-MHV amplitudes in $N=4$ super Yang-Mills*
- 2015 Carlo Sana, *4D to 3D reduction of Seiberg duality for $SU(N)$ susy gauge theories with adjoint matter: a partition function approach*
- 2015 Luca Cassia, *Entanglement in the space of 4d toric quiver gauge theories*
- 2017 Marco Lietti, *BPS Wilson loops from Higgs mechanism in supersymmetric Chern-Simons-matter theories*
- 2018 Davide Polvara, *Quantum integrability in Toda theories with defects*
- 2018 Marco Diani, *Bremsstrahlung function of $N = 2$ SQCD at three loops*
- 2020 Davide Bonomi, *Conformal field theory with defects*
- 2020 Diego Cagnato, *$T\bar{T}$ deformations in $(2,1)$ Superspace*
- 2021 Luigi Castiglioni, *Two-loop analysis of hyperloops in $N=4$ orbifold ABJM*
- 2022 Lorenzo Cederle, *Supersymmetric Galilean Electrodynamics*
- 2022 Davide Pietta, *I Wilson loop parametrici in 3d*
- 2022 Nicola Sanna, *Optical Fields and Topological Structures*
- 2022 Francesca Mariani, *Near Extremal Black Holes in de Sitter Space*
- 2022 Alessia Galli, *Charged multi-black-hole systems and Inverse Scattering Method*
- 2023 Pietro Barbista, *Non-relativistic Supersymmetry on Curved Background*

14.3 TESI DI DOTTORATO

- 2005 Alberto Romagnoni, *Non(anti)commutative geometry: Renormalization of $N=1/2$ field theories* (XVIII ciclo)
- 2006 Gabriele Tartaglino-Mazzucchelli, *On supersymmetry and superspaces in 4 & 6 dimensions* (XIX ciclo)
- 2007 Liuba Mazzanti, *Topics in noncommutative integrable field theories and holographic brane-world cosmology* (XIX ciclo)
- 2007 Marco Pirrone, *On marginally deformed AdS/CFT* (XX ciclo)
- 2010 CarloAlberto Ratti, *Topics in SYM theories: AdS/CFT and Mesonic Spectra. Superspace and Scattering Amplitudes* (XXII ciclo)
- 2011 Massimo Siani, *Perturbative and non-perturbative infrared behavior of supersymmetric gauge theories*
- 2012 Marco Stefano Bianchi, *Superspace computation 3D.*
- 2018 Luca Cassia, *Aspects of Compactifications and Dualities in Superconformal Theories*
- 2020 Stefano Baiguera, *Developments in non-relativistic field theory and complexity*
- 2020 Carolina Gomez, *Wilson loops in supersymmetric gauge theories*

2022 Nicola Gorini, *Aspects of Quantum Field Theories in three dimensions*

2023 Daniele Bielli, *Non-abelian T-duality in Superspace* (Dual Doctorate con Surrey U)

Attualmente sono tutrice dello studente Luigi Castiglioni (37° ciclo).
(<https://www.fisica.unimib.it/it/didattica/dottorato/dottorandi-e-dottori>).

15 ATTIVITÀ DI RICERCA

15.1 TEORIE DI CAMPO SUPERSIMMETRICHE E TEORIE DI STRINGHE

15.1.1 Teoria delle stringhe e supergravità

È ben noto che una delle maggiori potenzialità della teoria delle stringhe sia quello di fornire una descrizione consistente della gravità quantistica. Questo è uno dei motivi principali che giustificano lo sforzo di studiare questa teoria anche se non ha ancora ricevuto alcuna conferma sperimentale, nemmeno indiretta. Inoltre, negli ultimi 20 anni la teoria delle stringhe si è sviluppata come un potente apparato matematico, fonte ispiratrice di nuove idee non solo per lo studio delle interazioni fondamentali, ma anche per lo studio di sistemi fisici fortemente accoppiati.

Nella sua formulazione in prima quantizzazione la stringa è descritta da una teoria (super)conforme bidimensionale. In questa descrizione, gli oggetti dinamici più importanti sono gli operatori di vertice associati alle oscillazioni massless della stringa. Gli operatori di vertice intervengono, infatti, nel calcolo di ampiezze di scattering di eccitazioni di stringa, rappresentano i "building blocks" per scrivere il modello sigma bidimensionale descrivente vuoti di stringa e intervengono nella formulazione della teoria di campo stringa in seconda quantizzazione. Il risultato principale ottenuto in questo contesto è stato la determinazione dell'operatore di vertice puntuale e integrato per il dilatone, presente nello spettro massless della stringa chiusa, e il suo successivo impiego nella teoria di campo cubica di stringa [2,3].

15.1.2 Modelli meccanici per particelle di spin arbitrario

Negli anni '80, lo sviluppo della teoria delle stringhe ha portato alla necessità di investigare la dinamica interagente di particelle di spin arbitrario e la connessione tra il relativo modello quanto-meccanico e la corrispondente teoria di campo. Il risultato importante, ottenuto in collaborazione con P. Howe, M. Pernici e P. Townsend, è stata la formulazione di un modello quanto-meccanico per particelle "spinning" con supersimmetria di worldline N estesa che genera le equazioni del moto per una particella di spin $N/2$ [5]. Questo risultato generalizza ad N arbitrario quello che era già noto per $N=1$. In particolare, è stato studiato il modello $N=2$ che fornisce una descrizione in prima quantizzazione delle equazioni del moto per tensori di ordine arbitrario [6]. Si sono inoltre investigate le condizioni di consistenza per la propagazione di particelle di spin arbitrario in backgrounds curvi.

15.1.3 Modelli sigma bidimensionali accoppiati alla gravità

Quando la stringa è in dimensione critica ($d=26$ per la stringa bosonica e $d=10$ per quella supersimmetrica) la gravità di worldsheet è presente solo come background. Quando la stringa è non critica, invece, la gravità diventa dinamica e può giocare un ruolo altamente non banale nella determinazione dei punti fissi conformi della teoria sul worldsheet. È quindi importante capire come la presenza della gravità possa modificare il comportamento quantistico di teorie di campo bidimensionali. Al primo ordine nella teoria perturbativa di modelli sigma o teorie conformi perturbate da operatori marginali, l'effetto della gravità è semplicemente quello di riscaldare le funzioni beta di un fattore moltiplicativo che non altera il comportamento della teoria lungo le traiettorie del gruppo di rinormalizzazione. Nell'ottica di capire se questo sia un risultato generale, abbiamo studiato la rinormalizzazione a ordini perturbativi più alti per un modello sigma bosonico accoppiato alla gravità. Abbiamo dimostrato che già a partire da due loops l'effetto della gravità diventa altamente non banale poichè le funzioni beta vengono modificate dall'aggiunta di ulteriori contributi dovuti alla gravità. Questo permette di concludere che in generale le equazioni del gruppo di rinormalizzazione e quindi il panorama dei possibili punti fissi di una teoria bidimensionale vengono modificati dall'accoppiamento con la gravità [24,26]. L'analisi è poi stata estesa anche al caso di teorie supersimmetriche estese $N=2$ dove ulteriori correzioni alle funzioni beta sono dovute alla presenza del dilatone [27].

15.1.4 Teorie di campo supersimmetriche con materia scalare non minimale

Teorie di campo supersimmetriche nascono come limite a basse energie di particolari settori della stringa. Indipendentemente dalla stringa e in un approccio bottom-up ai problemi delle alte energie, le teorie di campo supersimmetriche giocano un ruolo fondamentale nel tentativo di estendere il modello standard oltre i suoi limiti di validità. Capire se oltre una certa scala di energia la natura sia supersimmetrica rappresenta uno dei principali scopi degli esperimenti a LHC.

Da un punto di vista teorico è importante avere sotto controllo le proprietà ma, soprattutto, le potenzialità di queste teorie. Uno dei tanti aspetti formali che è necessario avere sotto controllo riguarda la presenza di materia scalare. In generale, la materia scalare in teorie supersimmetriche $N=1,2$ in $4d$ o $N=2$ in $2d$ è descritta in termini di un multipletto minimale (chirale), rappresentazione irriducibile dell'algebra di supersimmetria. Esistono, comunque, formulazioni alternative, tra le quali selezioniamo quella in cui la materia è descritta da un multipletto lineare complesso (CLM) contenente lo stesso numero di gradi di libertà fisici, ma un numero maggiore di campi ausiliari. Le due formulazioni non sono in generale equivalenti in teorie altamente interagenti, dove la dinamica dei campi ausiliari è non banale. È stato congetturato che l'uso di rappresentazioni CLM permette una formulazione consistente dell'azione effettiva supersimmetrica per la QCD che non è possibile con il solo uso di multipletti chirali. Uno degli aspetti più interessanti di questa descrizione alternativa è che, almeno a livello classico e in assenza di interazione, risulta duale all'ordinaria formulazione in termini di supercampi chirali. In questo ambito un risultato interessante che abbiamo ottenuto è l'estensione della dualità a generici modelli interagenti (modelli sigma nonlineari supersimmetrici) formulati in termini di chirali o CLM. La dualità è stata provata anche a livello quantistico, perturbativamente. L'aspetto più interessante è sicuramente legato al fatto che la dualità, in questo caso, scambia constraints e equazioni del moto tra i due sistemi e, quindi, richiama la famosa S -dualità che connette il regime perturbativo di una teoria con il regime di accoppiamento forte della teoria duale. In questo ambito, una ulteriore direzione che è stata investigata è lo studio della dualità quantistica di una teoria di Yang–Mills supersimmetrica $N=2$ con settore scalare descritto da multipletti chirali (teoria di Seberg–Witten classica), con una teoria di Yang–Mills analoga in cui il settore scalare sia descritto da un CLM. In questo caso la dualità è proprio di tipo strong/weak coupling. Infine, è stata investigata anche la natura dello spazio-tempo descritto da questi modelli sigma in termini di CLM. Nel caso usuale, è noto che la supersimmetria $N=2$ in due dimensioni richiede che lo spazio *target* sia uno spazio di Kahler. In questo caso, di nuovo ritroviamo una geometria di tipo kahleriano, ma solo quando i campi ausiliari sono posti on-shell. Questo dimostra la possibile inequivalenza delle due teorie. I risultati sono riportati in [28, 30, 31,32].

15.1.5 Anomalia chirale in teorie di Yang–Mills supersimmetriche

Le teorie supersimmetriche contengono fermioni chirali (massless) e sono, quindi, affette da anomalie chirali. Il calcolo dell'anomalia chirale per teorie di Yang–Mills supersimmetriche $N=1$ in $4d$ è stato ampiamente discusso in letteratura, ma non esisteva nessun risultato semplice in termini di oggetti geometrici della teoria (connessioni e curvature). Questo dato di fatto preclude l'uso esplicito dei risultati esistenti e non permette alcuna estensione a teorie con supersimmetria $N=2$. D'altra parte, tali risultati avrebbero impiego immediato nello studio di teorie effettive supersimmetriche dalla stringa. Il risultato rilevante è quello di aver ottenuto un'espressione semplice per l'anomalia nel caso $N=1$ [36]. La nostra espressione per l'anomalia supersimmetrica è minimale (contrariamente a tutti i risultati noti in letteratura) nel senso che, se ridotta in componenti, genera esattamente l'anomalia standard per teorie non-abeliane senza l'aggiunta di termini che siano cohomologicamente banali. L'estensione del calcolo al caso di una teoria di super Yang–Mills $(2,0)$ chirale in $2d$ è invece pubblicata in [38]. A partire dall'espressione esplicita trovata per l'anomalia, abbiamo dedotto la forma generale del termine di Wess–Zumino–Novikov–Witten per l'azione effettiva a basse energie che descriva l'interazione dei bosoni di Goldstone per la QCD supersimmetrica (risultati contenuti in [40]).

15.1.6 Corrispondenza AdS/CFT: funzioni di correlazione per teorie supersimmetriche $\mathcal{N} = 4$ in $4d$

Una delle più importanti implicazioni della teoria delle stringhe emersa negli anni '90, dopo la scoperta delle D-brane, è la possibilità di un uso esteso del concetto di dualità fra teorie diverse. Di notevole interesse è la S -dualità che, generalizzazione della dualità elettromagnetica, governa la dinamica di una teoria in regime di accoppiamento forte mediante una teoria duale perturbativa.

La corrispondenza AdS/CFT sancisce l'identificazione della stringa di tipo IIB in background $AdS_5 \times S_5$ in regime perturbativo con una teoria di super Yang–Mills $SU(N)$ con supersimmetria $\mathcal{N} = 4$. Nel limite a basse energie, dove vale la corrispondenza, questo significa che possiamo descrivere la teoria di campo quadridimensionale, localizzata sul bordo di AdS_5 , con una teoria di supergravità perturbativa nel bulk. La corrispondenza AdS/CFT ha una serie di argomenti immediati a supporto, quali l'identificazione dei gruppi di simmetria nei due regimi o la corrispondenza degli operatori protetti della teoria di campo con stati BPS in gravità, ma necessita di prove meno ovvie e comunque non basate esclusivamente su proprietà algebriche.

Un modo indiretto di provare la corrispondenza è quello di controllare, mediante calcoli diretti, previsioni che la corrispondenza è in grado di fare sulla struttura e sulle proprietà delle funzioni di correlazione della teoria di gauge. La corrispondenza prevede un teorema di non-rinormalizzazione per le funzioni a 2 e 3 punti di operatori

chirali primari della teoria di gauge. Segue che un possibile test è rappresentato dal calcolo perturbativo di funzioni di correlazione a 2 e 3 punti per tali operatori. Abbiamo contribuito in maniera determinante a questo tipo di tests poichè, utilizzando tecniche di superspazio, siamo riusciti a dimostrare la non-rinormalizzazione delle funzioni a 2 punti fino all'ordine g^4 (2-loops). Il nostro risultato, essendo valido per qualunque valore di N , supporta la validità della corrispondenza anche per N finito [34,35,37]. Tecniche semplici di superspazio permettono anche il calcolo di dimensioni anomale di operatori composti ad ordine next-to-leading direttamente dalla loro funzione a 2 punti, come dimostrato in [42]. Tali tecniche sono state applicate per dimostrare la non-rinormalizzabilità di alcuni operatori della teoria. Tecniche simili sono state utilizzate per studiare proprietà di degenerazione a grandi N di funzioni di correlazione a 4pt per operatori protetti [45] e per calcolare dimensioni anomale per classi di operatori non protetti in cui sia presente mixing non banale [44].

15.1.7 Teorie di campo in geometria non commutativa

Come suggerito dalla teoria delle stringhe, la dinamica a basse energie di D-brane in teorie di tipo II in presenza di una 2-forma di NS-NS non nulla, è descritta da una teoria di campo supersimmetrica in una geometria non commutativa. Tra le varie implicazioni fenomenologiche della stringa c'è quindi la possibilità che ad una certa scala di energia la geometria dello spazio-tempo diventi non commutativa. Questo effetto potrebbe per esempio evidenziarsi a livello sperimentale attraverso l'osservazione di deviazioni nelle leggi di dispersione delle particelle ad alte energie.

Da un punto di vista teorico, è quindi interessante studiare la dinamica di campi in geometria non commutativa. In questo contesto, i miei contributi più riconosciuti sono:

- i) Il calcolo dell'anomalia consistente per una teoria di Yang-Mills supersimmetrica in quattro dimensioni, con supersimmetria $N=1$, accoppiata a materia chirale, in geometria non commutativa [39].
- ii) Lo studio della possibile estensione non commutativa di sistemi integrabili in 2d che preservi l'integrabilità classica del modello. Ci siamo concentrati, in particolare, sull'estensione non commutativa del modello di sine-Gordon. Lo studio di proprietà generali del rapporto tra non commutatività e integrabilità [46,48] hanno portato alla formulazione consistente di un modello di sine-Gordon non commutativo [50] in cui l'integrabilità in presenza di non commutatività forza a formulare il modello in termini di due campi scalari. Nel limite commutativo un solo campo sopravvive, mentre il secondo diventa libero e si disaccoppia dal sistema. Una matrice S fattorizzata e causale è stata determinata.

15.1.8 Teorie di campo quantistiche in superspazio nonanticommutativo

In un lavoro pionieristico che ha poi aperto la strada allo sviluppo delle teorie nonanticommutative tra la comunità internazionale, abbiamo studiato l'estensione al superspazio di strutture non(anti)commutative (NAC) per le coordinate fermioniche [41]. Abbiamo dimostrato che la più generale geometria NAC in superspazio $N=1$, compatibile con l'invarianza per traslazioni e trasformazioni di supersimmetria, ammette la nonanticommutatività delle coordinate fermioniche, oltre a quelle bosoniche, ma è in generale non associativa. L'ulteriore richiesta di associatività impone condizioni extra che lasciano aperta la possibilità di avere geometrie in cui le variabili spinoriali non commutano con quelle bosoniche. Un opportuno prodotto $*$ nello spazio dei supercampi può essere definito. La nonassociatività di tale prodotto è riconducibile all'esistenza di una 3-forma non nulla che, dal punto di vista della teoria di stringa, segnala la presenza di un background non banale. Nel caso del superspazio $N=2$ euclideo è possibile avere un'algebra non banale solo per le coordinate fermioniche. Il nostro lavoro ha avuto un importante seguito poichè è stato successivamente dimostrato come ottenere il nostro superspazio NAC come limite a basse energie della stringa in un background con 2-forme di RR costanti accese.

La NAC delle coordinate fermioniche in superspazio rompe metà della originale supersimmetria $N=1$. Teorie definite su superspazio NAC posseggono quindi supersimmetria $N=1/2$ e la parziale rottura della supersimmetria potrebbe alterarne le proprietà di rinormalizzabilità. Abbiamo quindi studiato la rinormalizzazione, inizialmente per un caso semplice, il modello di Wess-Zumino [47,49], e poi nel caso di teorie di gauge con materia non interagente nella rappresentazione aggiunta del gruppo di gauge [51,56]. Nel modello di Wess-Zumino NAC, la rinormalizzabilità è stata studiata fino a 2 loops descrivendo la NAC attraverso l'introduzione di un campo scalare spurionico. Abbiamo dimostrato che il modello originale non è rinormalizzabile, ma mediante l'aggiunta di extra termini nell'azione classica, è reso rinormalizzabile. L'aggiunta di termini extra segnala che, almeno a questo ordine, il prodotto NAC viene deformato dalle correzioni quantistiche. Interessante notare che le divergenze continuano ad essere solo logaritmiche, nonostante la parziale rottura di supersimmetria. Nel caso delle teorie di super Yang-Mills è stata studiata la rinormalizzazione a 1 loop. In questo caso, il problema da investigare è la compatibilità della struttura NAC del superspazio non solo con la rinormalizzazione, ma anche con la super-gauge invarianza. Abbiamo

dimostrato che 1) l'originaria azione ottenuta semplicemente da quella standard promuovendo i prodotti ordinari a prodotti NAC è non rinormalizzabile. È possibile renderla rinormalizzabile aggiungendo termini super-gauge invarianti e che non deformano il prodotto NAC; 2) le divergenze sono ancora solo logaritmiche, 3) nonostante termini non super-gauge invarianti emergano durante il calcolo, l'azione effettiva a 1 loop è invariante.

I risultati ottenuti sono poi stati utilizzati per formulare teorie di gauge con materia interagente [63,64]. Questo permette lo studio di teorie di super Yang-Mills $N=4$, importanti nel contesto della corrispondenza AdS/CFT.

15.1.9 Teorie di campo supersimmetriche in 6D

Teorie di campo supersimmetriche in 6D entrano naturalmente nella teoria delle stringhe quando compatteficazioni a 4D sono considerate e nella descrizione in termini di matrix model della M-teoria compattificata su un toro T^5 . Sei dimensioni sono anche la dimensione massima in cui possono vivere multipletti con al più elicità $1/2$. In 6D esiste un unico ipermultipletto $N=1$ che, una volta compattificato opportunamente, genera gli ipermultipletti di teorie in dimensioni più basse.

Dal punto di vista tecnico, avendo in mente per esempio di studiare le proprietà quantistiche di teorie interagenti in 6D come richiesto dalla M-teoria, è opportuno descrivere i multipletti in termini di multipletti del più noto superspazio in 4D.

Noi abbiamo proposto una descrizione dell'ipermultipletto in termini di una coppia di un multipletto chirale e uno non minimale (CNM). Abbiamo quantizzato il multipletto e studiato modelli sigma definiti in termini di questo tipo di supercampi. Abbiamo inoltre costruito un superspazio proiettivo in 6D dal quale la nostra descrizione CNM emerge naturalmente compattificando a 4D [55,57]. Il formalismo da noi sviluppato può essere utile per studiare teorie di supergravità in 6D.

15.1.10 Deformazioni marginali della corrispondenza AdS/CFT

Nonostante la sua indiscutibile importanza dovuta alle implicazioni che ne sono derivate, la corrispondenza AdS/CFT, nella sua formulazione originale, non è "fisica" poiché coinvolge teorie di campo con elevato grado di supersimmetria e invarianti conformi. Nel quadro delle generalizzazioni della corrispondenza a teorie più fisiche, troviamo la formulazione della corrispondenza in presenza di deformazioni marginali che rompano parzialmente o totalmente la supersimmetria lasciando la teoria al suo punto fisso conforme. Dal punto di vista della teoria di campo, una classe di modelli è ottenuta deformando il superpotenziale cubico della teoria $N=4$ SYM mediante l'introduzione di fasi. A seconda del numero di parametri introdotti, la supersimmetria è rotta a $N=1$ (caso ad un solo parametro) o a $N=0$ (caso a tre parametri). Il regime di accoppiamento forte di queste teorie "beta-deformate" è descritto da una teoria di stringa (supergravità) ottenuta mediante una opportuna deformazione della sfera S_5 .

Grazie all'alto grado di supersimmetria, la teoria di super Yang-Mills $N=4$ è una teoria finita, naturalmente seduta nel suo punto fisso superconforme e la costante d'accoppiamento non fluisce. La rottura, anche parziale, della supersimmetria dovuta a deformazioni marginali, in generale altera le proprietà di non rinormalizzazione ed occorre studiare quali siano le condizioni sui parametri di deformazione che mantengono la teoria al punto fisso. Inoltre, la struttura dell'anello chirale degli operatori protetti della teoria viene modificata come anche le dimensioni anomale di operatori non protetti. Il nostro risultato importante [54,59,60] è la determinazione delle condizioni esatte (cioè a tutti gli ordini nella costante di accoppiamento) sui parametri di deformazione che determinano lo spettro dei punti fissi della teoria. Abbiamo dimostrato che nel limite di grandi N (per teoria $SU(N)$) la richiesta che la teoria abbia un punto fisso conforme indipendente dallo schema di regolarizzazione fissa univocamente tali parametri. Abbiamo inoltre studiato la struttura dell'anello chirale [53,58] determinando una grande classe di operatori protetti mediante il calcolo perturbativo fino a 3 loops di funzioni di correlazione a 2pt.

15.1.11 Mesoni in teorie di Yang-Mills marginalmente deformate

Un'importante generalizzazione della corrispondenza AdS/CFT è ottenuta introducendo materia nella rappresentazione fondamentale ("quarks") nella teoria di super Yang-Mills $N=4$. La teoria di campo risultante è una teoria supersimmetrica $N=2$ con gradi di libertà di flavor. Secondo il dizionario della corrispondenza, la sua descrizione duale è ottenuta immergendo nel background originale $AdS_5 \times S_5$ un sistema di D7 brane che si estendono nelle quattro direzioni dello spazio-tempo e sono opportunamente avvolte sullo spazio interno. I gradi di libertà dei quarks sono associati a stringhe che si estendono dalle D3 alle D7 brane. Segue che stringhe con entrambi gli estremi sulle D7 descrivono i gradi di libertà mesonici della teoria. Tecnicamente parlando, le fluttuazioni delle D7 brane corrispondono allo spettro mesonico della teoria di gauge. Questo spettro è stato determinato in letteratura per la teoria $N=4$. È uno spettro discreto che dipende da un numero intero e dal numero quantico azimutale della sfera $S_3 \subset S_5$ su cui è avvolta la D7. Lo spettro è degenere nel numero quantico "magnetico".

Motivati dalla necessità di studiare teorie con minor supersimmetria, ci siamo posti il problema di studiare se e come lo spettro mesonico della teoria sia deformato dall'introduzione di perturbazioni marginali della teoria che rompano parzialmente o totalmente la supersimmetria. Nella sua descrizione duale di supergravità, abbiamo determinato le condizioni di immersione di D7 brane nel background deformato e studiato le relative fluttuazioni. Risolvendo analiticamente le equazioni del moto delle fluttuazioni, abbiamo determinato il nuovo spettro. L'effetto della perturbazione è quello di rompere la degenerazione nel numero quantico magnetico in modo simile a quanto accade nel caso dell'effetto Zeeman in MQ. Lo spettro viene a dipendere esplicitamente dai parametri di deformazione. Anche se il modello proposto non è ancora "fisico" poichè la teoria è invariante conforme, la dipendenza dello spettro da parametri liberi di deformazione permette in linea di principio un fine-tuning con i risultati sperimentali [61,62].

15.1.12 Teorie di Chern–Simons con materia in tre dimensioni

Un'importante e non banale realizzazione della corrispondenza AdS/CFT coinvolge una teoria di campo di Chern–Simons in tre dimensioni, in interazione con materia. Questa è una teoria con supersimmetria $N=6$ (la cosiddetta teoria ABJM) e la sua descrizione duale è realizzata in termini di una stringa di tipo IIA su background $AdS_4 \times CP^3$ o M-teoria su $AdS_4 \times S^7/Z_k$. Attraverso la corrispondenza, teorie di campo in tre dimensioni in regime perturbativo forniscono una descrizione duale della gravità quantistica in quattro dimensioni. È quindi importante sondare proprietà di simmetria, dualità, nonché l'integrabilità nel settore on-shell di queste teorie e investigare similarità e differenze con il caso standard di $N=4$ SYM. Un'ulteriore importante motivazione per studiare la formulazione tridimensionale della corrispondenza è quella di evidenziare eventuali proprietà della corrispondenza che siano indipendenti dalla particolare realizzazione, migliorando così la comprensione dei meccanismi profondi che sono alla base della sua validità.

Per tali modelli abbiamo studiato le proprietà di rinormalizzabilità, lo spettro dei punti fissi, le traiettorie del gruppo di rinormalizzazione e la stabilità della teoria nell'infrarosso [65,66]. Abbiamo dimostrato l'esistenza di curve del gruppo di rinormalizzazione che risultano globalmente stabili, ma localmente instabili. In generale, il sistema ha una sola direzione di stabilirà locale che corrisponde a deformazioni che rispettano il massimo grado di simmetria della teoria. Il manifold conforme della teoria è stato determinato in [67].

Mi sono inoltre concentrata sullo studio delle ampiezze di scattering in ABJM, funzioni di correlazione di operatori composti e Wilson loops. I maggiori risultati in questo ambito sono stati: il calcolo esplicito dell'ampiezza a quattro particelle a due loops, il Wilson loop con bordo di tipo luce, funzioni di correlazione a 1 loop e ampiezze a 1 loop per ogni numero di particelle esterne. Interessanti relazioni di dualità tra queste quantità sono state discusse, che ricordano in parte ciò che già succede in $N=4$ SYM. In ogni caso, poichè le proprietà perturbative di una teoria in tre dimensioni sono in generale molto diverse dalle proprietà in quattro dimensioni, i risultati trovati non sono banali repliche del caso quadridimensionale. Un'interessante identità è stata ricavata tra l'ampiezza di scattering a quattro particelle, a 1 loop in $N=4$ SYM e lo stesso oggetto, ma a due loops, in ABJM. I risultati ottenuti [68 - 74,76,77] costituiscono un'importante prova che anche nella formulazione tridimensionale della corrispondenza esista una struttura d'integrabilità e vanno nella direzione di sostenere l'idea che l'integrabilità sia quindi una proprietà profonda della corrispondenza, indipendente dalla particolare realizzazione.

Per questo tipo di teorie (ABJM e teorie di Chern-Simons con materia che preservano $N=4$ supersimmetria) è stato intrapreso lo studio di Wilson loops che preservano parte delle supersimmetria (BPS Wilson loops). Tali operatori sono in generale non protetti e il loro valore d'aspettazione quantistico ha un valore diverso in regime di debole o forte accoppiamento. Essendo operatori che preservano una frazione della supersimmetria originaria, tecniche di localizzazione possono essere utilizzate per determinare il valore esatto per ogni valore finito della costante d'accoppiamento. Inoltre, attraverso la corrispondenza AdS/CFT, questi operatori hanno una descrizione duale in termini di soluzioni di stringa fondamentale o configurazioni di M-brane. È possibile quindi utilizzare la loro descrizione duale per calcolarli a strong coupling. Dimostrare che il loro valore quantistico a strong coupling calcolato nella descrizione duale coincide con il risultato della localizzazione nello stesso regime costituisce quindi una prova altamente non banale della validità della corrispondenza AdS/CFT. Inoltre, questi operatori sono legati ad altre quantità fisiche importanti come la *cusp anomalous dimension* e la *Bremsstrahlung function*, quantità che possono essere calcolate anche con tecniche di integrabilità (TBA equations). I Wilson loops entrano quindi nel pacchetto di strumenti importanti per convalidare l'ipotesi d'integrabilità nella corrispondenza AdS/CFT. Principali risultati in questo ambito sono stati [75,78,79,82,86]: la comprensione della presenza e del significato di fattori di fase topologici (framing factors) nei risultati perturbativi per questi operatori; introduzione di nuovi BPS Wilson loops con accoppiamenti bosonici e fermionici dipendenti da un parametro interno (latitude); formula esatta per la Bremsstrahlung function in funzione di questi latitude Wilson loops, successivamente testata perturbativamente a tre loops. Calcolo della anomalous dimension a tre loops.

Per teorie $N=4$ Chern-Simons con materia una costruzione sistematica degli $1/2$ BPS Wilson loops è stata

fatta utilizzando un meccanismo di Higgsing in teoria di campo e il suo duale in M-teoria. In particolare, è stato dimostrato che la degenerazione di questi operatori, ossia esistenza di operatori diversi che preservano lo stesso set di supercariche, trovata precedentemente da altri autori ha una spiegazione nella descrizione duale in termini di configurazioni di M2-brane e M2-antibrane che conservano lo stesso set di supercariche [85]. Un controllo perturbativo a tre loops sembra indicare che la degenerazione venga rotta a livello quantistico, ma il meccanismo e la sua spiegazione sono ancora in fase di studio [81,83].

15.1.13 T-dualità fermionica in modelli di superstringa

Dualità perturbative e non perturbative della teoria di stringa sono uno strumento fondamentale per investigare proprietà nascoste e simmetrie nella corrispondenza AdS/CFT. In particolare, per il caso più studiato di modello di stringa su un background $AdS_5 \times S^5$, duale alla teoria di Yang-Mills con supersimmetria $N = 4$, è stato osservato che l'invarianza del modello di stringa sotto una opportuna combinazione di trasformazioni di T-dualità lungo direzioni bosoniche e direzioni fermioniche, è responsabile di proprietà inaspettate della teoria di campo duale, quale l'identità perturbativa tra ampiezze di scattering e Wilson loops e, in ultimo, l'integrabilità on-shell della teoria. È quindi importante estendere quest'analisi a formulazioni diverse di AdS/CFT che coinvolgano backgrounds in dimensioni diverse e con un grado di supersimmetria minore. L'invarianza dell'azione di Green-Schwarz per la stringa in backgrounds del tipo $AdS_3 \times S^3 \times T^4$, $AdS_2 \times S^2 \times T^6$, $AdS_3 \times S^3 \times S^3 \times S^1$ and $AdS_2 \times S^2 \times S^2 \times T^4$ è stata studiata in generale considerando tutti i gradi di libertà del modello, senza fissare l'invarianza per kappa simmetria e includendo i fermioni associati ai generatori di supersimmetria rotta. Si è ottenuto che proprietà di self-dualità sopravvivono anche in questi casi [80]. È allora interessante capire quali siano le ricadute su possibili modelli duali di teoria di campo. Questo è attualmente in studio.

15.2 TEORIE CONFORMI E MODELLI INTEGRABILI

15.2.1 Sistemi integrabili in due dimensioni

Lo studio di teorie conformi in due dimensioni e modelli lagrangiani integrabili descriventi sistemi conformi perturbati al di fuori del punto critico, è da anni una branca importante della ricerca teorica. Infatti, i vuoti di stringa sono teorie conformi e il grande problema della classificazione dei vuoti può essere affrontato, nel linguaggio della teoria dei campi, studiando lo spettro dei punti fissi e il flusso del gruppo di rinormalizzazione che li connette. Inoltre, i sistemi integrabili hanno immediata applicazione in meccanica statistica per descrivere modelli statistici bidimensionali perturbati fuori dal punto critico. I principali risultati ottenuti in questo ambito riguardano le teorie Toda, ossia teorie scalari con potenziali di interazione esponenziali associati alle radici di un'algebra semplice (l'esempio più noto è il modello di sine-Gordon relativo all'algebra $su(2)$). Queste teorie sono note essere classicamente integrabili (posseggono un numero infinito di cariche conservate in involuzione) e possono essere interpretate come descriventi sistemi conformi perturbati lungo direzioni che rompono l'invarianza conforme, ma mantengono l'integrabilità. Noi abbiamo studiato le proprietà quantistiche di queste teorie. In particolare, studiando le traiettorie del gruppo di rinormalizzazione, abbiamo dimostrato che nei limiti infrarosso e ultravioletto queste teorie fluiscono a due punti conformi diversi che, per particolari valori dei parametri della teoria, descrivono due diversi modelli statistici [7,8,9,10, 11,12].

La proprietà di integrabilità delle teorie di campo di tipo Toda garantisce l'esistenza di una matrice S elastica, fattorizzata in processi a due particelle. La matrice S può essere determinata esattamente imponendo relazioni algebriche derivanti dall'integrabilità del sistema. Le proprietà on-shell di tali sistemi sono quindi completamente note. Noi ci siamo occupati dello studio della matrice S per teorie Toda associate a superalgebre di Lie. Tali matrici S hanno una precisa corrispondenza con la matrice di transfer di particolari modelli statistici su reticolo [13,14,15].

15.2.2 Sistemi integrabili supersimmetrici e teorie topologiche

Teorie di campo integrabili in 2d di tipo Toda ammettono alcune generalizzazioni supersimmetriche. Motivazioni per studiare queste estensioni supersimmetriche vengono di nuovo dalla teoria di stringa (i vuoti della superstringa presentano supersimmetria) e dalla ricerca della supersimmetria in meccanica statistica. Per tali teorie abbiamo studiato l'integrabilità a livello classico e quantistico, determinando in modo esatto le prime correnti conservate non banali di spin maggiore di 2 [16,17,18]. Tale proprietà è sufficiente per assicurare l'esistenza di una matrice S esatta. Un aspetto interessante è lo studio del disaccoppiamento dallo spettro fisico degli stati di ghosts che necessariamente sono presenti a causa della manifesta non unitarietà della teoria. Un'ulteriore peculiarità è inoltre la presenza di soluzioni solitoniche alle equazioni del moto. È interessante quindi indagare se il sottosettore solitonico coincida con il sottospazio fisico di queste teorie.

Una sottoclasse di queste teorie Toda supersimmetriche presentano una seconda supersimmetria non manifesta. Di tali teorie abbiamo studiato la versione topologica come esempio di formulazione di una teoria di campo topologica nello spazio di Minkowski (in letteratura sono in genere formulate nello spazio euclideo), dove la natura topologica della teoria non preclude l'esistenza di gradi di libertà fisici propaganti. Abbiamo infine isolato e studiato il settore solitonico della teoria e calcolato la più generale funzione di correlazione con un numero arbitrario di stati solitonici nella versione topologica di queste teorie. I risultati sono riportati in [19,20].

15.2.3 Sistemi integrabili con bordo

Sistemi bidimensionali di tipo Toda definiti sul semipiano e caratterizzati da interazioni al bordo non banali sono di grande interesse fisico per la loro immediata applicazione allo studio di fenomeni bidimensionali quali l'effetto Kondo, sistemi dissipativi, problemi di impurità quantistica e effetto Hall quantistico. Lo studio condotto sull'integrabilità di tali teorie, ha innanzitutto permesso di determinare la più generale forma dell'interazione al bordo che garantisca l'integrabilità della teoria a livello classico. A livello quantistico, la richiesta di conservazione della prima corrente non banale implica una rinormalizzazione finita del potenziale sul bordo, mentre la corrente successiva risulta intrinsecamente anomala. Questa caratteristica sembra sopravvivere anche a spin più alti dimostrando che a livello quantistico queste teorie perdono il carattere di integrabilità. I risultati ottenuti sono riportati in [21,22,23]. Questi risultati potrebbero essere importanti alla luce dei recenti sviluppi sulle teorie conformi con difetti.

15.2.4 Teorie di campo bidimensionali integrabili con un numero infinito di risonanze

Teorie di campo bidimensionali integrabili definite da matrici S ellittiche si distinguono per la presenza di una doppia periodicità della matrice S a 2 particelle come funzione della rapidità relativa. Infatti, tali matrici S , definite

in termini delle funzioni ellittiche di Jacobi, presentano una periodicità sull'asse reale, oltre all'usuale periodicità immaginaria che riflette l'unitarietà della teoria e la simmetria di crossing. La conseguenza fisicamente più rilevante è la presenza di un numero infinito di risonanze che influenzano il comportamento del sistema nel regime ultravioletto. Nel caso della più semplice matrice S con doppia periodicità abbiamo affrontato il problema del calcolo dei Fattori di Forma (FF) a partire dalle loro equazioni ricorsive e di monodromia [33]. A causa della natura periodica della matrice S , tali equazioni risultano possedere un numero infinito di soluzioni. Sono stati determinati i FF fino a quattro particelle. Dallo studio degli elementi di matrice della traccia del tensore energia-impulso, grazie al c-teorema si evince l'andamento asintotico UV del modello in considerazione. Al variare del periodo reale, la carica centrale di tale modello nel limite UV può assumere un qualsiasi valore nell'intervallo $(0,1)$. Il limite UV è quindi in generale una teoria conforme irrazionale, non-unitaria. Sviluppi ulteriori riguardano la miglior comprensione delle possibili applicazioni fisiche di questi modelli e l'eventuale connessione con l'usuale teoria di campo lagrangiana.

15.2.5 Flusso dimensionale da 4 a 2 dimensioni

Recentemente ho aperto una nuova linea di ricerca riguardante teorie (super)conformi in due dimensioni ottenute mediante compattificazione topologicamente twistata su superfici di Riemann di teorie superconformi in quattro dimensioni. Questo studio rappresenta un importante contributo al tentativo di classificare tutte le teorie conformi in due dimensioni, considerato che queste giocano un ruolo fondamentale in teoria di worldsheet di stringa e nella formulazione della corrispondenza AdS_3/CFT_2 . Inoltre, avere una prescrizione che lega teorie conformi in due dimensioni a quelle in quattro può essere utilizzato per migliorare lo studio delle proprietà delle teorie in quattro dimensioni al punto fisso IR, soprattutto nel caso di teorie note non-lagrangiane. Nel lavoro [84] abbiamo classificato tutte le teorie bidimensionali ottenute dalla compattificazione su generiche superfici di Riemann di teorie $N=1,2,3,4$ supersimmetriche in quattro dimensioni, in termini della frazione di supersimmetria che sopravvive dopo il *topological twist*. Abbiamo inoltre dato una formula generale per calcolare la carica centrale in due dimensioni come funzione delle anomalie di 't Hooft in quattro dimensioni. Nel lavoro [87], per teorie ottenute dalla compattificazione di teorie toriche abbiamo dato una prescrizione generale per il calcolo della carica centrale in termini delle proprietà geometriche del diagramma torico della teoria originaria in quattro dimensioni. Abbiamo inoltre testato la nostra prescrizione per molti esempi di teorie toriche.

16 LISTA DELLE PUBBLICAZIONI

104 pubblicazioni. La lista completa é consultabile al sito INSPIRE (<https://inspirehep.net>)

<https://inspirehep.net/literature?sort=mostrecent&size=25&page=1&q=a%20penati&ui-citation-summary=true>

Milano, 18 Ottobre 2023

Silvia Penati

Matteo Biassoni

Bibliometric indicators

Number of publications in refereed journals: 119

Number of citations: 3113

All information given as on Scopus:

<https://www.scopus.com/results/authorNamesList.uri?orcidId=0000-0002-9184-6217&origin=searchauthorlookup>

Education and Training

Università degli Studi di Milano-Bicocca	Physics	Bachelor Degree	2007
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Physics	Master Degree	2009
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Physics	Ph.D.	2013
Università degli Studi di Milano-Bicocca	Physics	Postdoc	2013-2016
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Physics	Research Grant	2016-2017

Professional experience

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)	Staff Researcher	2017 - today
--	------------------	--------------

Research experience, Coordination and Leadership positions

2022 - now	Member of the KATRIN Collaboration Board
2021 - now	Technical Coordination of the CUPID experiment and member of the CUPID Executive Board
2019 - 2021	Senior Member of the Physics Coordination Board - CUORE
2019 - 2021	Italian PI of the TRISTAN upgrade of the KATRIN experiment
2018 - 2021	Local PI of the TRISTAN upgrade of the KATRIN experiment
2017 - today	Data Production Coordinator - CUORE
2016 - 2019	Italian PI and Local PI of the SINGLE project
2015 - 2017	Young Member of the Physics Coordination Board - CUORE
2015 - 2016	CUORE Detector Installation Team
2014 - 2016	Mini-Tower Coordinator
2013 - 2014	L3 Manager for the gluing of CUORE detectors, member of the CUORE Technical Coordination Board

Other scientific activities

2023 - today	External referee for the INFN CSN2 - Astroparticle Committee
2023 - today	Member of the Local Organizing Committee of Neutrino 2024 International Conference

2018 - today	Referee for Journal of Instrumentation
2018	Convener of IFAE2018 conference, "Cosmology and Astro-particle" section
2019	Member of the Local Organizing Committee of LTD18 conference

Teaching activities

- Assistant Professor, Particle Physics 1 (Physics Master degree course): 6 years
- Assistant Professor, Radiation Detectors (Physics Master degree course): 4 years
- Assistant Professor, Nuclear and Particle Physics Laboratory (Physics degree course): 1 year
- Assistant Professor, Physics Laboratory 2 (Physics degree course): 1 year
- Laboratory Tutor, Physics Laboratory 2 (Physics degree course): 4 years
- Laboratory Tutor, Particle Physics Laboratory (Physics Master degree course): 2 years
- Course Tutor, Double Beta Decay Course (Physics PhD course): 4 years
- Supervisor of BA and MS thesis: >20 times
- Supervisor of PhD students: 2 times
- Seminars in Physics Master degree courses: 2 times

Contributions to Conferences

- "CUORE and CUPID sensitivity", Talk at SNnD 2023@LNGS, International Conference on Supernova Neutrino Detection (LNGS, Italy, May 29th - June 1st, 2023)
- "Perspectives of neutrino physics with CUPID", Talk at Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste (La Thuile, Italy, March 5-11, 2023)
- "Latest results from the CUORE Experiment", Talk at TAUP2021 (Valencia, Spain, August 26 - September 3, 2021)
- "Results from the CUORE experiment", Talk at International Symposium Revealing the history of the universe with underground particle and nuclear research 2019 (Tohoku University, March 7-9, 2019)
- "Result from the CUORE Experiment", Talk at Blois 2018: 30th Rencontres de Blois on "Particle Physics and Cosmology" (Blois, France, June 3-8, 2018)
- "The CUORE and CUORE-0 experiments at LNGS", Talk at "Workshop on the Future of Fundamental Physics" in the ICNFP2017 (International Conference on New Frontiers in Physics) (Kolymbari, Greece, August 27-29, 2017)
- "Review of neutrinoless double beta decay experiments", Invited talk at NOW2016, (Otranto, Italy, September 4-11, 2016). Published in PoS NOW 2016 (2017) 059. doi:10.22323/1.283.0059
- "SINGLE: single photon sensitive cryogenic light detectors", Poster at Neutrino 2016, The XXVII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Imperial College, London, UK, July 4-9, 2016)
- "CUORE-0 experiment: first physics results", Talk at NDM'15, Neutrinos and Dark Matter in Nuclear Physics 2015 (Jyväskylä, Finland, June 1-5, 2015). Published on the Booklet of Abstract of the Conference

- “A new Way of comparing DBD experiments”, Invited talk at NOW2014, (Otranto, Italy, September 7-14, 2014). Published in Nucl.Part.PhysProc. 265-266 (2015) 34-37. DOI: 10.1016/j.nuclphysbps.2015.06.009
- “Dark matter search with CUORE-0 and CUORE”, Talk at TAUP2013, (Asilomar, CA, September 8-13, 2013). Published in Phys. Procedia 61 (2015) 13. DOI:10.1016/j.phpro.2014.12.005
- “CUORE-0”, Invited talk at GDR Neutrino Plenary Meeting (Paris, France, May 21-22, 2013)
- “The CUORE experiment potential as supernova neutrinos observatory”, Invited talk at Nu-
- Mass2013 (Milano, Italy, February 4-7, 2013). Published in “The Future of Neutrino Mass Measurements: Terrestrial, Astrophysical, and Cosmological Measurements in the Next Decade. Highlights of the NuMass 2013 Workshop”. Milano, Italy, February 4 - 7, 2013, G.J. Barker et al., arXiv:1309.7810
- “Prestazioni a bassa soglia e rivelazione coerente di neutrini da supernova in CUORE-0 e CUORE”, Talk at IFAE 2012, Incontri di Fisica delle Alte Energie (Ferrara, Italy, April 11-13, 2012). Best communication award
- “Low energy performance and coherent detection of supernova neutrinos in CUORE-0 and CUORE experiment”, Poster at Neutrino 2012, The XXV International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Kyoto, Japan, June 3-9, 2012)
- “Rivelazione di neutrini da supernova nell’esperimento CUORE”, Talk at SIF 2011, Congresso della Società Italiana di Fisica (L’Aquila, Italy, September 26-30, 2011)
- “From CUORICINO result to CUORE-0 startup: CUORE begins”, Poster at BLV2011, Third International Workshop on Baryon and Lepton Number Violation (Gatlinburg, Tennessee, September 22-24, 2011)
- “Da CUORICINO a CUORE”, Invited talk at SIF 2010, Congresso della Società Italiana di Fisica (Bologna, Italy, September 20-24, 2010)

Description of the research activities

Member of the CUORE international Collaboration, Jan 2010 - today

CUORE is an international collaboration of more than 120 scientists, mainly from Italy and US, committed to searching for neutrinoless double beta decay and other rare events. My involvement in the experiment has covered, over the years, basically all the experimental (R&D, construction and operation of the detector), software and analysis aspects.

In 2011-2012 I was involved in the construction and commissioning of CUORE-0 at LNGS, assuming in the following years a leading role in the event reconstruction and data analysis. Between 2013 and April 2014 I was line manager for the CUORE gluing system and gluing operations. I developed the imaging system non-destructive quality control and I designed and implemented an upgrade for the chip manipulation robotic arm. I supervised the gluing operations, the maintenance of the system and the training of the involved personnel. I was ultimately responsible for the quality of the sensor-crystal coupling and for the respect of the schedule.

In 2012 I was part of the team that commissioned the CUORE cryostat vessels. Between 2014 and 2015 I coordinated the MiniTower detector, a small array of 8 CUORE-like thermal detectors that was used during the multiple commissioning runs of the CUORE cryostat to

monitor the system performance in terms of temperature stability, electronic and vibrational noise and radioactivity levels.

Starting March 2015 I was a member of the CUORE Towers Installation Team. The team was responsible for the installation of the 19 CUORE towers in the cryostat. After developing the tools and procedures and a long training phase, the detector was eventually installed in summer 2016.

Together with the hardware activities I took part and coordinated the analysis effort of the CUORE data, first as Analysis Shifter for the CUORE-0 and early CUORE data, then as member of the CUORE Physics Coordination Board (young member 2015-2017, senior member 2019-2021), and now as Data Production Coordinator and responsible for the Italian computing facility (CNAF) that is being used for the massive data production and analysis effort.

Member of the CUPID international Collaboration, April 2015 - today

I have been involved in the activities related to the upgrade of the CUORE experiment with the implementation of particle identification since the early stages of the project. CUPID is an international Collaboration with ~200 members. In January 2021 I was appointed Technical Coordination of the CUPID project and became a member of the CUPID Executive Board. As TC I am ultimately responsible for the execution of the project with the construction and commissioning of the detector. The TC role is to coordinate the construction effort, create a plan of the operations and guarantee its execution, integrate the scopes of the different countries and partners involved in the project (mainly Italy, US and France research institutions as well as commercial partners for the procurements of some parts), guarantee that the command chain is respected in order to beam the efforts of the Collaboration towards the successful construction of CUPID. In the EB I share with the other members the responsibility of the scientific success of the experiment, of the interaction with the funding agencies as well as with the rest of the scientific community, and of the smooth and effective working of the internal mechanisms of the Collaboration.

PI of the SINGLE project

SINGLE was an R&D project, funded between 2016 and 2019 by INFN CSN5, for the development of cryogenic light detectors with a single optical photon sensitivity enhanced by the Neganov-Luke effect. The activity consisted in iterating over the design, production (performed by an external research institution, FBK) and testing of the detectors in a dilution refrigerator. The main application of the resulting detector technology is to the future generation of rare events physics experiments with cryogenic calorimeters, where very fast and sensitive light detectors are required to implement the particle identification and pile-up rejection.

IS604 experiment at ISOLDE

Between 2016 and 2018 I took part in the collection of radioactive nuclei at the ISOLDE facility at CERN with the goal of creating a very shallow alpha source to be used for the calibration and study of the response function of high resolution cryogenic calorimeters.

Member of the Tristan/KATRIN Collaboration

The Tristan upgrade for the KATRIN experiment consists in the replacement of the focal plane detector with a very dense matrix of SDD pixels. SDDs are able to withstand high counting rates with an excellent energy resolution. The goal of the upgrade is to investigate

the existence of a keV scale sterile neutrino by searching for a deformation of the differential tritium spectrum.

I work on the study, by means of direct measurements, of the detector-related systematics, with particular focus on the detector response to monochromatic electrons, as well as the backscattering probability as a function of energy and incidence angle in a range of materials that are used in the KATRIN setup.

PI of the 3dSPARK project - PRIN 2022 Project 2022C7ESM3

The 3dSPARK project aims at demonstrating the technical feasibility of operating large arrays of cryogenic calorimeters for double beta decay searches in mechanical structures realized with scintillating polymers via additive manufacturing. The replacement of passive materials in the detector structure with low-density low-Z scintillating polymers would reduce the background to the level required by next generation experiments. Exploiting additive manufacturing allows to optimize the design and reduce the total amount of material, as well as to prevent any recontamination generated by traditional machining technique.

As PI of the project I'm in charge of coordinating the joint effort of the three partner institutions (INFN, University of Milano-Bicocca and University of Roma La Sapienza) towards the final goal of building and operating a technological demonstrator.

Other scientific activities

- Phenomenological studies: during my PhD thesis and in the following years I studied the sensitivity of cryogenic calorimeters to the coherent scattering interaction of neutrinos from supernovae and artificial sources. I applied these studies by implementing an algorithm for the online triggering of galactic supernova events in the CUORE experiment. I implemented a new way of comparing the sensitivity of experimental techniques for the search for neutrinoless double beta decay by combining the many experimental parameters in a two dimensional space (performance and scale) where the most cost-effective path to increase the sensitivity is clearly pictured.
- NuPECC Long Range Plan 2024: since February 2023 I'm a member of the topical working group on "Fundamental Interactions and Symmetries" for the preparation of the corresponding chapter of the Long Range Plan.

Le dichiarazioni rese nel presente documento sono da ritenersi rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del DPR n. 445/2000.

Milano, October 11th 2023

Curriculum Vitae

Name: Irene Nutini

Spoken Languages: Italian (mother tongue), English (C1/C2), Spanish/French (A1/A2)

EDUCATION

- Master post-lauream: 24CFU for teaching (2021). Università degli Studi di Milano Bicocca, Italia. Avg grade 29.5/30.
- Ph.D. in Astroparticle Physics (2015 – 2018). Gran Sasso Science Institute, GSSI - INFN, Italia. Thesis: '*The CUORE experiment: detector optimization and modelling and CPT conservation limit.*' [Excellent cum Laude]. Joint PhD with SISSA Trieste. Thesis work at Laboratori Nazionali del Gran Sasso.
- Master Degree in Scienze Fisiche e Astrofisiche - Fisica Nucleare e Subnucleare (2012 – 2015). Università degli Studi di Firenze, Italia. Thesis: '*Study of charged particle interaction processes on Ar in the 0.2 - 2.0 GeV energy range through combined information from ionization free charge and scintillation light.*' [110/110 cum Laude]. Joint thesis work with Fermilab – Neutrino Division.
- Bachelor Degree in Fisica e Astrofisica (2009 – 2012). Università degli Studi di Firenze, Italia. Thesis: '*Construction of the Gamma400 calorimeter's prototype and characterization of the silicon photodiode detectors.*' [109/110]

FELLOWSHIPS and HONORS

- "40 under 40 - Fortune Italia". Selected among the ten most influent italian researchers under 40 y.o. in 2020. (2020)
- "Giovani Talenti" award from Università degli Studi di Milano Bicocca and Accademia dei Lincei - Third place in 'Scienze Fisiche' section. (2020)
- Italian National award "Bruno Rossi" from INFN for the best PhD Thesis in Astroparticle Physics of 2019. (2020)
- "Neutrino Physics Center Fellowship" at Fermilab. (2015–2017)
- "Summer student scholarship" at Fermilab - Particle Physics Division. (2014)

TEACHING EXPERIENCE

- Teaching assistant for the Bachelor degree in Physics at UniMiB. 'Electronics and Optics' - A.y. 2021-2022, 2022-2023; Statistics and Programming languages' - A.y. 2019-2020, 2020-2021
- Tutor of Master and PhD physics students. Physics Master/Bachelor Thesis Advisor/Co-Advisor at UniMiB (10 students; from 2019), Tutor of physics students at UniMiB and LNGS (> 15 students; from 2017)

CHRONOLOGY OF EMPLOYMENT AND RESEARCH EXPERIENCES

- *Staff Researcher*, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sez. Milano Bicocca Bicocca, Milano, Italia. (Nov 2022- current). Research in rare events and neutrino physics, with low temperature detectors in cryogenic environments. Responsibility roles in CUORE and CUPID experiments. Development of novel detectors.
- *Post-doctoral researcher* [AdR type A2 - SSD FIS/04], Univ. degli Studi di Milano Bicocca, Milano, Italia. (Apr 2019 - Oct 2022). Post-doctoral fellowship on optimization of low temperature detectors, particularly for the CUORE and CUPID experiments. Data processing and analysis.
- *Post-doctoral researcher* [AdR type B - SSD FIS/04], Univ. degli Studi di Milano Bicocca, Milano, Italia. (Nov 2018 - Mar 2019). Post-doctoral fellowship on the study of the thermal response of TeO₂-based cryogenic detectors. Coordination of the CUORE data-taking and data analysis. Based at Laboratori Nazionali del Gran Sasso.

RESEARCH ACTIVITIES

- Scientific interests: particle and neutrino physics, detector technologies, solid state detectors, thermal sensors, cryogenics, vacuum, data analysis.
- Experiments. INFN CSN2: CUORE experiment (2016 -), CUPID (2019 -), TRISTAN (2022 -). PRIN 2020: COLD project (2022 -). Fermilab: LArIAT experiment (2014-2022).
- Team work in international collaborations. Organization and coordination of experimental activities (laboratory and data analysis).
- Appointed with important responsibility roles in the experiments. CUORE: Physics Board Coordinator from 2022, Detector Response Working Group Leader from 2020, Onsite Run Coordinator in 2019. CUPID: Detector Performance Coordinator from 2022, Milano R&D Run Coordinator from 2020. TRISTAN: INFN Milano Bicocca Local Responsible from 2023.
- Dissemination of the research to experts, students and general public: Premio Asimov, INFN Art & Science, Sharper/Notte dei ricercatori, Pint of Science, Role Model at mid/high schools, Giovedì Scienza...

INFORMATIC KNOWLEDGE

- OS: Mac, Linux and Windows
- DTP: LaTeX, Microsoft Office
- Programming languages: C, C++, Bash, SQL, Python
- Data analysis software: ROOT, Mathematica, MathLab, Geant4

Il sottoscritto è a conoscenza che, ai sensi dell'art. 26 della legge 15/68, le dichiarazioni mendaci, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi sono puniti ai sensi del codice penale e delle leggi speciali. Inoltre, il sottoscritto autorizza al trattamento dei dati personali, ivi compresi quelli sensibili, ai sensi e per gli effetti del decreto legislativo 196/2003 per le finalità di cui al bando di candidatura.

Milano, 08/10/2023

Signature