

## Curriculum dell'attività scientifica e didattica

Prof. Isidoro Ferrante

### Biografia sintetica

- [REDACTED]
- Ho vinto nel Settembre 1984 un posto di allievo ordinario presso la Scuola Normale Superiore.
- Mi sono iscritto nell'Ottobre 1984 al corso di laurea in fisica presso l'Università degli Studi di Pisa, dove mi sono laureato nel Luglio 1989 con la votazione di 110/110 e lode discutendo una tesi dal titolo "Ricerca di particelle supersimmetriche nell'esperimento ALEPH al LEP", relatori i prof.ri [REDACTED], conseguendo nel contempo il diploma della Scuola Normale Superiore.
- Nel gennaio 1990 ho vinto una borsa di dottorato presso l'Università di Pisa, classificandomi primo con un punteggio di 120/120.
- Nel febbraio 1992 sono risultato vincitore di un posto da ricercatore di Fisica Generale presso l'Università di Pisa, dove ho preso servizio nel novembre 1992 al termine del corso di dottorato.
- Nel corso del 1993 ho iniziato la collaborazione con l'esperimento VIRGO
- Nel Dicembre 1993 ho conseguito il titolo di dottore di ricerca discutendo una tesi dal titolo "Misura di precisione della vita media del leptone tau basata sull'uso del rivelatore di vertice in ALEPH"
- Dal Novembre 1995 a seguito di giudizio favorevole della commissione nazionale sono entrato in ruolo come ricercatore confermato.
- Ho conseguito l'abilitazione per il settore disciplinare 02/A1 – seconda fascia, dal 28/11/2014 al 28/11/2020

- Ho preso servizio nel Dicembre 2018 come professore di II fascia presso l'università degli studi di Pisa.

## Titoli

### Organizzazione o partecipazione come relatore a convegni di carattere scientifico in Italia o all'estero

- Comunicazione al LXXVII CONGRESSO NAZIONALE della SIF, L'Aquila, 1991. Titolo dell'intervento: Misura della vita media del leptone  $t$  col metodo della lunghezza di decadimento ad ALEPH
- Partecipazione come relatore *al Third workshop on Lepton Physics*, dal 19-09-1994 al 22-09-1994. Titolo dell'intervento: TAU LIFETIME MEASUREMENTS WITH THE IMPACT PARAMETERS SUM METHOD IN 1-1 EVENTS
- Partecipazione come relatore a HEP97, International Europhysics Conference on High Energy Physics, dal 19-08-1997 al 25-08-1997. Intervento dal titolo Measurements of the Tau Lifetime and Branching Ratios
- Organizzazione convegno AMALDI 5, 5th Edoardo Amaldi Conference on gravitational waves, Tirrenia, Pisa, July 6-11 2003
- Partecipazione come relatore al Sixth Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves. dal 20-06-2005 al 24-06-2005. Titolo dell'intervento: Environmental noise studies in Virgo
- Organizzazione del 19th International workshop on Tau Lepton Physics - Pisa, Italy, dal 19-09-2006 al 22-09-2006
- Comunicazione al XCIX Convegno della SIF, Trieste dal titolo: Una lezione di acustica musicale: strumenti ed esperienze, dal 23-09-2013 al 27-09-2013
- Invito come relatore al IX convegno di Fonoatria e Logopedia "La voce artistica" per la presentazione di uno studio di acustica sul vibrato nel canto classico dal 21-11-2013 al 24-11-2013
- Comunicazione al 100 congresso nazionale della SIF dal titolo: Vedere i suoni dal 22-09-2014 al 26-09-2014

### Direzione o partecipazione alle attività di un gruppo di ricerca caratterizzato da collaborazioni a livello nazionale o internazionale

- Partecipazione esperimento VIRGO dal 05-05-1983 a oggi

- Partecipazione Esperimento ALEPH al CERN dal 14-07-1989 al 01-01-1999

## Conseguimento di premi e riconoscimenti per l'attività scientifica

- Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics 2016 – conferito ai componenti della Virgo-Ligo Scientific collaboration per la scoperta delle onde gravitazionali

## Responsabilità amministrative

- Membro della Commissione di ammissione SSIS 2012
- Membro della Commissione Didattica Paritetica dall'Aprile 2006 al Maggio 2011
- Membro fisso della Commissione di Laurea
- Membro della commissione Orientamento del Dipartimento di Fisica dall'Ottobre 2006 al Settembre 2012.
- Membro della Commissione Orientamento della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dall'Ottobre 2006 al Settembre 2012.
- Membro della Giunta di Dipartimento dal novembre 2007 al Dicembre 2010
- Membro della Giunta di Dipartimento dal Novembre 2016 ad oggi
- Membro della Commissione di ammissione al dottorato in Fisica – Ottobre 2012
- Membro della Commissione di ammissione al TFA – Classe A38 – Novembre 2014
- Co-tutore di uno studente di dottorato in Scienze della Terra
- co-responsabile dal Luglio 2011, e successivamente dal Settembre 2014 responsabile locale unico del Piano Lauree scientifiche.
- Membro del comitato scientifico della "Ludoteca scientifica"

## Partecipazione scientifica ai seguenti progetti di ricerca nazionali

- Metodi per la ricerca di sorgenti di onde gravitazionali periodiche di direzione sconosciuta. Acquisizione e identificazione di rumore meccanico rilevante per segnali di lunga durata, anche con un sensore diodo MIM.

- Sviluppo di sensori di movimento del terreno a bassa frequenza per la sottrazione del rumore newtoniano dall'uscita di un rivelatore per onde gravitazionali. Acquisizione di dati gravimetrici sul sito da inserire in un modello della propagazione delle onde sismiche. Simulazione numerica della propagazione sismica e confronto con i dati sperimentali.
- Sospensioni per specchi di rivelatori interferometrici di onde gravitazionali a basso rumore termico
- Sospensioni per specchi di interferometri per onde gravitazionali a bassa frequenza
- Sviluppo di interferometri ottici ultra low-loss in regime ponderomotivo per la riduzione del rumore quantistico in rivelatori di onde gravitazionali e rivelazione ultrasensibile di piccole forze in sistemi micromeccanici.
- Nuove prospettive sull'Universo violento: la fisica degli oggetti compatti svelata dalle osservazioni congiunte di onde gravitazionali e radiazione elettromagnetica.

Partecipazione al progetto di ricerca di Ateneo: Indagine su metodi non invasivi per il monitoraggio del processo di guarigione di fratture ossee.

## Attività Scientifica

### L'esperimento ALEPH

ALEPH era uno dei quattro rivelatori di particelle operanti al LEP dal 1989 fino al 2000. Ha effettuato numerose importanti misure di precisione del modello Standard. Ho iniziato la collaborazione con l'esperimento ALEPH nel 1989, a partire dai primi giorni di presa dati, con un contratto di collaborazione tecnica finanziato del CERN: ho avuto così modo di partecipare all'attività di analisi dei dati fin dalla prima misura della larghezza “invisibile” del bosone Z<sup>0</sup> che ha portato alla determinazione del numero di famiglie di neutrini leggeri del modello standard [1]<sup>1</sup>

### Ricerca di particelle supersimmetriche

Nel lavoro di tesi mi sono occupato di un progetto di ricerca, con metodi Montecarlo, di particelle supersimmetriche.

Alcune *routines* del programma di generazione da me scritto sono state utilizzate nelle analisi successivamente pubblicata, che, estendendo la ricerca alle coppie di fermioni qualsiasi, ha permesso di escludere una larga porzione del piano dei parametri [2].

---

<sup>1</sup> La numerazione si riferisce all'elenco allegato delle sole pubblicazioni presentate.

## La vita media del leptone tau

Ho continuato l'attività di ricerca col gruppo ALEPH, occupandomi della misura della vita media del leptone tau.<sup>2</sup>

Il metodo da me utilizzato nella misura è stato quello della *lunghezza di decadimento*, di cui sono stato responsabile unico, mentre ho collaborato stabilmente con i gruppi responsabili delle altre analisi. Ho inoltre presentato il metodo della *differenza dei parametri di impatto* nell'Ottobre 1991 al Congresso della società Italiana di Fisica.

I risultati ottenuti dall'analisi dei dati raccolti nel 1991 sono stati oggetto della mia tesi di dottorato: il campione analizzato corrispondeva ad una luminosità integrata di  $10.3 \text{ pb}^{-1}$ , corrispondenti a circa 10000 coppie di  $\tau$ , che permettevano una misura con una precisione del 3%, che diveniva del 2% combinata con i risultati ottenuti dagli altri metodi.

---

<sup>2</sup> I dati disponibili nel 1992 sulla massa, vita media e rapporto di decadimento in elettrone del leptone  $\tau$  sembravano incompatibili con l'ipotesi di universalità delle interazioni deboli: questi permettevano infatti di calcolare il valore del rapporto tra le costanti di accoppiamento del  $\tau$  e del  $\mu$  al vertice del bosone vettoriale W con una precisione dell'1.2%, ma il valore trovato risultava inferiore all'unità di quasi tre deviazioni standard. L'errore statistico era dominato da quello sulla vita media.

I dati raccolti da ALEPH nel corso del 1991 presentavano il vantaggio, rispetto a quelli disponibili in precedenza, della presenza di un rivelatore di vertice a doppia faccia, capace di misure puntuali in due dimensioni con una precisione di  $12 \mu\text{m}$ . L'accuratezza dell'extrapolazione delle tracce cariche in prossimità del punto di interazione risultava quindi bruscamente migliorata: in particolare la risoluzione sul parametro di impatto della traccia passava da circa  $130$  a circa  $29 \mu\text{m}$ . Questo, unito alla lunghezza di decadimento di circa  $2.2 \text{ mm}$  dei tau prodotti ad una energia di  $45 \text{ GeV}/c^2$ , costituiva una occasione unica per verificare l'universalità delle interazioni deboli nel settore leptonic.

All'interno della collaborazione ALEPH sono stati utilizzati diversi metodi differenti per effettuare la misura: due di questi sfruttano le correlazioni esistenti tra i parametri di impatto e le direzioni delle tracce prodotte nel decadimento, e vengono usualmente denominati *metodo della somma* o *della differenza* dei parametri di impatto; il terzo metodo, detto *della lunghezza di decadimento* consiste nella misura evento per evento della distanza percorsa dal  $\tau$  prima di decadere.

I primi due metodi vengono utilizzati solamente negli eventi in cui entrambi i  $\tau$  prodotti in una collisione decadono in una traccia carica, mentre il terzo necessita della ricostruzione del vertice secondario, possibile solo nei decadimenti in tre tracce cariche: in questo caso, la risoluzione nella misura della lunghezza di decadimento si aggira intorno ai  $600 \mu\text{m}$ . Una quarta tecnica, *detta del parametro di impatto tridimensionale* sfrutta la completa ricostruzione dell'evento nel decadimenti adronici del  $\tau$ , ma accoppia ad un grande precisione intrinseca un basso potere statistico.

I soli dati di ALEPH relativi alla vita media e ai rapporti di decadimento, più la misura della massa effettuata dall'esperimento BES, permettevano a questo punto di calcolare il rapporto tra le costanti di accoppiamento con una precisione paragonabile a quella del complesso delle misure precedenti, ottenendo però un risultato del tutto compatibile con l'unità.

Nel 1994 sono stato invitato a presentare nell'ambito del "Third workshop on Tau Lepton Physics" tenutosi a Montreux dal 19 al 22 settembre lo stato sperimentale della tecnica della *somma dei parametri di impatto*, nelle diverse varianti utilizzate oltre che da ALEPH anche dall'esperimento DELPHI. Ho anche presentato per la prima volta il *metodo del parametro di impatto tridimensionale*.

L'analisi è stata successivamente ripetuta sui dati raccolti nel 1992 e successivamente su quelli raccolti nel 1993 e 1994: questi risultati, assieme a quelli relativi ai rapporti di decadimento prodotti sia da ALEPH che dalle altre collaborazioni LEP, sono da me stati presentati nel 1997 a Gerusalemme nell'ambito della conferenza HEP97. I soli dati di ALEPH permettevano a quel punto di verificare l'uguaglianza delle costanti di accoppiamento del  $\tau$  e del  $\mu$  col  $W$  con una precisione del 5 per mille [4].

Molti anni dopo aver concluso la mia esperienza con l'esperimento ALEPH, ho fatto parte del comitato organizzatore locale del "Ninth workshop on Tau Lepton Physics" TAU06, tenuto a Pisa nel 2006, e ho curato gli atti del convegno.

### Altre attività

Nell'ambito dell'esperimento ALEPH ho svolto diverse attività di sostegno alla buona qualità dei dati acquisiti [3]:

- sono stato impegnato nelle operazioni di funzionamento dell'apparato durante le operazioni di presa dati, dapprima (1989-1990) come responsabile del funzionamento della Time Projection Chamber, in seguito (1990-1991) come responsabile della verifica in tempo reale della qualità dei dati, e infine, (dal 1992 fino al 1998) come responsabile dell'acquisizione.
- Mi sono occupato della determinazione dell'efficienza del rivelatore di traccia più interno, la ITC, e della precisione della determinazione del vertice secondario nei decadimenti del tau, risultati adoperati dai gruppi che hanno misurato i rapporti di decadimento del leptone tau e posto limiti al valore della massa del relativo neutrino.
- Mi sono inoltre occupato fino al '94 della produzione degli eventi Montecarlo utilizzati dalla collaborazione.

### La LIGO VIRGO Collaboration

Virgo è uno dei quattro interferometri Michelson per la rivelazione di onde gravitazionali esistenti al mondo, il più sensibile nella zona di frequenza al di sotto dei 40 Hz. Attualmente opera in stretta

collaborazione con i due interferometri statunitensi LIGO situati ad Hanford, nel Washington, e a Livingston, in Louisiana. Come membro della LIGO-VIRGO Collaboration ho avuto la possibilità di partecipare attivamente alla discussione relativa alla pubblicazione della PRIMA RIVELAZIONE DIRETTA delle onde gravitazionali emesse dalla coalescenza di due buchi neri di massa stellare [11]. Come tale, sono risultato tra i destinatari dello “*Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics recognizing scientists and engineers contributing to the momentous detection of gravitational waves*”

## Fase di progettazione

Nel corso del 1993 ho iniziato la collaborazione con l'esperimento VIRGO, all'epoca in fase di progettazione.

A partire dal Novembre 1993 ho assunto la responsabilità del calcolo del rumore introdotto nell'interferometro dalla luce diffusa all'interno del tubo a vuoto, tramite la scrittura di un programma Montecarlo in grado di seguire il percorso dei singoli fotoni all'interno del tubo: le varie traiettorie individuate venivano infine sommate coerentemente consentendo una stima del rumore in funzione delle possibili geometrie dell'apparato.

Risultati preliminari sono stati da me presentati nell'ottobre 1994 al "LXXX Congresso della Società Italiana di Fisica" e successivamente pubblicati[5]: a seguito di questo lavoro, la soluzione tecnica prescelta da Virgo è stata modificata in modo da risultare efficace nella riduzione del rumore fino ad un livello di ampiezza equivalente ad  $\bar{h}=10^{-24}/\sqrt{\text{Hz}}$ .

A partire dal 1998 mi sono invece occupato della messa a punto di un test riguardante la risposta dinamica del filtro di controllo della catena di superattenuatori di Virgo.

Il mio lavoro è consistito nella messa a punto e fabbricazione dei sensori di posizione utilizzati nel test, nonché nella scrittura del programma di acquisizione utilizzato. L'analisi dei risultati ottenuti ha permesso di determinare alcuni parametri incogniti del programma di simulazione, e di verificarne l'accuratezza[6].

## Attività di commissioning

Nel corso del 2001 è diventato operativo il cosiddetto interferometro centrale di Virgo, ovvero l'interferometro di Michelson Morley costituito dai soli specchi interni, con bracci di soli sei metri, al fine della messa a punto dello strumento finale, e per permettere i test dei programmi di acquisizione.

Nell'ambito delle attività legate all'attività dell'interferometro centrale, oltre a garantire la presenza nei turni di presa dati, mi sono occupato dell'analisi dei segnali prodotti dai sensori sismici, che ho contribuito a rendere operativi, e della scrittura del software adoperato per l'analisi *on-line* ed *off-line*: in particolare, ho creato i moduli che implementano i filtri anti-aliasing necessari ad una corretta decimazione dei segnali.

Ho lavorato anche alla caratterizzazione del rumore sismico introdotto nell'interferometro: alcuni risultati sono stati presentati nel 2004 alla 5th Amaldi Conference on Gravitational Waves, e sono recentemente sfociati in una pubblicazione [10].

### Ricerca di segnali impulsivi non modellati

Negli anni da 2007 al 2009 ho lavorato come “esperto interno” nella revisione di articoli destinati alla pubblicazione aventi come oggetto la ricerca di onde gravitazionali di breve durata e andamento arbitrario (bursts) [7]. Lo scopo di questa attività, per la quale è necessaria esperienza e conoscenza di aree di ricerca non direttamente collegate al proprio lavoro, è quello di procedere ad una stringente verifica dei risultati sperimentali ottenuti in una fase immediatamente precedente l'invio degli articoli ad una rivista (per minimizzare e velocizzare il processo di peer review della rivista stessa) e la loro pubblicazione su archivi ad accesso aperto (arxiv).

### Ricerca di segnali periodici

Attualmente sono coinvolto nel tentativo di rivelazione di segnali gravitazionali continui quasi periodici. I segnali gravitazionali periodici, o meglio quasi periodici, sono prodotti tipicamente da una sorgente rapidamente rotante, quale una pulsar o un sistema binario: solamente le pulsar, però, allo stadio attuale, costituiscono un obiettivo promettente.

Ho contribuito allo sviluppo di un algoritmo per la ricerca di sorgenti periodiche[8], che consente di annullare l'effetto Doppler dovuto al moto di rivoluzione terrestre, e consente una ricerca ad ampio spettro di sorgenti silenziose nella banda radio. Attualmente l'algoritmo è in fase di test: è stata però avviata una collaborazione con l'esperimento Fermi/LAT che dovrebbe consentire di individuare degli obiettivi promettenti ed eventualmente migliorare la sensibilità di rivelazione.

### Acustica musicale e ricerca nella didattica

Dal 2005 circa ho iniziato ad occuparmi di acustica, dapprima con la creazione di un piccolo laboratorio attrezzato, da sfruttare inizialmente per la preparazione di esperienze didattiche, e successivamente per del lavoro di ricerca vero e proprio. Un primo frutto di questo interesse è uno studio[9] pubblicato sul Journal of Acoustical Society of America che analizza le caratteristiche del vibrato di un centinaio di soprani professionalmente attivi a cavallo tra il XX e XXI secolo. Questo lavoro è stato inoltre presentato alla IX edizione del congresso di foniatra “La voce artistica” tenutosi a Ravenna.

Il lavoro di laboratorio ha invece portato ad alcune interessanti esperienze nel campo della ricerca didattica, con lo sviluppo di una serie di semplici esperienze di laboratorio basate sull'uso di una scheda audio e del software libero, da effettuare nei licei e all'università. Questo lavoro è stato presentato nell'ambito del 99esimo congresso della Società Italiana di Fisica, ed è stato ripreso nell'ambito del 100esimo convegno a Pisa.

### Altre attività

- Ho iniziato una collaborazione con l'esperimento GINGERino dell'INFN, un giroscopio ad effetto Sagnac per lo studio delle componenti rotazionali dei moti sismici della crosta terrestre, prototipo di un futuro giroscopio di sensibilità sufficiente alla misura degli effetti di relatività generale dovuti al moto di rotazione terrestre (effetto Lense-Thirring). Sono



stato co-tutore di una tesi di ricerca sullo studio delle caratteristiche del moto rotazionale della crosta terrestre in corrispondenza di eventi sismici.

- Partecipo ad un progetto di ricerca di Ateneo dal titolo *Indagine su metodi non invasivi per il monitoraggio del processo di guarigione di fratture ossee*, in collaborazione con ricercatori dei dipartimenti di Ingegneria Civile e Industriale e di Chirurgia e Medicina Traslazionale, per uno studio di tecniche acustiche nella valutazione del processo di guarigione nelle fratture ossee.

## Attività didattica

### Elenco dei corsi :

A.A. 1992/93: Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

Esercitazioni del corso di Fisica generale I - c.d.l. in Scienze dell'Informazione

A.A. 1993/94: Esercitazioni del corso di Fisica superiore - c.d.l. in Fisica

Esercitazioni del corso di Fisica generale I - c.d.l. in Scienze dell'Informazione

A.A. 1994/95: Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

Esercitazioni del corso di Fisica generale I - c.d.l. in Informatica

A.A. 1995/96: Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

Esercitazioni del corso di Fisica generale I - c.d.l. in Informatica

A.A. 1996/97: Affidamento del corso di Fisica Generale II, - c.d.l. in Informatica.

Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

Esercitazioni del corso di Fisica generale I - c.d.l. in Informatica

A.A. 1997/98: Affidamento di Laboratorio di Fisica generale, corso di Diploma in Chimica ;

Affidamento di Laboratorio di Fisica II, corso di Diploma in Metodologie Fisiche;

Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica;

A.A. 1998/99: Affidamento di Laboratorio di Fisica II, corso di Diploma in Metodologie Fisiche;  
Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

A.A. 1999/00: Affidamento di Fisica Generale I, corso di Laurea in Informatica ;  
Affidamento di Laboratorio di Fisica II, corso di Diploma in Metodologie Fisiche;  
Esercitazioni del corso di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

A.A. 2000/01: Affidamento di Laboratorio di Fisica II, corso di Diploma in Metodologie Fisiche;  
Esercitazioni del corso di Laboratorio di Fisica generale II - c.d.l. in Fisica

A.A. 2001/02: Affidamento del corso di laboratorio di Fisica IV, corso di laurea in Fisica;  
Esercitazioni del corso di laboratorio di Fisica III.

A.A. 2002/03: Affidamento del corso di laboratorio di Fisica III B, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Tecnologie Fisiche, c.d.L. in Fisica.

A.A. 2003/04: Affidamento del corso di laboratorio di Fisica III B, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Tecnologie Fisiche, c.d.L. in Fisica.

A.A. 2004/05: Titolare del corso di laboratorio di Tecnologie Fisiche, c.d.L. in Fisica.  
Affidamento del corso di laboratorio di Fisica III B, corso di Laurea in Fisica;

A.A. 2005/06: Affidamento del corso di laboratorio di Fisica III B, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Tecnologie Fisiche, c.d.L. in Fisica.  
Corso di relatività SSIS Toscana

- A.A. 2006/07: Affidamento del corso di Tecnologie Digitali III, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di Tecnologie Digitali IV, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Elaborazione dei Segnali I, c.d.L. in Fisica.  
Corso di relatività SSIS Toscana
- A.A. 2007/08: Affidamento del corso di Laboratorio di Fisica III, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di Laboratorio di Fisica IV, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Elaborazione dei Segnali I, c.d.L. in Fisica.  
Corso di relatività SSIS Toscana
- A.A. 2008/09: Affidamento del corso di Laboratorio di Fisica III, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di Laboratorio di Fisica IV, corso di Laurea in Fisica;  
Affidamento del corso di laboratorio di Elaborazione dei Segnali I, c.d.L. in Fisica.  
Lezioni per il corso di Fisica Musicale  
Corso di relatività SSIS Toscana
- A.A. 2009/10 Docente del corso di Laboratorio di Fisica IV, corso di Laurea in Fisica;  
Docente del corso di Elaborazione dei Segnali, Corso di Laurea specialistica
- A.A. 2010/11 Docente del corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;  
Docente del Corso di Elaborazione dei Segnali
- A.A. 2011/12 Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali I  
Docente del Corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;
- A.A. 2012/13 Docente del corso di Laboratorio 2 , corso di Laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali I.  
Docente del corso di Fisica Superiore, TFA.

- A.A. 2013/14 Docente del corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica  
Docente del corso di Complementi di Fisica Superiore PAS per la classe A038
- A.A. 2014/15 Docente del corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica  
Docente del corso di Complementi di Fisica Superiore PAS per la classe A038
- A.A. 2015/16 Docente del corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica
- A.A. 2016/17 Docente del corso di Laboratorio 2, corso di Laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica
- A.A. 2017/18 Docente esercitatore del corso di Fisica 2, corso di laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica
- A.A. 2018/19 Docente esercitatore del corso di Fisica 2, corso di laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica
- A.A. 2019/20 Responsabile del corso Fisica II con esercitazioni per il corso di laurea in Chimica per l'industria e per l'ambiente  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica
- A.A. 2020/21 Responsabile del corso Fisica II con esercitazioni per il corso di laurea in Chimica per l'industria e per l'ambiente;  
Docente esercitatore del corso di Fisica 2, corso di laurea in Fisica;  
Responsabile del corso di Elaborazione dei segnali per la Fisica.

## Attività didattica per i cdl di Scienze dell'informazione e Informatica

Ho iniziato a svolgere attività didattica in qualità di cultore della materia poco dopo la laurea (1991) effettuando occasionalmente esercitazioni per il corso di Fisica Generale I del corso di laurea in Scienze dell'Informazione, partecipando inoltre alle sessioni di esame.

Questo incarico mi è stato confermato anche negli anni successivi alla mia presa di servizio presso il dipartimento di fisica, fin all'anno accademico 1996/1997.

In seguito alle esperienze acquisite, mi sono state affidati per supplenza dopo la conferma in ruolo, negli anni accademici 1996/97 e 1999/2000, i corsi di Fisica Generale II e Fisica Generale I presso il nuovo corso di laurea in Informatica.

## Esercitazioni per il corso di laurea in Fisica II

Nello stesso anno accademico 1992-1993 in cui prendevo servizio come ricercatore, mi sono state affidate anche le esercitazioni del corso annuale di Fisica Generale II (corso di laurea in Fisica) tenuto dal professor Sergio Rosati.

Dopo una breve parentesi nell'A.A. 1993/1994, durante la quale ho effettuato le esercitazioni del corso di Fisica Superiore (corso di laurea in Fisica) per conto del Prof. ██████████, ho ripreso a tenere le esercitazioni del corso di Fisica Generale II nel frattempo ritornato al titolare, prof. ██████████.

Ho mantenuto l'incarico anche negli anni seguenti, anche con il nuovo titolare, prof. Vincenzo Flaminio, svolgendo inoltre alcune delle lezioni del corso. Nell'A.A. 2000/2001, sono stato trasferito su mia richiesta alle esercitazioni del corso di Laboratorio di Fisica Generale II del corso di laurea in Fisica tenuto dal Prof. ██████████, per affinità con gli altri miei incarichi didattici.

Nell'anno accademico 2017/18 mi sono state nuovamente assegnate le esercitazioni del corso di Fisica 2 nel corso di laurea in Fisica, confermate nell'A.A. 2018/2019.

## Corsi di Laboratorio

Nell'anno accademico 1997/1998 mi è stato conferito l'affidamento dei due moduli del corso di nuova istituzione di Laboratorio di Fisica Generale II nel corso di diploma in Metodologie fisiche.

Nel primo anno l'impegno didattico è rimasto limitato alla creazione di un piccolo laboratorio didattico di elettronica, mentre negli anni successivi ho tenuto il corso regolarmente. Il programma prevedeva nel primo modulo elementi di elettronica analogica, mentre nel secondo modulo si è cercato di venire incontro alle future esigenze lavorative degli studenti insegnando i fondamenti della teoria dell'acquisizione e del trattamento dei segnali digitali. Trattandosi di un tipo di argomenti per il quale non esiste analogo nel dipartimento, è stato necessario un lungo lavoro preparatorio consistente non solo nella redazione del programma, ma anche nella scelta e nell'acquisto del materiale da utilizzare nelle esperienze, e nella preparazione di dispense e di materiale didattico in lingua italiana.

Parte del programma, con alcune delle esperienze ideate, sono state da me in seguito integrate nel corso di Laboratorio di fisica Generale II del corso di laurea in fisica.

Con l'introduzione del nuovo ordinamento degli studi e la cancellazione del diploma, i corsi di laboratorio da me tenuti sono stati trasformati in due moduli (laboratorio III e laboratorio di Tecnologie Fisiche) destinati agli studenti del secondo anno del corso di laurea in fisica, per gli indirizzi di Fisica generale e di Metodologie fisiche.

Successivamente, nell'A.A. 2006/2007 sono passato ai corsi di laboratorio III e laboratorio IV per gli studenti del secondo anno del corso di laurea in Fisica, indirizzo Fisica generale, corsi da me tenuti fino all'A.A. 2009/2010, pur rinunciando alla titolarità per scelta.

Dall'A.A. 2010/2011 ad adesso mi limito a tenere qualche lezione e qualche esercitazioni per il corso, adesso rinominato Laboratorio 2.

## Corsi di Elaborazione dei segnali digitali

A partire dall'anno accademico 2009/2010 fino ad adesso, ho tenuto (in qualità di titolare del corso o di semplice docente, a seconda del variare dei regolamenti e della struttura del corso di laurea) una serie di lezioni di Elaborazione dei segnali per un corso, variamente denominato negli anni, e di variabile impegno e durata, della laurea specialistica in fisica, destinato all'indirizzo di fisica medica, nel quale venivano affrontati i rudimenti dell'elaborazione dei segnali digitali: trasformate di Fourier a tempo continuo e discreto, segnali aleatori, sistemi dinamici, filtri digitali, tecniche di stima spettrali, etc.

Il corso ha dato origine ad un volume, pubblicato da Pisa University Press, contenente le lezioni ed una selezione di esercizi [12].

Attualmente il corso di cui sono titolare, viene erogato in inglese, per gli studenti del corso di laurea magistrale in **Exploration and Applied Geophysics**.

## Corsi di relatività

A partire dall'AA 2005/2006 ho tenuto una serie di lezioni per gli studenti della SSIS toscana aventi per argomento la teoria della relatività ristretta e cenni di teoria della relatività generale.

Con la chiusura della SSIS nel 2010 e con l'introduzione del cosiddetto TFA e adesso dei PAS, ho mantenuto una decina di ore di insegnamento di relatività all'interno del corso di Elementi di Fisica superiore.

## Altre attività

Al di fuori dei filoni principali della mia attività didattica mi è stato inoltre affidato nell'A.A. 1997/98 l'insegnamento del corso di Laboratorio di fisica presso il corso di diploma in chimica, che a dispetto del nome è consistito invece in un corso di elettromagnetismo di base.

Ho inoltre saltuariamente tenuto delle lezioni di laboratorio per il corso di Fisica musicale tenuto dal Prof. Sozzi, e per il corso di Storia della Fisica tenuto dal Prof. Massai.

## Attività collaterali

Per ognuno dei corsi affidatimi ho inoltre partecipato alle commissioni di esame e alle attività di ricevimento studenti.

Sono stato relatore di quattro tesi di laurea triennale, e ho partecipato infine agli esami di laurea in qualità di controrelatore e di relatore di tesina.

Sono stato inoltre membro fisso della commissione di laurea.

Sono stato membro della commissione per il conferimento di una borsa post-doc, per l'esame di ammissione al corso di dottorato, e per gli esami di ammissione alla SSIS Toscana.

Sono stato inoltre co-tutore per una tesi del corso di dottorato in Scienze della Terra.

## Terza missione:

### Collaborazione con le industrie

- Dal dicembre 1998 fino al 2001 ho partecipato ad un contratto conto terzi per conto del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa, riguardante il controllo di qualità presso un'azienda produttrice di vetri curvi. Mi sono occupato in particolare della progettazione del sistema, dell'analisi delle immagini e della loro ricostruzione tridimensionale, tramite tecniche standard di *computer vision* e di *pattern recognition* modificate per essere applicate al caso particolare, con particolare cura per la fase di calibrazione dei parametri della telecamera, operazione che ha richiesto lo sviluppo di tecniche non esistenti in letteratura. Il

progetto si è concluso con la realizzazione di un prototipo in grado di raggiungere una precisione nelle misure confrontabile con quella di progetto.

## Attività di orientamento, di divulgazione e Piano lauree scientifiche.

- Ho costantemente partecipato alle attività di orientamento del dipartimento, collaborando nell'organizzazione dei saloni dell'orientamento presso il palazzo dei congressi e successivamente negli “open days” dedicati agli studenti delle superiori.
- Ho contribuito ad ideare gli stages forniti dal dipartimento, e ho curato personalmente un percorso della durata di tre giorni su Fisica e Musica. Ho inoltre tenuto diverse lezioni di laboratorio di acustica o di elettromagnetismo per studenti delle scuole superiori.
- Dal Luglio 2011 sono uno dei due responsabili del dipartimento di Fisica del Piano lauree scientifiche, e coordino le attività svolte in collaborazione con le scuole; da Settembre 2014 fino al Maggio 2018 sono stato responsabile unico del Piano Lauree scientifiche. In tale qualità ho organizzato:
  - Lezioni presso le scuole superiori della Toscana tenute da docenti del dipartimento
  - Lezioni ed esercitazioni di laboratorio presso il Dipartimento di Fisica per studenti delle scuole superiori toscane.
  - Stage e percorsi formativi di durata settimanale (circa 40 ore) comprendenti lezioni e esperienze di laboratorio per studenti delle scuole superiori.
  - Corsi di aggiornamento per docenti delle superiori, in particolare sull'uso di Arduino nella scuola.
  - Collaborazioni con le scuole della Toscana per l'organizzazione di eventi ed iniziative quali le olimpiadi della fisica e Scienza? Al Dini!
- In particolare, ho tenuto personalmente:
  - Diverse lezioni e laboratori di acustica su *La fisica della musica*;
  - alcune lezioni di laboratorio di elettromagnetismo (*Il condensatore e Fenomenologia del magnetismo*);
  - Alcune lezioni di laboratorio sulla fisica delle onde;
  - Una lezione per un corso di aggiornamento per i docenti delle superiori organizzato dal Liceo Cecioni di Livorno sul GPS e la misura del tempo
  - Due lezioni per un corso sull'uso della scheda audio nei laboratori di acustica organizzati dall'istituto Vallisneri di Lucca e dal Liceo Marconi a Carrara.



- Ho tenuto diverse lezioni, soprattutto di storia della fisica del '900, presso gli istituti superiori di tutta la Toscana, nell'ambito del progetto "Pianeta Galileo":
  - A.S. 2014 -2015 *Il progetto Manhattan e le scelte degli scienziati* – Quattro lezioni tenute a Firenze, Capannori, Follonica e Grosseto.
  - A.S. 2015-2016 – *Il progetto Manhattan e le scelte degli scienziati* – Sei lezioni tenute a Carrara, Bagno a Ripoli, Castelfiorentino, Castelnuovo Garfagnana, Pontedera e Firenze
  - A.S. 2016-2017 *Ascoltare l'universo: la lunga ricerca delle onde gravitazionali* – Sei lezioni a Pistoia, Montepulciano, Siena, Cecina e Grosseto
  - A.S. 2017-2018 *La fisica della musica* – Tre lezioni da tenere a Prato, Arezzo e Massa.

## Pubblificazioni citate esplicitamente nel curriculum

1. D. Decamp *et al.*, DETERMINATION OF THE NUMBER OF LIGHT NEUTRINO SPECIES. *Physics Letters B* **231**, 519-529 (1989).
2. D. Decamp *et al.*, SEARCH FOR NEUTRALINO PRODUCTION IN Z DECAYS. *Physics Letters B* **244**, 541-550 (1990).
3. D. Buskulic *et al.*, PERFORMANCE OF THE ALEPH DETECTOR AT LEP. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section a-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment* **360**, 481-506 (1995).
4. .R. Barate *et al.*, Updated measurement of the tau lepton lifetime. *Physics Letters B* **414**, 362-372 (1997).
5. J. Y. Vinet *et al.*, Scattered light noise in gravitational wave interferometric detectors: A statistical approach. *Physical Review D* **56**, 6085-6095 (1997).
6. G. Ballardini *et al.*, Measurement of the transfer function of the steering filter of the Virgo super attenuator suspension. *Review of Scientific Instruments* **72**, 3635-3642 (2001).
7. J. Abadie *et al.*, All-sky search for gravitational-wave bursts in the first joint LIGO-GEO-Virgo run. *Physical Review D* **81**, (2010).
8. S. Braccini, G. Cella, I. Ferrante, D. Passuello, O. Torre, Resampling technique to correct for the Doppler effect in a search for gravitational waves. *Physical Review D* **83**, (2011).
9. I. Ferrante, Vibrato rate and extent in soprano voice: A survey on one century of singing. *Journal of the Acoustical Society of America* **130**, 1683-1688 (2011).
10. T. Accadia *et al.*, Characterization of the Virgo seismic environment. *Classical and Quantum Gravity* **29**, (2012), 025005.

11. B.P. Abbot *et al*, Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. Physical review Letters **116**, 6 (2016), 061102
12. Isidoro Ferrante, *Elaborazione dei segnali per la Fisica*, Pisa University press 2015, ISBN 978-886741-548-9