

**CURRICULUM VITAE**  
**ANIELLO MENNELLA (DANIELE)**  
25/01/09

**Nome:** Aniello Mennella (Daniele)

**Data di nascita:** 7 maggio 1964

**Luogo di nascita:** Novara (NO)

**Nazionalità:** italiana

**Lingue straniere:** inglese (ottimo livello, parlato e scritto)

**Stato civile:** coniugato

**Obblighi di Leva:** congedo assoluto

**Titolo di Studio:** dottore in Fisica

**Residenza:** Via Mossotti 11 - 28100 Novara (NO)

**Telefono:** Cellulare: 320 3146412; Abitazione: 0321 620067

**e-mail:** aniello.mennella@fisica.unimi.it

## PROFILO

Laureato in Fisica nel 1989, dal febbraio 2005 sono ricercatore presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano.

Dal 1999 mi occupo di cosmologia sperimentale; la mia attività, in particolare, si è focalizzata sullo sviluppo di ricevitori radiometrici ad alta sensibilità per l'osservazione del fondo cosmico di microonde (Cosmic Microwave Background, CMB) nell'ambito della missione Planck dell'Agenzia Spaziale Europea. In questo progetto rivesto il ruolo di Calibration Scientist dello strumento LFI (Low Frequency Instrument) e partecipo, anche con funzioni di coordinatore, a vari gruppi di lavoro internazionali dedicati alla progettazione dello strumento, alla pianificazione delle operazioni di volo e all'analisi delle prestazioni scientifiche della missione. Durante l'ultimo anno di attività mi sono occupato anche dello studio di tecniche per la realizzazione di schiere di antenne corrugate da applicare a futuri esperimenti per la misura della polarizzazione del fondo cosmico.

Dalla mia presa di servizio come ricercatore ho svolto attività didattica presso il Dipartimento di Fisica nell'ambito dei seguenti corsi: *Introduzione all'Astrofisica* (laurea triennale) e *Laboratorio di strumentazione spaziale I* (laurea magistrale) del quale sono titolare. Sono stato relatore (dal 2002) di 9 tesi di laurea magistrale e 3 tesi di laurea triennale e sono attualmente tutore di uno studente di dottorato.

Dal 2002 mi occupo di divulgazione scientifica svolgendo lezioni / conferenze rivolte sia alle scuole, dalle elementari alle superiori, che al pubblico generale e, più recentemente, realizzando alcuni prodotti multimediali.

Precedentemente (dal 1990 al 1999) ho lavorato presso il gruppo ENI occupandomi di ricerca industriale in fisica dell'atmosfera e nel campo dell'esplorazione ed estrazione di idrocarburi. In questa fase ho toccato numerosi settori della fisica (fisica del plasma, fisica dell'atmosfera, fluidodinamica nei mezzi porosi, scienza colloidale, geofisica e geochimica), contribuendo sia con studi teorici e sperimentali e con la gestione economica e programmatica di progetti di ricerca.

La mia esperienza professionale sia nell'ambito della ricerca industriale che in quello dell'astrofisica sperimentale è da parte mia motivo di interesse al collegamento tra queste due realtà, sia a livello formativo che di sviluppo tecnologico. Sono inoltre estremamente motivato alla comunicazione didattica e divulgativa dell'astrofisica e della scienza in generale ritenendo il rapporto con gli studenti e il pubblico un'occasione di profondo arricchimento reciproco sia umano che culturale. La mia attività è documentata in circa 60 pubblicazioni (delle quali circa i due terzi nel campo della cosmologia sperimentale) e 35 rapporti tecnici.

L'elenco completo delle pubblicazioni è fornita in allegato al presente curriculum.

## STUDI

**27/11/1989** **Laurea in Fisica** (Fisica del Plasma) presso l'Università degli Studi di Milano (**110 e lode**).

**Titolo della Tesi:** *Interazione non lineare di onde di ciclotrone elettroniche con un plasma termonucleare*

**Relatore:** Prof. Roberto Pozzoli.

**1983** **Maturità scientifica (60/60).**

## ATTIVITÀ DI RICERCA

**Nota:** nel corso della descrizione vengono riportati, fra parentesi quadre, i riferimenti alle pubblicazioni presentate per la valutazione comparativa

**Dal febbraio 2005 ad oggi**

### *Cosmologia sperimentale e fondo cosmico di microonde*

La cosmologia sperimentale è attualmente fra i settori di ricerca maggiormente in espansione; in particolare, la possibilità di effettuare misure di grande precisione delle proprietà del fondo cosmico di microonde (spettro, anisotropie) e di correlare tali misure con altre informazioni di carattere cosmologico (es. l'osservazione di supernove lontane) consente di determinare con grande precisione (dell'ordine del %) parametri cosmologici fondamentali quali la costante di Hubble, la densità della materia barionica e della materia oscura dell'Universo, la densità di energia oscura [7].

Lo studio della radiazione di fondo cosmico riveste un ruolo chiave nel campo della cosmologia e i recenti risultati della missione spaziale NASA *WMAP* dedicata alla misura delle anisotropie di fondo cosmico dimostrano le enormi potenzialità di queste osservazioni. La missione spaziale Planck dell'ESA (prevista per il lancio nel 2008) misurerà le anisotropie nella temperatura e nello stato di polarizzazione del fondo cosmico consentendo di determinare i parametri cosmologici con una precisione mai ottenuta in precedenza e di gettare luce sulla fisica delle altissime energie. Inoltre le mappe di Planck conterranno informazioni fondamentali nella regione millimetrica e sub-millimetrica, un regime spettrale tuttora scarsamente osservato e di grande interesse per l'astrofisica galattica ed extragalattica.

### *La missione Planck*

La missione Planck dell'ESA (<http://sci.esa.int/planck>) è la missione di terza generazione (dopo COBE e WMAP) dedicata alla misura delle anisotropie di temperatura e di polarizzazione della radiazione cosmica di fondo. Due strumenti (LFI fra 30 e 70 GHz e HFI fra 100 e 900 GHz) accoppiati ad un telescopio di 1.5 metri di apertura determineranno la mappa delle anisotropie su tutto il cielo e lo spettro di potenza con una precisione limitata dalla varianza cosmica e dai foregrounds astrofisici.

Per ottenere tali prestazioni sono di fondamentale importanza sia lo sviluppo di ricevitori criogenici ad altissima sensibilità (per misurare anisotropie al livello di  $\Delta T/T \sim 10^{-6}$ ) che un controllo degli errori sistematici al  $\mu K$ , un livello senza precedenti nel campo delle misure di fondo cosmico. La calibrazione ed il testing dello strumento, inoltre, rappresentano una fase cruciale dello sviluppo di uno strumento della complessità di LFI e richiedono il coordinamento di competenze distribuite su larga scala.

Lo sviluppo della missione Planck è il frutto di una vasta collaborazione internazionale che conta più di 450 scienziati di distribuiti fra Europa e Stati Uniti e di una fitta rete di rapporti fra istituti di ricerca e industria (es. Thales-Alenia Space / Francia per lo sviluppo del satellite e Thales Alenia Space / Italia per lo sviluppo industriale dello strumento LFI, *Low Frequency Instrument*). In particolare lo strumento LFI è sviluppato da un consorzio internazionale guidato da una collaborazione italiana in cui il Dipartimento di Fisica

dell'Università degli Studi di Milano riveste un ruolo di primo piano.

### ***Attività svolta nell'ambito del progetto Planck***

Nell'ambito della Collaborazione Internazionale *Planck* faccio parte del Consorzio LFI dal dicembre 1999. A partire dal febbraio 2004 ho acquisito il titolo di "Planck Scientist" ottenuto, secondo quanto stabilito dal Planck Science Team, in riconoscimento della durata e della qualità del mio contributo allo sviluppo della missione. Il titolo di "Planck Scientist" assicura la partecipazione alla pubblicazione dei principali lavori scientifici che verranno realizzati sulla base delle osservazioni di Planck.

La mia ricerca svolta nel corso degli ultimi tre anni nell'ambito del progetto Planck si è articolata secondo due filoni principali. Il primo ha riguardato le attività connesse ai test e alla calibrazione dei modelli di qualifica e di volo dello strumento LFI, mentre il secondo è relativo allo sviluppo di codici di analisi dati per la valutazione delle prestazioni scientifiche dello strumento e per l'identificazione ed eventuale rimozione di alcune classi di effetti sistematici strumentali.

Nell'ambito del primo filone ho partecipato e coordinato, in qualità di Planck-LFI Calibration Scientist, le attività di calibrazione a terra dello strumento LFI [1] che sono state effettuate presso la Thales Alenia Space / Italia (Vimodrone) fra il 2005 e la fine del 2006, quando il modello di volo è stato consegnato all'Agenzia Spaziale Europea ed in seguito integrato con lo strumento HFI a bordo del satellite. In seguito ho seguito i test (attualmente in corso) effettuati sul satellite coordinando le attività connesse con la calibrazione scientifica dello strumento. Dal 2004 partecipo all'ICWG (Instrument Coordination Working Group), un gruppo di lavoro internazionale al quale partecipano i rappresentanti scientifici degli strumenti (LFI ed HFI), il Planck Science Office (ESA) e il Mission Operation Centre e che ha l'obiettivo di pianificare e coordinare le operazioni di volo del satellite. Nell'ambito dell'ICWG ho coordinato la stesura del piano di test che verranno effettuati in volo prima dell'inizio delle operazioni nominali. L'attività svolta in quest'area è oggetto della preparazione di un set di circa 20 articoli (attualmente in fase di completamento) di cui sono autore o co-autore (vedere la sezione "Pubblicazioni in fase di preparazione" nell'elenco allegato al curriculum).

Nell'ambito del secondo filone ho ideato e coordinato lo sviluppo di LIFE (LFI Integrated perFormance Evaluator) una suite di codici per l'analisi dei dati radiometrici finalizzati alla valutazione delle prestazioni scientifiche dello strumento. LIFE è stato utilizzato per l'analisi dei dati raccolti durante tutta la campagna di calibrazione di LFI ed è attualmente in fase di sviluppo (sotto il coordinamento dell'LFI Data Processing Centre) un ulteriore modulo per l'analisi delle prestazioni strumentali durante le operazioni di volo. Ho inoltre sviluppato dei codici per la simulazione di alcuni particolari effetti sistematici strumentali (termici e radiometrici) e per la loro rimozione mediante filtri di Fourier [2]. Questi codici sono stati integrati nella pipeline ufficiale di analisi dati di Planck-LFI.

Di seguito la mia attività viene presentata con maggior dettaglio nelle varie aree.

- **Calibrazione e testing dello strumento Planck-LFI.** Le mie attività in quest'area hanno riguardato la pianificazione dei test sui modelli di qualifica e di volo di LFI nonché il coordinamento del team scientifico nell'ambito dell'esecuzione dei test e della relativa analisi dati. In particolare:
  - 2005 – Test sul modello di qualifica dello strumento LFI. I test sono stati effettuati presso i laboratori Thales Alenia Space / Italia (ex Laben S.p.A.) di Vimodrone (MI). L'attività ha riguardato la pianificazione e l'esecuzione dei test, l'analisi dei dati ed il reporting finale. Nell'ambito di questi test ho svolto il ruolo di coordinatore del team scientifico di LFI [1].
  - 2006 – Test sui radiometri di volo a 30 e 44 GHz dello strumento LFI. I test sono stati effettuati presso i laboratori Thales Alenia Space / Italia (ex Laben S.p.A.) di Vimodrone (MI). L'attività ha riguardato il supporto all'esecuzione dei test ed alla loro relativa analisi dati.
  - 2006 – Test sul modello di volo dello strumento LFI. I test sono stati effettuati presso i laboratori Thales Alenia Space / Italia (ex Laben S.p.A.) di Vimodrone (MI). L'attività ha riguardato la pianificazione e l'esecuzione dei test, l'analisi dei dati ed il reporting finale. Nell'ambito di questi test ho svolto il ruolo di coordinatore del team scientifico di LFI.

- 2007 – Test su LFI integrato sul satellite Planck. I test sono stati effettuati presso i laboratori Thales Alenia Space / Francia di Cannes. L'attività ha riguardato il supporto alla pianificazione e all'esecuzione dei test e alla loro relativa analisi dati con il ruolo di coordinatore delle attività legate alla calibrazione scientifica dello strumento.
- 2008 – Test in termovuoto su LFI integrato sul satellite Planck. I test sono tuttora in corso presso il *Centre Spatiale de Liege* (CSL) e la mia attività riguarda il coordinamento scientifico del team di calibrazione ed il supporto all'esecuzione dei test.
- **Sviluppo di codici di analisi dati, analisi di effetti sistematici.** La mia attività in quest'area ha riguardato lo sviluppo di un insieme di codici di analisi dati strumentali integrati in una suite (LIFE) utilizzata per l'analisi dei dati acquisiti durante tutta la campagna di test a terra. LIFE è attualmente in fase di integrazione nella pipeline di analisi dati per il suo utilizzo durante le operazioni di volo. Ho inoltre sviluppato codici per la simulazione e la rimozione di effetti sistematici spuri e ho supervisionato lo sviluppo di un codice basato su reti neurali per la rimozione di effetti termici. In particolare:
  - 2005 – sviluppo e coordinamento di RaNA 2.0 (**R**adiometer **a**Nalyser), il modulo dedicato all'analisi dei dati prodotti durante i test effettuati sui singoli radiometri. Sviluppo e coordinamento di LAMA 1.0 (**L**fi **A**rray **M**easurements **A**nalysers) il modulo dedicato all'analisi dei dati prodotti durante i test sullo strumento integrato ed utilizzato durante la calibrazione del modello di qualifica di LFI;
  - 2006 – sviluppo e coordinamento di LAMA 2.0 (**R**adiometer **a**Nalyser), utilizzato durante la calibrazione del modello di volo di LFI
  - 2007 – definizione delle specifiche e supporto allo sviluppo di LAMA 3.0 e PEGASO 1.0. LAMA 3.0 viene attualmente utilizzato per l'analisi dei dati acquisiti durante i test a terra su satellite, mentre PEGASO (**P**erformance **E**valuator for **G**round analysis of **S**pace **O**perations) è il modulo che si occuperà dell'analisi delle prestazioni strumentali durante il volo.
  - 2007 – sviluppo di codici IDL per la simulazione di effetti sistematici periodici termici e radiometrici (*frequency spikes*) e per la loro individuazione e rimozione dai dati scientifici. I codici sono stati sviluppati durante un periodo di permanenza presso l'Osservatorio Astronomico di Trieste (sede dell'LFI Data Processing Centre) e sono ora stati integrati nella pipeline di analisi dati.
  - 2005-2006 – analisi dell'impatto di effetti termici sui dati scientifici di LFI. I risultati di quest'analisi sono stati utilizzati per dimensionare i controlli attivi di temperatura presenti sullo strumento LFI all'interfaccia con il refrigeratore a 20 K (Sorption Cooler).
  - 2006-2007 – sviluppo di codici per la rimozione di effetti sistematici termici mediante l'applicazione di reti neurali. L'attività ha riguardato la supervisione di due tesi di laurea che hanno consentito di finalizzare un codice che è stato adattato ed inserito nella pipeline di analisi dati di LFI.
- **Partecipazione a gruppi di lavoro.** Parte della mia attività si è svolta nell'ambito di alcuni gruppi di lavoro internazionali, anche con funzione di coordinatore. In particolare:
  - ICWG – l'ICWG (Instrument Coordination Working Group) è un gruppo di lavoro che si è costituito nel 2004 e che unisce strumenti, ESA e Mission Operation Centre con l'obiettivo di preparare e coordinare le attività relative alle operazioni di volo. Nell'ambito dell'ICWG, di cui faccio parte fin dalla sua nascita, ho seguito e coordinato in particolare la stesura del piano di test dello strumento durante la fase di calibrazione finale in volo prima dell'inizio delle operazioni.
  - Planck Radiometer Core Team – È un gruppo di lavoro da me coordinato che si è costituito

nel 2006 nell'ambito dell'LFI Core Team e che ha la funzione di affrontare le varie problematiche strumentali legate alla parte radiometrica.

- LFI\_Scisup – È un gruppo di lavoro da me coordinato che è stato attivo fino alla fine del 2006 con la funzione di condurre i test ed analizzare i dati relativi alla calibrazione scientifica di LFI. Le funzioni di questo gruppo di lavoro sono state in seguito assorbite dal Planck Radiometer Core Team.

### ***Sviluppo tecnologico per la realizzazione di multi-array di feed-horn corrugati***

Questa attività è finalizzata alla progettazione e alla realizzazione di schiere di feed-horn corrugati costituiti da un numero elevato (dell'ordine del migliaio) di elementi per essere utilizzati nel piano focale di futuri strumenti radiometrici e/o bolometrici mirati al raggiungimento di elevatissime prestazioni in termini di sensibilità (sub-microK).

Le applicazioni in campo cosmologico di questi array sono relative allo sviluppo di ricevitori da impiegarsi in misure accurate delle anisotropie di polarizzazione del fondo cosmico, che sono caratterizzate da un livello del segnale di circa un ordine di grandezza inferiore a quello delle anisotropie di temperatura. La polarimetria accurata del fondo cosmico rappresenta un'importante opportunità per sondare i processi fisici a livelli energetici non raggiungibili da alcun acceleratore di particelle. La misura dei modi  $B$  delle anisotropie di polarizzazione, inoltre, costituirebbe una prova indiretta dell'esistenza delle onde gravitazionali primordiali attraverso il loro effetto all'epoca del disaccoppiamento. Ciò richiede lo sviluppo di una nuova generazione di strumenti successiva a Planck, caratterizzata da schiere di migliaia di ricevitori accoppiati ad ottiche di elevate prestazioni e volumi ridotti.

Oltre alle applicazioni in campo cosmologico, questo tipo di tecnologia presenta numerose potenziali applicazioni in campo industriale, ad esempio:

- nello sviluppo di *videocamere a microonde* per la visione in condizioni scarsa visibilità (industria aeronautica e automobilistica) e per l'utilizzo nel settore della sicurezza degli aeroporti;
- nello sviluppo di strumenti diagnostici dei tumori;
- nello sviluppo di strumenti di remote sensing degli idrocarburi nel campo dell'esplorazione petrolifera.

La mia attività di ricerca in questo settore (tuttora in corso) si è svolta nell'ambito di due progetti (WCAM e COFIS) finalizzati allo sviluppo di tecnologie adatte per futuri esperimenti e missioni per la misura della polarizzazione del fondo cosmico. La ricerca di seguito descritta si è svolta in collaborazione con l'Istituto INAF-IASF di Bologna, l'Università degli Studi di Milano Bicocca e l'Università La Sapienza di Roma e si è avvalsa della collaborazione dell'officina meccanica del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano nonché dell'attività di due laureandi.

- Sviluppo e realizzazione di un modulo 2 x 2 di antenne corrugate in banda W realizzate mediante sovrapposizione di lamine metalliche opportunamente lavorate. La tecnica è potenzialmente molto interessante perché risulta economica e facilmente scalabile.
- Testing a radiofrequenza (a caldo e a freddo) delle prestazioni delle antenne.
- Ottimizzazione mediante uno strumento software (SRSR - Radiating Structures with Symmetry of Revolution) del progetto elettromagnetico dell'antenna con l'obiettivo di realizzare un modulo da testare nel fuoco del telescopio MITO (Testa Grigia).

Il mio ruolo è consistito nel coordinamento dell'attività dei laureandi, il supporto all'interpretazione dei risultati e la pianificazione delle attività.

### **Dal dicembre 1999 al febbraio 2005**

Ricercatore con contratto a termine (ex art. 23) presso la sezione di Milano dell'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica cosmica (IASF) del CNR. La mia attività di ricerca presso l'Istituto IASF si colloca

nell'ambito della cosmologia sperimentale con particolare riferimento al fondo cosmico di microonde nell'ambito della missione spaziale Planck dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), e dell'esperimento "Background Experiment Anisotropy Scanning Telescope" (BEAST), un esperimento da terra per la misura dell'anisotropia della radiazione cosmica di fondo.

### **Attività svolta nell'ambito del Progetto PLANCK e dell'esperimento BEAST**

La mia attività svolta fra la fine del 1999 e la fine del 2004 ha riguardato sia lo sviluppo dello strumento che gli aspetti scientifici della missione. In particolare sono stato impegnato nello studio dell'impatto di effetti sistematici strumentali sui risultati scientifici e nelle attività di calibrazione e testing dello strumento Planck-LFI. Questi due aspetti sono particolarmente cruciali per il raggiungimento delle prestazioni richieste dagli obiettivi scientifici. Infatti la sensibilità senza precedenti degli strumenti a bordo di Planck richiede un controllo degli effetti sistematici [3] al livello del micro-Kelvin ed un controllo delle prestazioni e del funzionamento dello strumento che possono essere raggiunti solo mediante un'attività sperimentale di calibrazione estremamente accurata.

Di seguito viene presentata una sintesi delle mie attività svolte nell'ambito del progetto in questo periodo. In molti casi i risultati ottenuti hanno costituito la base per definire i requisiti strumentali ed alcuni aspetti del design.

- **Attività relative alla calibrazione e al testing dello strumento Planck-LFI.** Le mie attività in quest'area riguardano sia la pianificazione dei test ai vari livelli di sviluppo dello strumento, che il supporto sperimentale ai test stessi e lo sviluppo di codici di analisi dati da applicare ai dati prodotti durante i test. In particolare il mio coinvolgimento in quest'attività ha riguardato:
  - il coordinamento del team scientifico di supporto all'attività di calibrazione dei ricevitori radiometrici dello strumento Planck-LFI presso la Laben S.p.A. di Vimodrone (MI)
  - il coordinamento del team di sviluppo di RaNA (Radiometer aNalyser), un software dedicato all'analisi dei dati radiometrici prodotti durante il testing in laboratorio dei ricevitori di Planck-LFI (vedi anche [www.mi.iasf.cnr.it/~daniele/rana/](http://www.mi.iasf.cnr.it/~daniele/rana/));
  - la partecipazione ai team di supporto per lo sviluppo dei ricevitori a 30, 44 e 70 GHz (formalmente denominati *70 GHz Support Tiger Team* e *30 and 44 GHz support team*) che hanno il compito di fornire supporto tecnico e scientifico finalizzato al raggiungimento delle prestazioni richieste al modello di qualifica dello strumento Planck-LFI;
  - il coordinamento di un gruppo di lavoro finalizzato alla formulazione dei requisiti di stabilità termica del cosiddetto *sky load*, ovvero un carico emissivo che viene posto di fronte alle antenne dello strumento LFI durante la fase di testing e la cui stabilità termica è un fattore essenziale per l'accuratezza della calibrazione;
  - la partecipazione alla fase di integrazione dei ricevitori a 30 GHz con il prototipo dell'unità di elettronica di acquisizione dei dati presso il Jodrell Bank Observatory (UK) responsabile dello sviluppo del front-end dei radiometri a 30 e 44 GHz (giugno 2003);
  - la partecipazione ai test di calibrazione dei ricevitori a 70 GHz presso Ylinen (Helsinki), industria responsabile dello sviluppo della catena radiometrica a 70 GHz (novembre 2003);
  - il supporto alla definizione delle procedure di calibrazione e testing dei radiometri;
  - la definizione delle procedure di testing dello strumento LFI integrato sul satellite Planck;
  - il supporto alla fase sperimentale presso l'industria (Laben S.p.A.) italiana responsabile della consegna dello strumento LFI integrato;
  - il supporto alla definizione della strategia di calibrazione in volo dello strumento LFI [6].
- **Attività di sistema per quanto riguarda lo sviluppo dello strumento LFI**, comprendenti:

- sviluppo uno spreadsheet MS-Excel per l'analisi delle prestazioni di LFI in funzione delle caratteristiche dei vari sottosistemi. Lo spreadsheet è stato ampiamente utilizzato dal System Team e dal Radiometer Working Group come strumento di base per la progettazione dei ricevitori radiometrici;
  - coordinamento (con l'Instrument Scientist) dei contributi tecnici dei partner costituenti il consorzio LFI in occasione delle Review programmate dall'ESA.
- **Sviluppo di metodi *blind* e *non blind* per la rimozione di effetti sistematici a bassa frequenza.** In particolare quest'attività ha riguardato:
    - lo sviluppo di un codice di filtraggio (passa-alto) dei dati misurati. Questo codice è stato integrato nel prototipo della "pipeline" di analisi dati presso il Data Processing Centre di Planck;
    - l'applicazione di questo codice a stream di dati simulati contenenti segnali astrofisici (CMB, Galassia), rumore strumentale ed effetti sistematici periodici. In questa attività ho svolto anche il ruolo di relatore di tesi di laurea;
    - lo sviluppo di codici (basati su trasformate di Fourier e su reti neurali) per la rimozione di effetti sistematici periodici utilizzando i dati dei sensori di temperatura presenti nella telemetria di *housekeeping*. In questa attività ho svolto anche il ruolo di relatore di tesi di laurea;
    - la collaborazione nello sviluppo (effettuato principalmente da M. Maris dell'Osservatorio Astronomico di Trieste e da Luca Terenzi della sezione di Bologna dello IASF) di un codice di simulazione di effetti sistematici periodici con spettro variabile nel tempo (codice denominato GLISSANDO e integrato nel livello di simulazione della pipeline di analisi dati di Planck-LFI). Questo codice è stato applicato per la simulazione di effetti di invecchiamento dei compressori del raffreddatore a 20 K (Sorption Cooler).
- **Analisi delle prestazioni dei ricevitori dello strumento Planck-LFI.** L'attività in questo settore riguarda la modellazione sia analitica che numerica dei radiometri a pseudo-correlazione adottati nello strumento LFI con lo scopo di ottimizzarne le prestazioni e modellarne la risposta in presenza di effetti sistematici e non idealità nei componenti. In particolare il mio coinvolgimento ha riguardato:
    - lo sviluppo di un modello analitico della risposta dei ricevitori e della suscettibilità a errori sistematici [5,8];
    - lo sviluppo di un modello numerico per la simulazione del rumore generato dai radiometri per identificare le condizioni di massima stabilità del segnale;
    - la collaborazione con Laben S.p.A allo sviluppo di un modello numerico mediante un software di modellazione di circuiti a microonde (ADS) e alla sua applicazione a casi di interesse (es. effetto di asimmetrie nei componenti della catena radiometrici, stima della potenza irradiata dalle antenne per effetto della riflessione degli amplificatori);
    - definizione dei requisiti di quantizzazione e compressione del segnale radiometrico e degli algoritmi di *signal processing* effettuati a bordo del satellite [4].
- **Studio dell'impatto di fluttuazioni periodiche sullo strumento LFI.** In questo studio ho sviluppato un metodo analitico per valutare quantitativamente l'effetto di fluttuazioni periodiche nel segnale misurato sulle mappe prodotte dallo strumento LFI. In particolare il metodo è applicabile a fluttuazioni di forma arbitraria [9]. Lo studio ha costituito la base per la formulazione dei requisiti di stabilità del refrigeratore a 20 K e per la successiva decisione di implementare uno stadio di stabilizzazione attiva.

- **Definizione dei requisiti di straylight interna.** L'attività in questo ambito (effettuata in collaborazione con la sezione di Bologna dello IASF) ha riguardato l'analisi dell'effetto di fluttuazioni termiche delle superfici emissive del satellite Planck (telescopio, schermi, etc...) sulla stabilità del segnale misurato e la formulazione dei requisiti al livello del satellite.
- **Studio dell'impatto della stabilità termica di LFI sulla misura.** Ho analizzato l'effetto di fluttuazioni termiche dei radiometri indotte dal raffreddatore a 20K (Sorption Cooler) e sul segnale misurato a diverse scale temporali (dalla misura istantanea alla mappa finale). Lo studio in particolare ha riguardato [2]:
  - l'applicazione del modello termico dello strumento LFI per stimare le fluttuazioni di temperatura al livello dei ricevitori nel piano focale;
  - lo sviluppo di un modello analitico della risposta dei radiometri a fluttuazioni nella temperatura fisica;
  - la valutazione dell'impatto di fluttuazioni termiche al livello della terminazione fredda (misurate dal team di sviluppo del Sorption Cooler presso NASA-JPL) sul segnale misurato e sulle mappe finali del fondo cosmico di microonde.

Lo studio ha evidenziato un impatto non trascurabile di tali fluttuazioni termiche ed ha indotto successive azioni che hanno portato all'implementazione di un controllo attivo di temperatura che ha consentito di migliorare la stabilità termica dello stadio a 20 K.

- **Studio dell'impatto della stabilità termica dei riferimenti a 4K dei radiometri di LFI sulla misura.** I ricevitori dello strumento LFI sono ricevitori differenziali che comparano il segnale proveniente dal cielo con un riferimento stabile costituito da un corpo nero a circa 4 K (*reference load*). La stabilità del segnale di riferimento è cruciale in quanto ogni instabilità termica si traduce in un'instabilità del segnale misurato e in un conseguente errore sistematico nella misura finale. In questo studio ho analizzato le proprietà termiche del materiale costituente i riferimenti a 4 K e l'effetto di instabilità termiche sul risultato scientifico della missione. In particolare le attività sono state:
  - la valutazione della propagazione di fluttuazioni termiche attraverso i *reference loads* (attività nella quale ho svolto il ruolo di relatore di tesi di laurea);
  - lo sviluppo di un modello analitico della risposta dei radiometri a fluttuazioni nel segnale di riferimento;
  - la valutazione dell'impatto di fluttuazioni termiche nello stadio a 4K del cryo-cooler ad elio dello strumento HFI sul segnale misurato e sulle mappe finali (attività svolta in collaborazione col il team dello strumento HFI e con la sezione di Bologna dello IASF).
- **Studio delle proprietà termiche e radiometriche delle guide d'onda di LFI.** In questo lavoro ho studiato e fornito una prima ottimizzazione della configurazione delle guide d'onda che trasportano il segnale misurato dalla parte criogenica (20 K) del radiometro a quella a temperatura ambiente (300 K). Ho sviluppato un modello semi-analitico per l'ottimizzazione nell'utilizzo dei diversi materiali costituenti le diverse sezioni di ciascuna guida in modo da minimizzare il flusso termico verso la parte fredda dello strumento massimizzando, allo stesso tempo, la conducibilità elettrica. I risultati ottenuti hanno costituito la base per studi successivi che hanno portato all'attuale configurazione di volo.
- **Impatto di bend e twist sulle prestazioni radiometriche delle guide d'onda.** Questo studio (svolto in collaborazione con la sede di Bologna dell'Istituto IASF) ha riguardato l'implementazione di un modello analitico per il calcolo del return loss indotto dalla presenza di *twist* e *bend* in guide d'onda rettangolari. Questo studio ha consentito una prima valutazione dell'impatto radiometrico della complessa geometria delle guide d'onda dello strumento LFI.
- **Definizione dei requisiti strumentali di LFI.** In questo studio (svolto in collaborazione con



L'Instrument Scientist, e altri due componenti dell'Instrument Team) è stata effettuata un'analisi dei requisiti scientifici globali dello strumento LFI e nella derivazione da questi dei requisiti strumentali a più alto livello (sensibilità, risoluzione angolare, suscettibilità ad errori sistematici). Questo studio ha condotto alla stesura di un documento che costituisce tuttora il riferimento principale per quanto riguarda goal e requisiti scientifici e la base per numerosi lavori successivi riguardanti l'impatto degli errori sistematici.

- **Distorsione di *beam pattern* di antenne corrugate indotta dalla presenza di altre antenne sul piano focale (“oscuramento”).** Questo studio ha riguardato un'analisi sperimentale della distorsione del fascio di un'antenna corrugata indotta dalla presenza di un'altra antenna nel campo di vista. Il problema è di rilevanza particolare nel contesto del progetto PLANCK in cui il piano focale è costituito da un array di antenne corrugate molto vicine fra loro.
- **Analisi dell'impatto di errori sistematici sulle prestazioni radiometriche di LFI.** In questo studio (svolto in collaborazione con altri ricercatori appartenenti all'*Instrument Team*) è stata effettuata un'analisi teorica dell'impatto di diversi tipi di errori sistematici sul segnale misurato dai radiometri di LFI.

L'esperimento BEAST (*Background Experiment Anisotropy Scanning Telescope*, che ha operato fra il 1998 e il 2004 presso la stazione di terra a White Mountain, 3800 m) è svolto dal gruppo di Milano in collaborazione con il gruppo di Astrofisica della University of California at Santa Barbara e prevede una serie di esperimenti di anisotropia della CMB condotti utilizzando tecnologie analoghe a quelle di Planck-LFI. L'esperimento ha dato risultati scientificamente interessanti in quanto è in grado di raggiungere sensibilità e risoluzione angolare superiore a quelle di WMAP sia pure in una zona limitata del cielo (circa 2500 gradi quadrati).

Nell'ambito dell'esperimento BEAST ho collaborato all'analisi ottica del piano focale. In particolare è stato effettuato uno studio che ha portato ad una definizione della superficie focale ottimale (ovvero le posizioni nello spazio dove porre le antenne nel piano focale per massimizzare le prestazioni ottiche), un'analisi dell'effetto di distorsioni meccaniche degli specchi sui diagrammi di antenna (potenziale fonte di degradazione delle prestazioni ottiche) e un'analisi della sensibilità del telescopio di BEAST alla radiazione proveniente da regioni lontane dal fascio principale (lobi laterali).

### **Dall'aprile 1990 al 30 novembre 1999**

Impiegato presso **EniRicerche** (poi **EniTecnologie**), società di ricerca del gruppo ENI. Membro del Comitato Tecnico dell'*International Symposium on Evaluation of Reservoir Wettability and its effect on Oil Recovery* dal 1996 al 2000

Le attività svolte in questo periodo possono essere sintetizzate come segue:

#### ***Geochimica – geofisica (1998 – 1999)***

- Studio teorico dei meccanismi di migrazione della CO<sub>2</sub> in bacini di idrocarburi.
- Sviluppo di un codice di calcolo per lo studio della diffusione di idrocarburi leggeri nei bacini sedimentari.
- Analisi teorica dei meccanismi di migrazione verticale degli idrocarburi nei bacini sedimentari.
- Sviluppo di un codice di calcolo per la determinazione della stabilità termodinamica di idrati di metano (applicazione all'esplorazione di giacimenti di metano idrato).

#### ***Interazioni fluidi/rocce nei giacimenti di idrocarburi e fluidodinamica in mezzi porosi (1992 – 1998)***

Dal 1 marzo 1993 al 31 gennaio 1994 ho lavorato come visiting scientist presso il *Department of Chemical Engineering* dell'Università del Wyoming (Laramie, Wyoming, USA) sotto la supervisione del Prof. Norman Morrow, uno dei massimi esperti mondiali nel campo della scienza del petrolio. Durante questo periodo mi sono occupato di studi di *bagnabilità* (interazioni fluidi/rocce) applicati all'estrazione di idrocarburi. In questo ambito ho partecipato al Comitato Tecnico della quarta, quinta e sesta edizione dell'*International Symposium on Evaluation of Reservoir Wettability and its Effect on Oil Recovery*,

rispettivamente negli anni 1996, 1998 e 2000.

Le altre linee di studio che ho seguito in questo periodo possono essere così sintetizzate:

- sviluppo di una tecnologia (provata con successo in un giacimento di gas) per il controllo della produzione di acqua da giacimenti a gas mediante iniezione di polimeri nella formazione rocciosa [10];
- studio dei fenomeni di adsorbimento di polielettroliti su rocce silicee [10];
- studio teorico dell'effetto di polimeri adsorbiti in mezzo poroso sulle proprietà di flusso [10];
- simulazioni di giacimento per trasferire la tecnologia dal laboratorio al campo [10];
- studio della propagazione nei mezzi porosi di molecole utilizzate come traccianti;
- studi di base riguardanti le interazioni fra il petrolio e le rocce nel giacimento;

#### ***Fisica dell'atmosfera (1990 – 1992)***

- Studio delle proprietà ottiche di aerosol atmosferici.

#### **Partecipazione e coordinamento di gruppi di lavoro internazionali**

Nell'ambito del progetto Planck si sono costituiti numerosi gruppi di lavoro sia riguardanti lo sviluppo degli strumenti che la parte scientifica. In particolare i gruppi di lavoro che vedono o hanno visto in passato un mio coinvolgimento sono:

- *Planck Radiometer Core Team* – È un gruppo di lavoro da me coordinato, costituito nel 2006 nell'ambito dell'LFI Core Team e che ha la funzione di affrontare le varie problematiche strumentali legate alla parte radiometrica.
- *ICWG* (Instrument Coordination Working Group); è un gruppo di lavoro costituito nel 2004 e che unisce strumenti, ESA e Mission Operation Centre con l'obiettivo di preparare e coordinare le attività relative alle operazioni di volo. Nell'ambito dell'ICWG, di cui faccio parte fin dalla sua nascita, ho seguito e coordinato in particolare la stesura del piano di test dello strumento durante la fase di calibrazione finale in volo prima dell'inizio delle operazioni.
- *LFI Scisup* – È un gruppo di lavoro da me coordinato che è stato attivo fino alla fine del 2006 con la funzione di condurre i test ed analizzare i dati relativi alla calibrazione scientifica di LFI. Le funzioni di questo gruppo di lavoro sono state assorbite dal Planck Radiometer Core Team.
- *LFI demo* – È un gruppo di lavoro che ha l'obiettivo di coordinare le attività di simulazione e di analisi dati scientifica in Planck-LFI. Il mio contributo ha riguardato lo sviluppo di codici di calcolo e l'interfaccia con il team strumentale.
- *Thermal Effects Working Team* (attivo fino al 2005, del quale sono stato coordinatore) nell'ambito del *Systematic Effect Working Group (SEWG)*. Il SEWG è un gruppo di lavoro costituito per analizzare l'impatto di effetti sistematici strumentali sui risultati scientifici prodotti dalla missione Planck; nell'ambito del SEWG il *Thermal Effects Working Team* è un gruppo dedicato allo studio degli effetti di natura termica, che in Planck rivestono un'importanza particolare data l'estrema complessità della catena criogenica;
- il *RaNA development team* (attivo fino al 2006, del quale sono stato coordinatore). È un gruppo internazionale che ha sviluppato RaNA, il software di analisi dati utilizzato durante la fase di calibrazione dei singoli ricevitori. In questa fase ho coordinato il team di sviluppo, ho definito le specifiche del codice ed ho scritto alcuni moduli del software;
- il *70 GHz Support Tiger Team* e il *30 and 44 GHz Support Team* (attivi fino al 2006), due gruppi

internazionali mirati a fornire supporto ai team di sviluppo dei ricevitori per il raggiungimento delle prestazioni richieste per i modelli di qualifica;

- il *Radiometer Working Group*. Questo gruppo di lavoro (attivo fino al 2005), al quale ha anno partecipato nche gli istituti responsabili dello sviluppo dell'hardware dello strumento, è stato costituito con l'obiettivo di ottimizzare la progettazione dei ricevitori.
- il *Radiometer Model Working Group*, (attivo fino al 2005) con l'obiettivo di sviluppare un modello numerico della risposta dei ricevitori;
- il *PLANCK/LFI System Team* (PST). Il PST ha la responsabilità dello sviluppo dello strumento LFI e coordina le attività sia tecnico/scientifiche che gestionali.

Partecipo inoltre alle attività relative allo sfruttamento scientifico dei dati di Planck nei seguenti *topics* che fanno parte del "**Core Program**" di Planck:

- *Non Gaussianity*. In quest'area si collocano gli studi che hanno come obiettivo l'identificazione e l'analisi di possibili deviazioni da una distribuzione gaussiana delle anisotropie di fondo cosmico, indice di deviazioni dalla linearità nei processi fisici responsabili delle fluttuazioni di densità nell'Universo primordiale;
- *Polarisation*. La misura dell'anisotropia nello stato di polarizzazione del fondo cosmico è uno degli obiettivi più importanti della missione Planck. Una misura precisa di queste anisotropie consentirebbe di aumentare il livello di confidenza nelle stime dei parametri cosmologici e costituirebbe (nel caso di un'evidenza sperimentale della presenza dei cosiddetti *B-modes*) una prova indiretta dell'esistenza di onde gravitazionali. Le caratteristiche dell'anisotropia a grandi scale angolari nello stato di polarizzazione, inoltre, costituiscono un test importante sulla presenza di una re-ionizzazione dell'Universo avvenuta successivamente alla ricombinazione;
- *Diffuse galactic emission*. Lo studio dell'emissione galattica diffusa costituisce un aspetto fondamentale della missione Planck, sia per quanto riguarda il problema della rimozione dei *foregrounds* galattici dalle mappe misurate per giungere ad una mappa di anisotropia di puro fondo cosmico, sia per l'interesse scientifico dello studio della struttura e dinamica della galassia.

## ATTIVITÀ DIDATTICA

### Corsi presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano

**2006 – 2008 (AA 2006-2007, 2007-2008). Titolare del corso di Laboratorio di Strumentazione Spaziale I nell'ambito del corso di Laurea magistrale in Fisica (6 CFU).** Il corso prevede una serie di lezioni introduttive ed esercitazioni in laboratorio mirate a presentare e discutere i principali aspetti legati alla strumentazione scientifica in ambito astrofisico con particolare rilevanza alle applicazioni spaziali. L'area scientifica di riferimento è rappresentata dalla cosmologia del fondo cosmico e la tecnologia relativa è legata alla componentistica attiva e passiva nelle microonde. Le esercitazioni riguardano la progettazione di telescopi a riflettore ed antenne corrugate mediante software dedicati quali GRASP 9 ([www.ticra.com](http://www.ticra.com)) e SRSR ([http://www.orange.com/en\\_EN/innovation/software\\_licensing/Software/P01285.html](http://www.orange.com/en_EN/innovation/software_licensing/Software/P01285.html)).

**2005 – 2008 (AA 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008). Docente di un modulo del Corso di Introduzione all'Astrofisica nell'ambito del corso di Laurea triennale in Fisica (6 CFU).** Il corso affronta le principali metodologie e problematiche sperimentali nell'osservazione del cielo. Particolare spazio viene dato ad una trattazione di base di interfacce ottiche nel visibile, nell'infrarosso e nel radio con riferimento alle tecnologie di punta per il miglioramento della risoluzione angolare (interferometria, ottiche adattive). Nel corso vengono descritte, inoltre, alcuni esperimenti e missioni spaziali di punta in ambito astrofisico.

**2000 – 2004 (AA 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004). Professore a contratto nell'ambito del corso di laboratorio di astrofisica.** L'attività svolta si inserisce nell'ambito del corso di laboratorio di Astrofisica del IV anno e consiste nello svolgimento di alcune delle lezioni introduttive e nel supporto agli studenti durante le varie fasi dell'attività di laboratorio. Nello stesso contesto ho collaborato e collaboro tuttora allo sviluppo del laboratorio: in particolare ho sviluppato software per l'analisi dei dati e per l'automazione dell'acquisizione dati, e ho collaborato all'installazione di uno stadio automatizzato di rotazione e all'estensione del range di frequenze utilizzabili negli esperimenti di laboratorio.

### Tesi di laurea

**Tesi di Dottorato di Ricerca presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano.**

2006-2008 tutor dello studente di Dottorato in Fisica e Astrofisica Ing. Andrea Zonca.

**Tesi di laurea magistrale/quadriennale presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano.**

2007-2008 relatore interno della seguente tesi tuttora in corso: “*Metodologie avanzate di testing di array di antenne corrugate a microonde*” in collaborazione con IFP-CNR.

2007-2008 relatore interno della tesi: “*Misure della risposta in banda dei ricevitori flight spare dello strumento Planck-LFP*” (tesi svolta presso Thales Alenia Space Italia, votazione 100/110)

2006-2007 relatore interno della tesi “*Strategie di tuning per la calibrazione in volo dei radiometri differenziali di Planck-LFP*” (tesi svolta presso Thales Alenia Space Italia, votazione 110/110 e lode)

2006-2007 relatore interno della tesi “*Realizzazione e testing di un array di feed horn corrugati per la misura della polarizzazione nella radiazione di fondo cosmico*” (votazione 110/110 e lode)

2005-2006 relatore interno della tesi “*Applicazione di reti neurali per la rimozione di effetti termici da misure di fondo cosmico Planck-LFP*” (votazione 110/110)

2003-2004 relatore esterno della tesi “*Analisi e rimozione di effetti strumentali dalle mappe di fondo cosmico di Planck*” (votazione 110/110 e lode)

2002-2003 relatore esterno della tesi “*Simulazioni ottiche dello strumento BEAST per la misura delle anisotropie di fondo cosmico*” (votazione 110/110 e lode)

2001-2002 relatore esterno della tesi “*Analisi di effetti sistematici di origine termica nello strumento PLANCK-LFP*” (votazione 110/110 e lode)

***Tesi di laurea triennale presso il Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Milano.***

2006-2007 relatore interno della tesi “*Filtro taglia banda per la rimozione di effetti strumentali da misure di fondo cosmico con Planck-LFI*” (votazione 96/110)

2006-2007 relatore interno della tesi “*Ottimizzazione di antenne a lente per studi di polarizzazione di fondo cosmico*” (votazione 110/110 e lode)

2005-2006 relatore interno della tesi “*Analisi e rimozione di fluttuazioni sistematiche strumentali dalle mappe di fondo cosmico dell’esperimento Planck-LFP*” (votazione 104/110)

***Tesi di laurea presso altre università***

2004-2005 relatore esterno della tesi “*Rimozione di effetti sistematici dai dati dello strumenti Planck-LFI mediante tecniche non-blind*” presso il Politecnico di Milano (votazione 85/100)

## ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE

### Seminari divulgativi

**Titolo:** *Universo e dintorni: uomini scoperte e frontiere della cosmologia moderna.*

**Pubblico:** studenti scuole superiori, pubblico generale

**Descrizione:** La vertigine che proviamo contemplando un cielo stellato e' lo specchio del nostro smarrimento di fronte alle domande "ultime" che da secoli stimolano la fantasia e creativita' dell'uomo: Come e' fatto l'universo? Ha avuto un inizio? Avra' una fine? Qual e' l'origine della vita? Che ruolo ha l'uomo nel divenire del cosmo? Agli inizi del 1900, alcune scoperte fondamentali ci hanno fornito gli strumenti per affrontare con metodo scientifico molte di queste domande.

In questo incontro vengono percorse le tappe principali di un cammino che ha portato ad un modello del cosmo comprovato da numerosi esperimenti e che apre la scena a nuove e formidabili domande. La discussione degli aspetti scientifici si alterna a letture che gettano luce anche sull'esperienza umana degli scienziati che questo cammino hanno tracciato, muovendosi con intuizione, coraggio e passione in terreni spesso inesplorati.

**Data:** presentato per la prima volta presso la libreria Feltrinelli (Milano) il 10 novembre 2006 nell'ambito dell'iniziativa "Caffèscienza" ([www.caffescienzamilano.it](http://www.caffescienzamilano.it)) L'iniziativa è stata in seguito riproposta in numerose occasioni fra cui il Planetario di Milano (7 febbraio 2007), l'Osservatorio astronomico di Sesto San Giovanni (18 aprile 2007), a Trieste nell'ambito dell'Iniziativa "Dalle stalle alle stelle" (11 agosto 2007), presso il liceo scientifico Einstein di Milano (24 gennaio 2008). Dal 2007 il seminario è inserito nel calendario di "Storia e scienza a Brera" (<http://www.brera.unimi.it/ssb/index.php>)

**Titolo:** *Origine ed evoluzione dell'universo.*

**Pubblico:** studenti scuole medie e superiori

**Descrizione:** Il seminario affronta il tema dell'evoluzione dell'Universo con l'utilizzo della teoria del Big Bang. Con questo modello come filo conduttore, ripercorrendo a ritroso l'espansione dell'Universo vengono analizzati i problemi aperti della teoria e la correzione con il Modello Inflazionario.

**Data:** dal 2007 il seminario è inserito nel calendario di "Storia e scienza a Brera" (<http://www.brera.unimi.it/ssb/index.php>) e dal 2005 è inserito come lezione nell'ambito del "Corso di Fisica moderna" tenuto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano e rivolto agli studenti delle scuole superiori

**Titolo:** *Stella stellina : a spasso per i giardini del cielo.*

**Pubblico:** studenti scuole elementari (classe V)

**Descrizione:** un ciclo di quattro lezioni per le scuole elementari. Si tratta di un viaggio virtuale per il sistema solare realizzato con il software Celestia ([www.shatters.net/celestia](http://www.shatters.net/celestia)) e il supporto di un'attrice che, con la sua voce fuori campo, impersona *Celestina* un'astronave un po' matta che con le sue teorie audaci e poco ortodosse fa da contraltare alle spiegazioni del relatore.

**Data:** dal 2004 l'iniziativa viene proposta annualmente presso la scuola elementare Maria Ausiliatrice di Novara. Dal 2007 il seminario è inserito nel calendario di "Storia e scienza a Brera" (<http://www.brera.unimi.it/ssb/index.php>).

**Titolo:** *Un'isola nel cosmo: la Via Lattea agli occhi della scienza.*

**Pubblico:** pubblico generale

**Descrizione:** un seminario sui principali aspetti scientifici della Via Lattea

**Data:** il seminario è stato presentato due volte: la prima l'11 novembre 2007 a Novara presso l'aula magna dell'Università del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro nell'ambito come introduzione alla mostra "A che tante facelle?" esposta durante la settimana successiva. La seconda il 23 giugno 2008 a Concorezzo (Milano) sempre ad introduzione della mostra "A che tante facelle?".

**Titolo:** *The dark side of the world – luci ed ombre su materia oscura ed energia oscura.*

**Pubblico:** pubblico generale con conoscenze di base di astronomia

**Descrizione:** un seminario avanzato sulle recenti scoperte e sulle questioni ancora aperte riguardanti materia oscura ed energia oscura.

**Data:** il seminario è stato presentato il 29 maggio 2008 nell'ambito del "Corso avanzato di

astronomia” organizzato dall'Osservatorio Astronomico di Brera (Milano) (<http://www.brera.unimi.it/ssb/index.php>).

**Titolo:** *Figli delle stelle – il cielo sopra e dentro di noi.*

**Pubblico:** studenti scuole medie inferiori (III media)

**Descrizione:** un seminario introduttivo sull'astronomia in generale e sul ciclo evolutivo delle stelle in particolare.

**Data:** il seminario è stato proposto presso la scuola media S. Lorenzo di Novara i giorni 17 e 18 marzo 2008.

**Data:** 12-13 maggio 2004.

**Titolo:** *Il canto del cigno: nascita, vita e morte delle stelle dalle nebulose ai buchi neri.*

**Luogo:** Scuola Media S. Lorenzo (Novara)

**Pubblico:** classe III media

**Descrizione:** L'incontro è un viaggio nella vita delle stelle attraverso le loro varie fasi: la formazione nelle nebulose, la “maturità”, lo stadio di gigante rossa, fino a quell'evento improvviso e violento che non ha pari nell'Universo che è una supernova, il canto del cigno di una stella. Si parla anche di nane bianche, nane brune, pulsar e buchi neri, ovvero i possibili stadi finali della vita di una stella. La presentazione avviene mediante il software "Celestia" (vedi [www.shatters.net/celestia/](http://www.shatters.net/celestia/)) un vero e proprio simulatore 3D che consente di viaggiare nell'Universo come su un'astronave e vedere i vari oggetti che lo compongono “quasi” dal vivo. In aggiunta al viaggio virtuale verranno mostrate e discusse immagini e filmati “reali” prodotte dalle più recenti missioni spaziali.

**Data:** dicembre 2003.

**Titolo:** *L'Universo e la sua evoluzione*

**Luogo:** Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano

**Pubblico:** classe V liceo scientifico

**Descrizione:** si tratta di una presentazione in cui si ripercorre la storia della cosmologia moderna, partendo dalla scoperta dell'espansione dell'Universo effettuata da Hubble per arrivare agli esperimenti spaziali di ultima generazione.

**Data:** 15 aprile 2003.

**Titolo:** *Ricerca scientifica: alla scoperta dell'Universo*

**Luogo:** Liceo Scientifico San Lorenzo (Novara)

**Pubblico:** classe terza media

**Descrizione:** si tratta di una presentazione in cui si discute degli aspetti fondamentali del “fare ricerca” (la capacità di stupirsi e porsi domande, la capacità di effettuare ipotesi e di verificarle sperimentalmente, ecc.) esemplificando i concetti esposti con esempi tratti dalla storia della cosmologia del XX secolo.

## **Collaborazione all'organizzazione di eventi divulgativi**

Nel periodo aprile-novembre 2007 ho collaborato come esperto scientifico all'organizzazione della mostra “A che tante facelle?” esposta presso i locali dell'Università del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro dal 17 al 24 novembre 2007.

Negli anni 2007-2008 ho collaborato alla realizzazione delle mostre scientifiche “Di luce in luce”, presentata durante il Meeting di Rimini del 2007 e ATMOSPHERA che verrà presentata durante il meeting di Rimini del 2008.

## **Realizzazione di contenuti multimediali**

- *Figli delle stelle*, un video di animazione di 18 minuti sul ciclo di evoluzione stellare. Simulazioni 3D realizzate mediante il software Celestia.
- *La prima luce – il viaggio di un fotone un po' speciale*, un video di 4 minuti a supporto della conferenza *Universo e dintorni*. Racconta per immagini il viaggio di quasi 14 miliardi di anni di un

ipotetico fotone dall'universo primordiale all'antenna di Penzias e Wilson, gli scopritori del fondo cosmico di microonde.

### **CORSI (dal 1999 ad oggi)**

- **Settembre 2003** – Partecipazione alla dodicesima scuola estiva di calcolo parallelo presso il CINECA (Casalecchio di Reno – Bologna)
- **Settembre 2002** – Partecipazione al corso “Cosmology and Fundamental Physics from Space” organizzato dall'International School of Space Science (L'Aquila)

Data: 25/01/09

Firma

Aniello Mennella