

## CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM

### PAOLO MARIA MONTAGNA

Nome : **Paolo Maria Montagna**  
Luogo e data di nascita : Pavia, 31 dicembre 1964  
Nazionalità : Italiana  
Residenza : Via De Canistris, 3 - 27100 Pavia  
Indirizzo e-mail : paolo.montagna@unipv.it  
paolo.montagna@pv.infn.it  
Lingue straniere : Inglese (buono), Francese (buono)  
Attuale Posizione : Professore Associato - settore concorsuale 02/A1 Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali - settore scientifico-disciplinare FIS/01 Fisica sperimentale - Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Pavia

### STUDI E POSIZIONI RICOPERTE - QUADRO SINTETICO

- 1989: Laurea in Fisica (indirizzo applicativo/nucleare) presso l'Università di Pavia. Tesi di laurea: Aspetti statistici della perdita di energia per ionizzazione di particelle cariche nella materia (relatore prof. A.Rotondi).
- 1989-90: Servizio militare.
- 1991: Vincitore di una borsa di studio annuale presso la Sezione INFN di Pavia. Incarico di associazione scientifica presso la Sezione INFN di Pavia (Gruppo III - Fisica Nucleare) e presso il CERN di Ginevra.
- 1992-95: Dottorato di Ricerca in Fisica (VII ciclo) presso l'Università di Pavia. Tesi di dottorato: Annichilazione in quiete antiprotono-protone  $\rightarrow 2\pi^+2\pi^-\pi^0$ .
- 1994-97: Insegnamento con incarichi di supplenza annuale in Matematica, Fisica e Elettronica presso Istituti Superiori Statali di Pavia e provincia. Attività di ricerca con contratti di collaborazione presso il Dip.Fisica Nucleare e Teorica Univ.Pavia e il Dip.Chimica e Fisica per i Materiali Univ.Brescia
- 1998: Ricercatore universitario presso la Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università di Pavia (s.s.d. B01B - Fisica, poi FIS07 - Fisica Applicata). Conferma in ruolo nel 2001 a tempo indeterminato.
- 2001: Titolare di affidamento di diversi corsi di insegnamento all'Università di Pavia (v.più avanti il dettaglio). Professore aggregato dal 2005.
- 2002: Incarico di ricerca scientifica presso la Sezione di Pavia dell'INFN.
- 2014: Abilitazione Scientifica Nazionale (2012) - Settore Concorsuale 02/A1 - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali - SSD FIS/01 - Fisica Sperimentale (sottosectore FIS/01/C Fisica Nucleare) - scadenza 23/01/2023.
- 2022: Professore Associato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia (settore concorsuale 02/A1 Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali - settore scientifico-disciplinare FIS/01 Fisica sperimentale).

### SCUOLE E CORSI DI PERFEZIONAMENTO

- 1993: Winter School of Hadronic Physics di Folgaria, Università di Torino.
- 1993-94: Scuola di Dottorato di Fisica Nucleare e Subnucleare di Otranto, Università di Bari (2 ediz.).

1995-96: Corso di Perfezionamento in Fisica di durata annuale, Università di Pavia.

### ATTIVITA' DIDATTICA ACCADEMICA

Sin dall'inizio della propria professione come ricercatore di ruolo presso l'Università di Pavia, la didattica ha costantemente occupato nell'attività di P.Montagna uno spazio molto significativo, divenuto poi nel corso degli anni, e in particolare con il passaggio dalla Facoltà di Medicina al corso di laurea in Fisica, sempre più importante sia in termini di impegno che di responsabilità acquisite. Nella tabella sottostante si presenta un quadro sintetico dei corsi da lui tenuti anno per anno, con relativi CFU e una stima del numero di studenti. Nel seguito vengono poi elencate in dettaglio (aggiornamento fino al 2021) le diverse attività con il numero di CFU e di ore di lezione (si noti che la corrispondenza tra n.CFU e n.ore di lezione non è sempre costante, sia per i diversi criteri determinati da Facoltà e Consigli Didattici, sia per la diversa attribuzione di ore all'unità CFU nei casi di didattica frontale, esercitazione, laboratorio).

ATTIVITA' DIDATTICA DI PAOLO MONTAGNA																											
N. CFU EROGATI E STIMA DEL N. DI STUDENTI PER ANNO ACCADEMICO																											
CORSO	N. Stud. (stima)	CFU/ANNO										CFU TOT															
FISICA MEDICA	70											6															
DIPLOMI UNIV. DI AREA MEDICA	3											3															
CLASSE PROFESS. SANIT. TECNICHE	120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10															
CLASSE PROFESS. SANIT. TECNICHE	120	3	3	3	3	2	2	2	2			29															
ANAL. MAT. E FIS. APPL. TECN. LABORATORIO BIOMEDICO	15	2	2	2	2	2	2	2	2			20															
SC. INFERMIERISTICHE - LODI	40									1	1	17															
TECN. RADIOLOGIA MEDICA	35									4	4	58															
TECN. NEUROFISIOLOGIA	10									2	2	6															
CLASSE PROFESS. SANIT. TECNICHE	120									1		1															
LM PROF. SANIT. TECN. ASSIST. DIAGN.	20									3		3															
SC. TECN. AMBIENTE E NATURA	80									6	6	18															
FISICA	70											36															
<b>TOTALE CFU EROGATI</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>204</b>

#### a) Didattica integrativa presso l'Università di Pavia:

1998-2013: Assistente del corso di Fisica Medica per il corso di laurea in Medicina  
Svolgimento di esercitazioni di laboratorio a gruppi (12 ore/anno)

## **b) Corsi in affidamento presso l'Università di Pavia:**

Docente titolare in affidamento dei seguenti corsi:

### **Facoltà di Medicina e Chirurgia**

- 1999-2001: corso di Fisica per Diploma universitario per Tecnici Ortopedici, Tecnici di Radiologia Medica, Fisioterapisti; corso di Fisica per Diploma universitario per Dietisti, Tecnici di Riabilitazione Psichiatrica (3 CFU, 30 ore/anno)
- 2001-2012: corso di Fisica Medica per la Classe delle Lauree nelle Professioni Sanitarie Tecniche (= corsi di laurea in Tecniche di Radiologia Medica, Dietistica, Tecniche Ortopediche, Tecniche di Laboratorio Biomedico, Tecniche di Neurofisiopatologia, Tecniche di Fisiopatologia Circolatoria e Perfusione Cardiovascolare, Tecniche di Igiene Dentale) (3 CFU, 30 ore/anno fino al 2007/08, 2 CFU, 28 ore/anno dal 2008/09)
- 2001-2011: corso Propedeutico di Matematica e Fisica per la Classe delle Lauree nelle Professioni Sanitarie Tecniche (stessi corsi di laurea precedenti, 1 CFU, 8 ore/anno)
- 2001-2011: corso di Analisi Matematica e Fisica Applicata per Laurea in Tecniche di Laboratorio Biomedico (2 CFU, 16 ore/anno, dal 2006 mutuato con il corso di Radioattività, v.oltre)
- 2003-2015: corso di Fisica Medica per Laurea in Scienze Infermieristiche (sede di Lodi; 3 CFU, 30 ore/anno fino al 2009/10, 2 CFU, 28 ore/anno dal 2010/11)
- 2004-oggi: corso di Radioattività per Laurea in Tecniche di Radiologia (4 CFU, 32 ore/anno fino al 2010/11, 3 CFU, 24 ore/anno dal 2011/12)
- 2011-2014: corso di Fisica Applicata per Laurea in Tecniche di Neurofisiopatologia (2 CFU, 16 ore/anno, mutuato con il corso di Radioattività)
- 2011-2012: corso di Radioprotezione per la Classe di Lauree nelle Professioni Sanitarie Tecniche (stessi corsi di laurea precedentemente elencati; 1 CFU, 8 ore/anno)
- 2012-2013: corso di Fisica per la Classe di Lauree Magistrali nelle Professioni Sanitarie Tecniche (= lauree Sanitarie Tecniche Diagnostiche e Assistenziali; 3 CFU, 24 ore/anno)

### **Corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura**

2012-2015: corso di Elementi di Fisica (6 CFU, 48 ore/anno)

### **Corso di laurea in Fisica**

2015-oggi: modulo di Analisi Dati 1 nel corso di Fisica Sperimentale 1 (fino al 2018 con denominazione: Misure Fisiche 1 nel corso di Esperimentazioni di Fisica 1; 6 CFU, 60 ore/anno)

### **Corso di laurea magistrale in Scienze Fisiche**

2022-oggi: modulo 1 nel corso di Preparazione di Esperienze Didattiche (3 CFU, 28 ore/anno)

### **Corsi di specializzazione post-laurea**

2004-2007: modulo di Didattica della Fisica Nucleare nel corso di Didattica della Fisica Moderna per la SILSIS (Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento nella Scuola Secondaria - area Matematica-Fisica) (2 CFU, 16 ore/anno).

## **c) Valutazioni ottenute dagli studenti**

Si riportano qui le valutazioni ottenute negli ultimi anni secondo i questionari di fine corso degli studenti (fonte: <https://sisvaldidat.unifi.it/>, in precedenza <https://valmon.disia.unifi.it/sisvaldidat/>)

Le valutazioni dei corsi tenuti da P.Montagna risultano stabilmente al di sopra delle medie del relativo corso di studi. Per brevità si riportano qui le valutazioni medie degli ultimi corsi tenuti, secondo i dati più recenti (ultimi 3 a.a. disponibili, aggiornamento fino al 2021) e a confronto con le medie del relativo corso di studi (c.d.s.), e relative alle sole domande

D6 – Il docente stimola/motiva l'interesse verso la disciplina?

D7 – Il docente espone gli argomenti in modo chiaro?

D14 – Sei complessivamente soddisfatto di come è stato svolto questo insegnamento?

#### **Corso di Analisi Dati 1 / Misure Fisiche 1 per il corso di laurea in Fisica:**

D6	2020/21	9.00 (c.d.s. 8.01)	2018/19	8.68 (c.d.s. 7.75)	2017/18	9.02 (c.d.s. 7.88)
D7	2020/21	9.07 (c.d.s. 8.32)	2018/19	9.06 (c.d.s. 7.59)	2017/18	8.80 (c.d.s. 7.69)
D14	2020/21	9.07 (c.d.s. 8.05)	2018/19	8.98 (c.d.s. 7.64)	2017/18	8.78 (c.d.s. 7.80)

#### **Corso di Radioattività per il corso di laurea in Tecniche di Radiologia:**

D6	2020/21	9.13 (c.d.s. 8.38)	2018/19	9.90 (c.d.s. 8.49)	2017/18	8.33 (c.d.s. 8.51)
D7	2020/21	9.06 (c.d.s. 8.57)	2018/19	9.23 (c.d.s. 8.65)	2017/18	9.00 (c.d.s. 8.75)
D14	2020/21	9.06 (c.d.s. 8.42)	2018/19	9.23 (c.d.s. 8.58)	2017/18	9.00 (c.d.s. 8.53)

### **d) Partecipazione a Commissioni d'esame**

E' stato ed è tuttora membro di numerose Commissioni di esami di profitto, anche come presidente se il corso è a sé stante o se è corso integrato con sua diretta responsabilità. E' stato/E' in Commissione d'esame ovviamente per tutti i corsi di cui è stato/è docente titolare (v.elenco precedente), e per i seguenti ulteriori corsi:

- 1998-2013 Fisica Medica per Medicina e Chirurgia (titolare prof. Scannicchio)
- 2015-oggi: Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare 1 per Laurea Magistrale in Scienze Fisiche (titolare prof. Vitulo)
- 2015-oggi: Elementi di Fisica per Laurea in Scienze Naturali (titolare prof. Negri)
- 2018-oggi: Radioattività 1 per Laurea Magistrale in Scienze Fisiche (titolare prof. Salvini).
- 2022-oggi: Preparazione di Esperienze Didattiche (titolare prof. Malgieri)

### **e) Tesi di laurea**

#### **Corso di laurea in Fisica / Scienze Fisiche**

- Correlatore della tesi di laurea in Fisica (ciclo unico) di A.Panzarasa, "Produzione di particelle strane nell'annichilazione antiprotone-protone a bassa energia" (relatore prof.G.Bendiscioli), a.a. 1996/97
- Relatore della tesi di laurea magistrale in Scienze Fisiche di A.Imperiale, "Approccio sperimentale alla divulgazione dei fenomeni radioattivi", a.a. 2014/15
- Relatore della tesi di laurea triennale in Fisica di S.Leporati, "Antimateria e simmetrie: recenti test sperimentali dell'invarianza CPT", a.a. 2016/17
- Relatore della tesi di laurea triennale in Fisica di S.Verdi, "PER me si va ne la fisica recente: Particle Escape Room", a.a. 2021/22

#### **Corso di laurea in Tecniche di Radiologia Medica, per Immagini e Radioterapia**

Relatore delle seguenti 14 tesi di laurea:

- M.Forchini, "Alcuni aspetti dell'adroterapia oncologica e nuovi sviluppi in Italia", a.a. 2005/06
- A.Pavan, "Una nuova frontiera nella terapia tumorale: la Boron Neutron Capture Therapy", a.a. 2006/07
- A.Rama, "Adroterapia con ioni carbonio: risultati clinici e nuove prospettive", a.a. 2006/07
- L.Depaoli, "Produzione di radioisotopi mediante ciclotrone", a.a. 2006/07
- L.Malinverni, "Gli antiprotoni in Medicina: nuovi risultati e nuove prospettive", a.a. 2006/07
- F.Polledri, "Uno sguardo ai nuovi centri europei di adroterapia", a.a. 2007/08
- G.Quaglini, "Ormesi da radiazione: radiazioni ionizzanti a basse dosi croniche possono avere effetti benefici?", a.a. 2007/08
- L.Ferrari D'Agradi, "Nuovi sviluppi dell'adroterapia con protoni in Italia", a.a. 2009/10

- G.Pagano, "Affidabilità del modello LNT alle basse dosi: alcuni casi di esposizione naturale e artificiale", a.a. 2014/15
- V.Tuzzolino, "Recenti sviluppi della BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) per il trattamento sperimentale dei tumori della testa e del collo e del mesotelioma pleurico", a.a. 2014/15
- D.Rizzo, "Utilizzo della PET (Positron Emission Tomography) per la BNCT (Boron Neutron Capture Therapy)", a.a. 2015/16
- S.Di Lorenzo, "Nuove frontiere della professione TSRM: la pianificazione in adroterapia", a.a. 2015/16
- C.Puggina, "Nuove tecnologie al CNAO per il monitoraggio della qualità di trattamento in adroterapia: il progetto INSIDE", a.a. 2017/18
- D.Speziale, "Adroterapia: nuovi sviluppi con LINAC", a.a. 2017/18

## **RESPONSABILITA' IN AMBITO DIDATTICO**

### **Incarichi istituzionali ricoperti nei corsi di studio dell'Università di Pavia**

- 2004-2010: Coordinatore delle attività didattiche comuni della Classe delle Lauree nelle Professioni Sanitarie Tecniche della Facoltà di Medicina (corsi di laurea in Tecniche di Radiologia Medica, Dietistica, Tecniche ortopediche, Tecniche di Perfusionamento Cardiovascolare, Tecniche di Laboratorio Biomedico, Igiene Dentale, Tecniche di Neurofisiopatologia)
- 2004: Vicepresidente del Consiglio Didattico della Classe di Lauree nelle Professioni Sanitarie Tecniche (nomina successivamente revocata perché non conferibile a un ricercatore)
- 2015-oggi: Docente responsabile del Corso di Laurea triennale in Fisica
- 2018-oggi: Vicepresidente vicario del Consiglio Didattico di Fisica e Scienze Fisiche

### **Altre responsabilità in ambito didattico**

- 2017-oggi: Co-organizzatore del ciclo annuale "Incontri del martedì" (dal 2020 "Incontri di Fisica Moderna"), seminari divulgativi per presentare agli studenti del corso di laurea triennale in Fisica tematiche di attualità legate alle attività di ricerca che si svolgono nel Dipartimento di Fisica di Pavia gli studenti del corso di laurea triennale in Fisica

## **TESTI DIDATTICI**

E' autore dei testi didattici

- *"Dalla Matematica... alla Fisica - richiami di Matematica ed esercizi di Fisica tra scuola superiore e Università"* (ed. CLU Pavia, 2003, rivisto nel 2008)
- *"Fisica Nucleare in pillole - una introduzione fenomenologica alla Fisica Nucleare e alla Radioattività"* (ed. La Dotta Bologna, 2017).

## **INCARICHI ISTITUZIONALI IN AMBITO ACCADEMICO**

- 2008-2012: Membro della Commissione di Tutorato della Facoltà di Medicina e Chirurgia
- 2013-2015: Membro della Giunta del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia (carica elettiva di durata triennale).
- 2017-2021: Presidente della Commissione di Tutorato del Dipartimento di Fisica
- 2019-2021: Membro della Commissione Ricerca e Terza Missione del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia
- 2019-oggi: Docente responsabile dei rapporti con le istituzioni scolastiche del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia
- 2021-oggi: Docente referente del Dipartimento di Fisica per il progetto antiabbandoni "Voglio stare in UniPV" del Centro Orientamento Università di Pavia
- 2021-oggi: Rappresentante del Dipartimento di Fisica nel Comitato Tecnico Scientifico del LENA (Laboratorio di Energia Nucleare Applicata Università di Pavia)

## ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca di P.Montagna si svolge a partire dal 1991 nel campo della fisica nucleare sperimentale a energie intermedie, in particolare nel campo dell'interazione tra antimateria e materia. Fino al 2013 essa è totalmente realizzata nell'ambito del Gruppo III (Fisica Nucleare) della Sezione INFN di Pavia, di cui dal 2011 è divenuto coordinatore locale; la massima parte dell'attività sperimentale si è svolta presso il CERN di Ginevra. Dal 2013, a causa del protrarsi della fase di progettazione dell'esperimento PANDA in cui da diversi anni era coinvolto, ha iniziato la collaborazione con l'esperimento CMS a LHC-CERN nell'ambito del Gruppo I (Fisica delle Alte Energie) della Sezione INFN di Pavia.

P.Montagna, nelle varie fasi della sua attività scientifica, ha contribuito principalmente alla stesura di codici di simulazione, ricostruzione e analisi di eventi di interazioni fondamentali, mediante tecniche di software di largo uso in Fisica delle particelle, generalmente a supporto di rivelatori di particelle cariche utilizzati nell'ambito di diverse collaborazioni internazionali. Viene qui sinteticamente illustrato il proprio ruolo e contributo agli esperimenti che si sono succeduti, senza entrare nei dettagli dei risultati che si evincono dalle numerose pubblicazioni scientifiche.

*N.B. Ogni esperimento viene introdotto da una breve descrizione generale (evidenziata dalla diversa indentazione), ai fini di inquadrare il contributo personale vero e proprio del candidato.*

### **1991-2003: OBELIX** - *Interazione antinucleone-nucleo a bassa energia (LEAR-CERN, Ginevra)*

L'esperimento Obelix, realizzato al CERN all'acceleratore di antiprotoni LEAR (Low Energy Antiproton Ring) da una collaborazione di circa 80 ricercatori prevalentemente italiani, prevedeva lo studio dell'interazione antiprotone-protone e antiprotone-nucleo (a riposo e a basso momento) e dell'interazione antineutrone-protone e antineutrone-nucleo a momenti tra 50 e 400 MeV/c. Particolare enfasi era data alla spettroscopia dei mesoni leggeri, alla ricerca di mesoni esotici non  $q\bar{q}$ , e allo studio della dinamica dell'annichilazione di  $\bar{p}$  sui nuclei.

L'apparato sperimentale comprendeva un bersaglio gassoso di  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^4\text{He}$  o di  $^1\text{H}$  liquido, circondato da una camera a deriva cilindrica come rivelatore di vertice, due barili di scintillatori e un calorimetro esterno.

Una notevole peculiarità era la possibilità di produrre, a partire dal fascio primario di antiprotoni, anche un fascio secondario di antineutroni utilizzando la reazione di scambio carica in un bersaglio di idrogeno liquido.

L'esperimento, in funzione negli anni 1991-1996, ha raccolto circa 400 milioni di eventi di annichilazione antimateria-materia, ottenendo risultati notevoli sulla fisica dei mesoni leggeri, i meccanismi di annichilazione antiprotone-nucleone e antiprotone-nucleo, il rallentamento degli antiprotoni nella materia e la formazione dell'atomo antiprotonico.

Sin dall'inizio della propria attività di ricerca, P.Montagna ha collaborato a tutte le fasi dell'esperimento Obelix, partecipando costantemente all'acquisizione dati (1991-96) con frequenti presenze al Cern.

Nella fase di allestimento e test dell'apparato P.Montagna ha partecipato allo sviluppo dei programmi di pattern recognition di tracce di particelle cariche (in particolare nel rivelatore centrale dell'esperimento, la Spiral Projection Chamber) e ricostruzione offline degli eventi di annichilazione antiprotone-nucleo mediante riconoscimento di vertici primari e secondari.

Ha dedicato molta attenzione allo studio di metodi e tecniche per l'identificazione delle particelle cariche nei rivelatori a gas, e in tale ambito ha elaborato con il prof. A.Rotondi un metodo originale per la simulazione della distribuzione delle fluttuazioni statistiche della perdita di energia per ionizzazione delle particelle cariche nella materia, confluito poi nel package di simulazione Géant.

Dal 1993 ha collaborato a diverse analisi di canali di annichilazione di antiprotoni su bersagli gassosi e liquidi, in quiete e in volo a bassa energia, compiute dal gruppo pavese della Collaborazione Obelix. Per diversi anni ha studiato numerose reazioni di annichilazione antiprotoni-protone in quiete con 4 pioni carichi e/o con produzione di stranezza nello stato finale: tra essi, in particolare il canale  $\bar{p}p \rightarrow 2\pi^+2\pi^-\pi^0$  che ha analizzato compiutamente nella tesi di dottorato. Alcuni di questi risultati sono confluiti in pubblicazioni a cui ha personalmente contribuito per la selezione dei dati, le simulazioni e le analisi dei dati.

Dal 1998 ha condotto personalmente un'analisi sull'annichilazione in quiete  $\bar{p}p \rightarrow 4He$ , con diversi risultati originali (individuazione di vari stati finali esclusivi e di annichilazioni con coinvolgimento di più nucleoni, produzione di risonanze mesoniche e barioniche, misura di numerosi branching ratio assoluti), confluiti in una pubblicazione di cui P.Montagna è primo autore, poi da lui presentati in comunicazioni a conferenze internazionali [Montagna P. (for the Obelix Collaboration), "Antiproton-4He annihilation at rest", 6th Biennial Conference on Low-energy Antiproton Physics, Venezia, ago.2000, *Nucl.Phys.A*, vol. 692, p- 108c-111c, ISSN: 0375-9474; Montagna P., "Single and multi-nucleon antiproton-4He annihilation at rest", *Mesons and Light Nuclei: 8th Conference*, Prague, set.2001, Adam J, et Al. vol. 603, p. 365-368, MELVILLE, NEW YORK: *American Institute of Physics*, ISBN: 9780735400474], e infine in una relazione su invito nel 2007 [Montagna P., "Recent results on antiproton annihilation in 4He", *20th European Few-Body Conference. FEW-BODY SYSTEMS*, Pisa set.2007, vol. 43, p. 115-120, ISSN: 0177-7963, doi: 10.1007/s00601-008-0218-6.]

### **1999-2006: ATHENA:** Produzione di anti-idrogeno (AD-CERN, Ginevra)

La collaborazione Athena (*Apparatus for High precision Experiment on Neutral Antimatter*), costituita da circa 40 fisici, nel 2002-04 realizzò la produzione su vasta scala di atomi di anti-idrogeno "freddo", utilizzando il fascio di antiprotoni dell'Antiproton Decelerator del Cern di Ginevra.

L'apparato sperimentale di Athena era in grado di combinare antiprotoni e positroni e di rivelare i singoli antiatomi, grazie a un rivelatore altamente sofisticato, costituito da due camere cilindriche ("trappole"), nelle quali positroni (provenienti da una sorgente di  $^{22}Na$ ) e antiprotoni (dall'Antiproton Decelerator) rimanevano confinati per mezzo di campi elettrici e magnetici, e da una terza "trappola" di ricombinazione, nella quale con opportune variazioni dei campi le due nubi di positroni e antiprotoni venivano successivamente sovrapposte, in un sistema tecnologicamente avanzato sotto vuoto spinto e a temperature di pochi gradi kelvin. Provocando ad arte un miscelamento tra i due plasmi di antiprotoni e positroni si riuscivano a formare gli atomi di anti-idrogeno, che poi, essendo neutri, potevano sfuggire ai campi confinanti e annichilare sulle pareti della trappola. La rivelazione simultanea di mesoni e fotoni back-to-back, provenienti dall'annichilazione rispettivamente degli antiprotoni e dei positroni, dimostrava l'avvenuta formazione degli atomi di antiidrogeno.

Tra il 2002 e il 2004 Athena produsse più di 2 milioni di atomi di antiidrogeno freddo, mostrando così la fattibilità di nuovi esperimenti per lo studio della simmetria CPT (verifica dell'identità dei livelli energetici atomici tra materia e antimateria) e per i test sull'antigravità.

Da notare anche lo studio della formazione di protonio nella trappola di ricombinazione, dovuto alla interazione tra gli antiprotoni e atomi di idrogeno presenti nel gas residuo, che ha permesso una verifica della vita media del protonio e delle condizioni necessarie per la sua formazione.

P.Montagna ha collaborato all'esperimento Athena a partire dai test dell'apparato, partecipando a tutto il periodo di acquisizione dati al Cern (2000-04), che ha portato all'evidenza dell'avvenuta formazione degli atomi di antiidrogeno "freddo", pubblicata su *Nature* nel 2002, a numerosi studi successivi sui meccanismi di ricombinazione in gioco (a due corpi e a tre corpi), all'ottimizzazione della produzione di antiidrogeno mediante cicli di ricombinazione più frequenti, maggior numero di positroni intrappolati, utilizzo di differenti valori di potenziale di confinamento.

Nelle diverse fasi dell'esperimento ha collaborato alla stesura dei codici di simulazione e ricostruzione degli eventi, ha scritto diversi codici di utilità generale per l'acquisizione dati e ha coadiuvato le analisi compiute dal gruppo pavese della Collaborazione, per il quale ha inoltre provveduto alla stesura della parte relativa ad Athena di un lavoro divulgativo sull'antimateria pubblicato nel 2007 sul *Giornale di Fisica* [Fontana A., Montagna P. "Verso un mondo di antimateria? Primi stati materia-antimateria su scala atomica", *Giornale di Fisica della Società Italiana di Fisica*, vol. 48, p. 141-148, ISSN: 0017-0283, doi: 10.1393/gdf/i2007-10051-7.]

• **2006-08: FINUDA:** Fisica nucleare a Daphne (INFN-LNF, Frascati)

FINUDA (Fisica NUCleare a DAΦne) era un esperimento di fisica (iper)nucleare progettato per studiare contemporaneamente sia la formazione che il decadimento degli ipernuclei, nuclei nei quali un nucleone è sostituito da un iperone  $\Lambda$ , e pertanto dotati di stranezza. Si è realizzato al collider DAΦne dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, una "Φ-factory" in cui elettroni e positroni da 510 MeV di energia cinetica venivano fatti collidere frontalmente, in modo che l'energia totale disponibile fosse pari alla massa del mesone  $\Phi(1020)$ , sistema composto da quark-antiquark entrambi strange.

Nell'apparato sperimentale di FINUDA gli ipernuclei si formavano tramite la collisione su bersagli nucleari dei mesoni K- provenienti dal successivo decadimento della  $\Phi$ . L'apparato era costituito da un sistema di rivelatori di particelle, scintillatori plastici, microstrip al silicio, camere a deriva, tubi straw, inseriti in un grande magnete superconduttore solenoidale da 1 T, in modo da poter misurare gli impulsi delle diverse particelle provenienti dalla formazione e dal decadimento degli ipernuclei.

P.Montagna nel 2006 ha ripreso una collaborazione con l'esperimento, avviata in precedenza nel 1996 con un contratto presso l'Università di Brescia e poi interrotta. L'esperimento, pur con molti ritardi rispetto ai tempi previsti, ha effettuato due periodi di acquisizione dati nel 2003/04 e 2006/07, ed egli ha partecipato agli shift della seconda acquisizione dati con diversi periodi di presenza presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN tra l'ottobre 2006 e il giugno 2007.

Ha successivamente collaborato poi alle attività di simulazione e analisi fisica di eventi ipernucleari svolte dal gruppo di Pavia-Brescia, in particolare con un lavoro di supporto al software di ricostruzione offline degli eventi ipernucleari, con particolare riguardo alle tecniche di fit à la Kalman delle tracce cariche.

Per alcuni anni successivi è rimasto nella Collaborazione in attesa di una terza fase di acquisizione dati di Finuda, inizialmente prevista per il 2008, che è poi stata rinviata per alcuni anni e poi definitivamente annullata.

• **2004-2014: PANDA:** Interazione forte con antiprotoni (GSI, Darmstadt)

La Collaborazione PANDA, composta da circa 400 fisici, dai primi anni Duemila ha iniziato la progettazione di un nuovo esperimento di fisica degli antiprotoni, da realizzarsi alla facility FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) dei Laboratori GSI a Darmstadt in Germania. In alcuni anni, attraverso un High Energy Storage Ring (HESR) per antiprotoni, si sarebbe dovuto rendere disponibile un nuovo fascio di antiprotoni con impulso compreso tra 1.5 e 15 GeV/c, che, interagendo su un bersaglio fisso di idrogeno, avrebbe prodotto diversi sistemi adronici con stranezza e/o charm.

Tramite lo spettrometro magnetico dell'esperimento PANDA (antiProton ANnihilation at DArmsstadt) si sarebbe potuto effettuare un'analisi spettroscopica dettagliata di molteplici stati finali di interazione, contribuendo allo studio di numerosi problemi aperti in fisica adronica, come il confinamento dei quark, l'esistenza di stati mesonici non convenzionali (glueballs e ibridi), la struttura degli adroni e l'interazione forte, con particolare attenzione alla spettroscopia del charmonio.

Il progetto è stato vittima del forte ritardo nella progettazione della facility FAIR di Darmstadt dovuto al rallentamento e al frazionamento dei finanziamenti attesi, ed è tuttora in attesa di realizzazione.

Nella prospettiva di una attività di largo respiro sulla spettroscopia mesonica al GSI di Darmstadt, con diversi colleghi del Gruppo III della Sezione INFN di Pavia P.Montagna figura tra gli autori della Letter of Intent dell'esperimento PANDA [Kotulla M. et al. (2004). *Strong interaction studies with antiprotons. Letter of Intent for PANDA (Antiproton Annihilations at Darmstadt)*, p. 1-34].

Ha iniziato pertanto a coordinare, anche come responsabile locale dell'esperimento per l'INFN, l'attività del gruppo di Pavia, che dal 2004 è stato coinvolto in due ambiti principali: il progetto del rivelatore a straw tubes, per il quale ha elaborato e gestito un nuovo codice di simulazione e di ricostruzione di cui il gruppo aveva la responsabilità di fronte alla Collaborazione, e lo sviluppo del



software per il tracciamento delle particelle cariche nell'intero spettrometro magnetico e l'analisi fisica degli eventi di annichilazione antiprotone-protone.

P.Montagna ha partecipato alle diverse fasi del lavoro, e si è occupato in particolare degli studi di risoluzione del tracciatore a straw tubes con diverse miscele di gas ottenute mediante il package Garfield realizzato al Cern per la simulazione di camere a drift; i risultati di tali studi sono stati presentati in diverse conferenze e sono infine confluiti nel Technical Design Report del rivelatore, pubblicato nel 2013.

Nel 2011 P.Montagna è stato invitato a rappresentare la Collaborazione Panda nel presentare il programma scientifico dell'esperimento alla conferenza IFAE 2011 [*P. Montagna, on behalf of the PANDA Collaboration, "The PANDA experiment: Antiproton physics at FAIR", Incontri di Fisica delle Alte Energie - IFAE 2011, Perugia, apr.2011, Nuovo Cim. C, vol. 34 C n.6, p. 169-173, ISSN: 2037-4909, doi: 10.1393/ncc/i2011-11089-2*].

Per tutte le attività collegate all'esperimento PANDA, dal 2009 al 2014 P.Montagna è stato responsabile locale dell'unità di Pavia per il Progetto Europeo WP7-FAIRnet, nell'ambito del 7° Programma Quadro UE – HadronPhysics2 (2009-11) e HadronPhysics3 (2012-14), dal titolo "Study of Strongly Interacting Matter".

Nel 2014, dopo una lunghissima attesa dovuta ai continui rinvii del progetto di costruzione della facility FAIR che avrebbe ospitato l'esperimento, il gruppo pavese della Collaborazione, e in generale l'INFN nazionale con le diverse sezioni coinvolte, ha rinunciato alla partecipazione all'esperimento.

- **2013-oggi: CMS:** Fisica del bosone di Higgs e oltre il Modello Standard (LHC-CERN, Ginevra)

L'esperimento CMS (Compact Muon Solenoid) ha iniziato la presa dati alla fine del 2009 all'acceleratore Large Hadron Collider (LHC) del CERN, con un programma votato principalmente allo studio della interazione protone-protone ad alte energie, con enfasi sullo studio del bosone di Higgs e dei suoi canali di decadimento, l'esplorazione delle teorie al di là dello Standard Model e la fisica delle collisioni tra ioni pesanti.

Il sistema di rivelazione dei muoni in CMS è costituito da diversi tipi di rivelatori a gas, scelti in funzione della "regione" di pseudorapidità ( $\eta$ ) coperta, in modo tale da assicurare la ridondanza delle informazioni in ciascuna delle "regioni". In particolare, RPCs (Resistive Plate Chambers) sono presenti sia nel "barrel" (insieme con Drift Tubes, DT) che negli "endcap" (insieme a Cathode Strip Chambers, CSC). Gli RPCs attualmente utilizzati in CMS sono camere "double-gap" utilizzate in modalità "a valanga". Nel corso di LS1 è stata completata l'installazione di un ulteriore layer RPC sull'esterno dell'endcap mentre attualmente, durante LS2, è in corso l'ampliamento della copertura in una zona di rapidità  $1.6 < |\eta| < 2.2$  mediante l'utilizzo di rivelatori GEM (Gas Electron Multipliers), in grado di resistere alla rate prevista in quella regione.

Attualmente la collaborazione sta lavorando ad un "upgrade" dell'esperimento in vista della entrata in funzione di HL-LHC (High Luminosity LHC), con una luminosità istantanea di picco che dovrebbe raggiungere  $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . In questa occasione si vuole aumentare la copertura nella zona a basso impulso trasverso, in quanto che la rivelazione dei muoni non riconducibili al vertice primario riveste particolare importanza in molte teorie "oltre lo standard model" (ad es. per la possibile identificazione di "Heavy Stable Charged Particles" o di muoni non riconducibili al vertice che potrebbero provenire dal decadimento di una particella BSM, Beyond Standard Model).

I principali punti critici riguardano la verifica delle condizioni di invecchiamento (studi di longevity) del presente sistema nei 10 anni previsti di funzionamento di HL-LHC (tenendo conto delle condizioni di irraggiamento cui saranno sottoposti sia il rivelatore che l'elettronica) e il miglioramento delle prestazioni (in termini di risoluzione temporale e spaziale), anche in presenza dell'alto pile-up, del background e delle estreme condizioni di irraggiamento attese.

A causa dell'eccessivo protrarsi dei tempi di progettazione dell'esperimento PANDA, nel 2013, durante il primo periodo di "long-shutdown" (LS1) di LHC, P.Montagna ha determinato la scelta di iniziare a tempo parziale una nuova attività con il gruppo pavese della Collaborazione CMS, dedicandosi in particolare alla analisi del sottosistema RPC del sistema di rivelazione dei muoni di CMS.

Nella fase iniziale P.Montagna ha collaborato alle misure di resistività delle camere svolte a Pavia e a un lavoro di test sui dati acquisiti dall'esperimento nel 2012 per lo sviluppo di algoritmi per l'utilizzo degli

RPC come check per la luminosità del fascio di LHC. Si è poi inserito nelle attività del gruppo pavese connesse all' Upgrade di Fase 2 del sistema RPC, costituito dall'estensione della copertura alla zona di pseudorapidità  $1.9 \leq |\eta| \leq 2.4$  con nuove camere e dalla modifica del sistema di elettronica "off-detector" (Link System e Back End) che permetterà di sfruttare appieno la risoluzione temporale intrinseca del rivelatore per la reiezione degli "out-of-time" hits. Nella regione ad alta rapidità verranno utilizzate camere RPC con elettrodi più sottili ed una gap di spessore inferiore rispetto alle camere dell'attuale sistema (1.4 mm rispetto a 2 mm) e una elettronica di front-end con maggiore sensibilità, al fine di sostenere l'alto rate atteso in quella regione di rapidità (con una richiesta di validazione delle camere a 700Hz/cm<sup>2</sup>, cioè circa tre volte il valore atteso).

P.Montagna ha collaborato allo studio della relazione tra rate, corrente e luminosità del fascio per il sistema attuale per la realizzazione di un monitor di corrente particolarmente stringente delle camere RPC del sistema attuale. La relazione tra corrente e luminosità istantanea del fascio è stata inoltre utilizzata per la verifica della simulazione delle condizioni di invecchiamento e della rate a cui sarà sottoposta la camera durante il funzionamento di HL-LHC. E' stato inoltre coinvolto nella simulazione del background neutronico in caverna: la descrizione dettagliata della caverna sperimentale nella simulazione ha in effetti una importanza fondamentale in quanto le pareti della caverna funzionano come "specchi" per tale radiazione, aumentando il background soprattutto sugli elementi più esterni dell'apparato sperimentale.

I risultati di tali attività sono confluiti in numerosi contributi a conferenze del gruppo RPC di CMS [es. R. Hadjiiska et al., "CMS RPC Background - Studies and Measurements", 15th Workshop on Resistive Plate Chambers and related detectors, Roma, feb.2020; Instr. 16, 4, C04005]; P.Kumari, Improved-RPC for the CMS muon system upgrade for the HL-LHC", 15th Workshop on Resistive Plate Chambers and related detectors, Roma, feb.2020, JInstr 15, 11, C11012,doi <https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/11/C11012>] e in particolare nel Technical Design Report del sistema di rivelazione dei muoni dell'esperimento CMS per la Fase 2 di LHC [CMS Collaboration, "The Phase-2 Upgrade of the CMS Muon Detectors Technical Design Report," CERN-LHCC-2017-012 / CMS-TDR-016, 22/10/2018].

E' autore di tutte le pubblicazioni dell'esperimento dal 2015. Dal gennaio 2015 ha iniziato l'attività di servizio nell'acquisizione dati al CERN come Technical central shifter. Tale attività, consistente nella gestione durante i runs dei singoli detectors, dei monitor di check e di sicurezza, degli accessi alle zone underground, si è protratta con frequenti presenze al Cern (circa 20 shifts/anno, indicativamente 3-4 giorni ogni 2 mesi) fino al 29 febbraio 2020, quando è stata interrotta causa emergenza Covid-19; è quindi ripresa nel mese di febbraio 2023.

## **INCARICHI DI RESPONSABILITA' SCIENTIFICA**

### **Incarichi di coordinamento in ambito INFN**

- 2002-oggi: Titolare di incarico di ricerca scientifica presso l'INFN
- 2004-2013: Responsabile locale dell'esperimento PANDA (fisica con antiprotoni a FAIR-Darmstadt) presso la Sezione di Pavia dell'INFN.
- 2011-2013: Coordinatore della Linea Scientifica III (Fisica Nucleare) per la Sezione di Pavia dell'INFN (carica elettiva di durata triennale; l'incarico si è interrotto per le dovute dimissioni, a causa del cambio di afferenza verso il Gruppo I - Fisica delle Alte Energie, necessario per l'ingresso nella Collaborazione CMS).
- 2011-2013: In Commissione Nazionale III INFN, referee per l'esperimento PAX (fisica con antiprotoni polarizzati a FAIR-Darmstadt)
- 2012-2013: In Commissione Nazionale III INFN, referente della Linea Scientifica 1 (Dinamica dei quark e degli adroni).

- 2023-oggi: Coordinatore delle attività di Terza Missione per la Sezione di Pavia dell'INFN

### **Responsabilità in Progetti Europei**

- 2009-2011: Responsabile locale per la Sezione di Pavia dell'INFN del Progetto Europeo WP7-FAIRnet nell'ambito del 7° Programma Quadro UE: HP2 – HadronPhysics2, n. 227431 (36 mesi)
- 2012-2014: Responsabile locale per la Sezione di Pavia dell'INFN del Progetto Europeo WP7-FAIRnet nell'ambito del 7° Programma Quadro UE: HP3 – HadronPhysics3, n. 283286 (36 mesi) "Study of Strongly Interacting Matter"

### **Organizzazione di conferenze nazionali e internazionali**

- 2005: membro del Comitato Organizzatore Locale della conferenza NPDC19 "New trends in nuclear physics applications and technology", organizzata dalla European Society of Physics (Pavia, settembre 2005).
- 2015: membro del Comitato Organizzatore Locale del meeting annuale di CMS Italia (Pavia, novembre 2015)

### **Relazioni su invito a conferenze nazionali e internazionali**

- Set 2007: EFB20 (20th European Few Body Conference, Pisa), relazione su invito "Recent results on antiproton annihilation in  $^4\text{He}$ ", pubblicata in P.Montagna, *Few Body Syst* (2008), DOI 10.1007/s00601-008-0218-6
- Apr 2011: IFAE 11 (Incontri di Fisica delle Alte Energie, Perugia), relazione su invito "The PANDA experiment: antiproton physics at FAIR", pubblicata in P.Montagna, *Nuovo Cim.* 34C(2011)169, DOI 10.1393/nec/i2011-11089-2

### **Comunicazioni a conferenze nazionali e internazionali**

- Lug 1992: INPC 92 (International Nuclear Physics Conference, Wiesbaden, Germania), presentazione, con P.Salvini, del poster "Antiproton- $^4\text{He}$  annihilation at rest"
- Ott 1992: SIF 92 (Società Italiana di Fisica, LXXVIII Congresso Nazionale, Pavia), comunicazione "Riconoscimento di particelle tramite misura di perdita di energia per ionizzazione in una camera a proiezione a spirale" (si veda: Book of Abstract del LXXVIII Congresso Nazionale SIF, pag. 155)
- Set 1999: SIF 99 (Società Italiana di Fisica, LXXXV Congresso Nazionale, Pavia), comunicazione "Annichilazione a riposo di antiprotoni in  $^4\text{He}$ " (si veda: Book of Abstract del LXXXV Congresso Nazionale SIF, pag. 22)
- Ago 2000: LEAP 2000 (Low Energy Antiproton Physics Conference), presentazione del poster "Antiproton- $^4\text{He}$  annihilation at rest", pubblicata in P.Montagna, *Nucl. Phys.* A692(2001)108c
- Ott 2000: SIF 00 (Società Italiana di Fisica, LXXXVI Congresso Nazionale, Palermo), comunicazione "Nuovi dati sull'annichilazione a riposo di antiprotoni in  $^4\text{He}$ " (si veda: Book of Abstract del LXXXVI Congresso Nazionale SIF, pag. 30)
- Lug 2001: MESON 2001 (Meson and Light Nuclei Conference, Praga), comunicazione "Single and multi-nucleon antiproton- $^4\text{He}$  annihilation at rest", pubblicata in P.Montagna, *AIP Conference Proceedings* 603(2001)365

## ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE E TERZA MISSIONE

A completamento della propria attività didattica e scientifica, P.Montagna ha realizzato numerose iniziative di divulgazione scientifica e promozione della Fisica. Tale attività negli anni è diventata per lui sempre più importante, aprendosi ad ambiti di volta in volta più ampi e diversificati. Per l'impegno costante in tale attività è stato nominato dal Dipartimento di Fisica membro della Commissione Ricerca e Terza Missione (2019) e delegato per i rapporti con le istituzioni scolastiche (2020).

Da molti anni P.Montagna viene frequentemente invitato da docenti di numerose scuole secondarie, in varie località (province di Pavia, Milano, Piacenza, Sondrio, Varese, Brescia, Asti, Bolzano), a tenere **seminari divulgativi**, spesso accompagnati da dimostrazioni sperimentali, su tematiche connesse alla fisica nucleare sperimentale, alla radioattività e all'impiego delle radiazioni ionizzanti in ambito medico e sociale.

Nel 2013, con il collega prof.Vitulo del Dipartimento di Fisica e in partnership con il Liceo Copernico di Pavia e il Liceo Omodeo di Mortara, è risultato vincitore del **progetto "La radioattività è tutta intorno a noi... conviene conoscerla!"** (MIUR Progetti annuali L.6/2000 - Diffusione della Cultura Scientifica), nel cui ambito sono stati realizzati cicli di incontri aperti alla cittadinanza a Pavia e Mortara, e un corso di aggiornamento in Fisica Nucleare per docenti di Matematica e Fisica.

Dal 2009 P.Montagna è responsabile del **Tirocinio Formativo Didattico** (stage estivo di 2 settimane) proposto dal Dipartimento di Fisica a 35 studenti di circa 15 scuole superiori di diverse città; il progetto si è espanso sempre più e ora è proposto come esperienza di PCTO sotto il nome di *"TendaysPhysics4Teenagers"* (una documentazione sul programma e sulle modalità operative dello stage si può trovare su <http://fisica.unipv.it/dida/Stage.php>).

Segue inoltre le diverse iniziative di promozione della Fisica realizzate a Pavia (Masterclass INFN, Notte Europea dei Ricercatori, What Next? INFN), e in collaborazione con il COR si è spesso fatto carico anche di iniziative di **orientamento universitario** per la promozione della Fisica e in generale dell'Università di Pavia nelle scuole superiori di diverse province lombarde. Tali attività sono svolte anche in collaborazione con il Piano Nazionale Lauree Scientifiche.

Ha inoltre tenuto diversi **corsi di aggiornamento per insegnanti**, come diretto responsabile e organizzatore (corsi "Fisica nucleare light" e "Fisica subnucleare light", Mortara 2013 e 2018, Vigevano 2018; corso "Fisica nucleare in pillole", Pavia 2014; corso "MAL di scienza – aspetti scientifici in Musica, Arte, Letteratura", Pavia 2021), o come docente incaricato per numerose lezioni.

Dal 2018 ha creato e guida al Dipartimento di Fisica un gruppo di lavoro per la divulgazione e la promozione della Fisica, denominato **gruppo "Physics4Teenagers"** e composto da una decina di giovani fisici (assegnisti, docenti di scuola superiore, e prevalentemente dottorandi e laureandi), con i quali ha condiviso la progettazione, realizzazione e gestione in forma organica e strutturata delle iniziative sopra descritte, rivolte agli studenti tra gli ultimi anni delle scuole superiori e l'inizio dell'Università (si veda il sito [fisicapaviaeducational.it/phys4teens](http://fisicapaviaeducational.it/phys4teens)).

Le molteplici attività ideate con tale gruppo di giovani sono confluite nel **progetto "Physics4Teenagers: il contagio della fisica"**, scelto dall'Università di Pavia come unico candidato al Bando MUR "Diffusione della cultura scientifica (Contributi annuali - Legge 113/91 - D.D. 1662 del 22-10-2020 - PANN20\_00288), presentato nel dicembre 2020 e risultato vincitore in base al Decreto Direttoriale MUR n. 2109 del 25/08/21. Hanno inoltre portato alla presentazione di un'attività laboratoriale interattiva (**"PER me si va ne la fisica recente – Particle Escape Room"** sulla fisica delle particelle, Modello Standard e oltre) al Festival della Scienza di Genova ed.2021, che ha superato positivamente la valutazione ed è stata presentata dal 21 ottobre al 1 novembre 2021 (<http://festival2021.festivalscienza.it/site/home/programma/per-me-si-va-ne-la-fisica-recente.html>).

Le attività del gruppo si sono negli anni sempre più evolute, in particolare grazie all'esperienza dello **stage "TendaysPhysics4Teenagers"**, che P.Montagna ha guidato per molti anni e che ora è costruito in gran parte su seminari e dimostrazioni sperimentali realizzate ad hoc. Una di queste attività, realizzata grazie alla tesi di laurea di Davide Santostasi, è confluita in una pubblicazione su Physics Education, mentre molte altre sono state presentate in numerose comunicazioni a conferenze relative alle attività di Terza Missione da lui seguite [[https://fiscapaviaeducational.it/phys4teens/p4t\\_conferenze/](https://fiscapaviaeducational.it/phys4teens/p4t_conferenze/)]. Di queste, P.Montagna è autore o coautore; tra esse, in particolare, ha presentato la **relazione su invito "Physics4Teenagers: attività PLS a Pavia affidate a giovani fisici"** al Congresso SIF 2021.

Qui sotto nel dettaglio le principali iniziative divulgative realizzate da P.Montagna.

### Eventi di divulgazione scientifica e promozione della Fisica

Organizzatore o co-organizzatore dei seguenti eventi:

- gen 2009: tutor didattico presso la mostra INFN "La Natura si fa in 4" (Pavia, gennaio 2009).
- apr 2010, mar 2011: collaborazione all'organizzazione del Premio Filippini promosso dall'INFN per gli studenti delle scuole superiori della Provincia di Varese.
- mar-mag 2013: organizzazione del ciclo di incontri serali rivolti alla cittadinanza "*La radioattività è tutta intorno a noi... conviene conoscerla!*" (Mortara, Liceo "Omodeo" in collaborazione con Comune di Mortara, 4 conferenze, di cui 1 tenuta personalmente come relatore)
- set 2013: animazione dell'incontro-aperitivo "*Il mestiere del fisico*" e dello stand "*#radiazioni #ricerca #applicazioni*" (Pavia, Cortile Volta dell'Università e Bitter Bar) nell'ambito della "Notte Europea dei ricercatori" organizzata dall'INFN Pavia
- mar-apr 2014: organizzazione del ciclo di incontri serali rivolti alla cittadinanza "*L'energia nucleare nel contesto del problema energetico*" (Mortara, Liceo "Omodeo" in collaborazione con Comune di Mortara, 3 conferenze)
- mar-mag 2014: organizzazione del ciclo di incontri divulgativi rivolti alla cittadinanza "*La radioattività è tutta intorno a noi... conviene conoscerla!*" (Pavia, Liceo "Copernico", 4 conferenze, di cui 1 tenuta personalmente come relatore)

### Corsi di aggiornamento per insegnanti di scuola superiore

Organizzatore o co-organizzatore dei seguenti corsi di aggiornamento per docenti di Matematica e Fisica delle scuole secondarie di 2° grado (talvolta aperti anche a docenti delle scuole secondarie di 1° grado e delle scuole primarie):

- gen-apr 2014: "*Fisica nucleare in pillole: una medicina che non fa male*" (Pavia, Palazzina INFN, 8 lezioni da 2h ciascuna, di cui 4 tenute personalmente come docente - v.sotto)
- mar-apr 2018: "*Fisica nucleare "light"*" (Mortara, I.I.S. Omodeo, 4 lezioni da 3h ciascuna, di cui 2 tenute personalmente come docente - v.sotto)
- ott-dic 2018: "*Fisica subnucleare "light"*" (Mortara, I.I.S. Omodeo, 4 lezioni da 3h ciascuna, di cui 1 tenuta personalmente come docente - v.sotto)
- mar-apr 2021: "*MAL di scienza - Aspetti scientifici in Musica, Arte, Letteratura*" (online, con Liceo Copernico Pavia, 3 lezioni da 2h ciascuna)
- lug 2022: "*Il contagio della Fisica*" (Pavia, Aula Foscolo Univ.Pavia, corso residenziale di 4gg)

Relatore dei seguenti seminari nell'ambito di corsi di aggiornamento per docenti:

- gen 2013: "*La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla*", con P.Vitulo, corso annuale AIF - Piano Lauree Scientifiche Pavia

- apr 2017: *"Matematica e scienza in pillole: provando e riprovando... ma evitando gli errori!"*, IC Robecchi Gambolò (per docenti scuola primaria e secondaria 1° grado)
- ott 2017: *"I conti non tornano"*, corso annuale Scienza U18, Liceo Copernico Pavia
- nov 2017: *"Daily Math"*, corso annuale Scienza U18, Liceo Copernico Pavia
- gen 2018: *"Pillole di scienza: provare per credere"*, IC Robecchi Gambolò (per docenti scuola primaria e secondaria 1° grado)
- mar 2018: *"L'atomo e il nucleo atomico"*, corso "Fisica nucleare "light"", Mortara
- mar 2018: *"Il decadimento radioattivo"*, corso "Fisica nucleare "light"", Mortara
- ott 2018: *"L'antimateria"*, corso "Fisica subnucleare "light"", Mortara
- mar 2019: *"Il metodo scientifico"*, corso AggiornaMenti, INFN Pavia

(aggiornamento fino a 2021)

### **Seminari didattici a carattere divulgativo per gli studenti o per la cittadinanza**

*Relatore* dei seguenti seminari (elenco documentato a partire dal 2008):

- ott 2008: seminario *"Acceleratori per la salute: l'adroterapia"*, Liceo Cairoli Pavia
- apr 2009: seminario *"Acceleratori per la salute: l'adroterapia"*, Liceo Omodeo Mortara
- apr 2010: seminario *"Nucleare e...: qualche esempio "pavese""*, Premio Filippini Provincia di Varese, INFN Pavia
- feb 2010: seminario *"L'atomo"*, scuola secondaria di 1° grado Casorati Pavia
- feb 2010: seminario *"Acceleratori per la salute: l'adroterapia"*, Liceo Cairoli Pavia
- mar 2010: seminario *"L'energia nucleare e le sue applicazioni"*, Liceo Omodeo Mortara
- gen 2011: seminario *"La radioattività e gli effetti biologici delle radiazioni"*, Liceo Omodeo Mortara
- feb 2011: Seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, nell'ambito del ciclo di incontri pubblici *"Oltre l'atomo: dove materia ed energia si confondono"*, Fondazione Calzati-Trebeschi Brescia
- mar 2011: seminario *"Nucleare e...: qualche esempio "pavese""*, Premio Filippini Provincia di Varese, INFN Pavia
- mar 2011: seminario *"Acceleratori per la salute: l'adroterapia"*, Liceo Cairoli Pavia
- mag 2011: seminario *"L'energia nucleare"*, scuola secondaria di 1° grado Casorati Pavia
- mar 2012: seminario *"Antimateria e dintorni"*, Liceo Omodeo Mortara
- mag 2012: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Copernico Pavia
- feb 2013: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Cairoli Pavia
- mar 2013: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, nell'ambito della Settimana della Scienza di Gallarate, ITIS Ponti Gallarate (VA)
- apr 2013: seminario *"Le radiazioni sono buone?"* nel ciclo di incontri *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla"*, Liceo Omodeo Mortara
- apr 2014: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, ITIS Cardano Pavia
- apr 2014: seminario *"Le radiazioni sono buone?"* nel ciclo di incontri *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla"*, Liceo Copernico Pavia
- dic 2014: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla"*, Liceo Bachelet Abbiategrasso (MI)
- gen 2015: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Galilei Voghera
- apr 2015: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- mag 2015: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Omodeo Mortara
- feb 2016: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Cairoli Pavia

- mar 2016: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Galilei Voghera
- apr 2016: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- mag 2016: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Omodeo Mortara
- feb 2017: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Cairoli Pavia
- mar 2017: seminario *"Le radiazioni e la vita: il nucleare a servizio dell'uomo"* nel ciclo di conferenze *"L'uomo e..."*, Liceo Omodeo Mortara
- mar 2017: seminario *"Le radiazioni e la vita: il nucleare a servizio dell'uomo"*, Liceo Galilei Voghera
- apr 2017: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Bachelet Abbiategrasso (MI)
- gen 2018: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Copernico Pavia
- feb 2018: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Cairoli Pavia
- mar 2018: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo S.Famiglia Voghera
- mar 2018: seminario *"Antimateria e dintorni"*, Liceo Gioia Piacenza
- feb 2019: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Copernico Pavia
- feb 2019: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Cairoli Pavia
- mar 2019: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Vercelli Asti
- mar 2019: seminario *"Antimateria e dintorni"*, Liceo Vercelli Asti
- set 2019: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- dic 2019: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Ischool Bergamo
- gen 2020: seminario *"Antimateria e dintorni"*, Liceo Einstein Milano
- gen 2020: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Amaldi Alzano Lombardo (BG)
- gen 2020: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Cairoli Pavia
- gen 2020: seminario *"Il lavoro del fisico oggi"*, Liceo Leonardo Da Vinci Gallarate
- feb 2020: seminario *"Il clima e l'uomo"*, Liceo Respighi Piacenza (introduzione a un progetto PON laboratoriale, di prevista durata 3 mesi, interrotto causa pandemia)
- feb 2021: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla"*, Liceo Pascoli Bolzano (online)
- feb 2021: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Pascoli Bolzano (online)
- ott 2021: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla... e utilizzarla!"*, Liceo Maserati Voghera
- nov 2021: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Maserati Voghera
- gen 2022: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Bachelet Abbiategrasso
- feb 2022: seminario *"La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla"*, Liceo Pascoli Bolzano (online)
- feb 2022: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Alberti Bormio (SO)
- feb 2022: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Alberti Bormio (SO)
- mar 2022: seminario *"Le radiazioni in medicina"*, Liceo Respighi Piacenza
- apr 2022: seminario *"Daily Math"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- apr 2022: seminario *"La matematica del gioco, introduzione alla probabilità"*, Liceo Cairoli Vigevano
- mag 2022: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Copernico Pavia
- ott 2022: seminario *"Daily Math"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- dic 2022: seminario *"Il metodo scientifico"*, Liceo Volta Castelsangiovanni (PC)
- gen 2023: seminario *"Le radiazioni e la vita: applicazioni dell'energia nucleare in ambito medico e sociale"*, Liceo Amaldi Alzano Lombardo (BG)

### **Partecipazione a progetti nazionali (Bandi MIUR "Diffusione della cultura scientifica")**

- 2013: vincitore del Bando MIUR, Progetti annuali L.6/2000 - Diffusione della Cultura Scientifica, ed. 2012, come proponente (insieme al prof. P.Vitulo) per il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia del progetto "*La radioattività è tutta intorno a noi... conviene conoscerla!*", in partnership con il Liceo Scientifico "Copernico" di Pavia e con il Liceo Scientifico "Omodeo" di Mortara
- 2015: partecipante al Bando MIUR, Progetti annuali L.6/2000 - Diffusione della Cultura Scientifica, ed. 2014, come proponente (insieme al prof. P.Vitulo) per il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia, con il progetto "*Fisica nucleare in pillole: una medicina che non fa male*"
- 2021: vincitore del Bando MUR, Progetti annuali L.6/2000 - Diffusione della Cultura Scientifica, ed. 2020, selezionato come unico per l'Università di Pavia, con il progetto "*Physics4Teenagers: il contagio della fisica*", in partnership con il Liceo "Cairolì" di Vigevano e con il Liceo "Copernico" di Pavia.

### **Relazioni su invito a conferenze e congressi di carattere didattico/divulgativo**

- Ott 2004: partecipazione su invito alla tavola rotonda "*Un po' di Fisica fa bene a tutti*", XLIII Congresso Nazionale AIF, Associazione per l'Insegnamento della Fisica (Salice Terme)
- Set 2021: invited talk "*Physics4Teenagers: attività PLS a Pavia affidate a giovani fisici*" al 109° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica - sezione Didattica e Storia della Fisica (online)

### **Comunicazioni a conferenze e congressi di carattere didattico/divulgativo**

- Ott 2012: comunicazione "*La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla*" alla conferenza "Comunicare Fisica 2012" (Torino), pubblicata in *Frascati Physics Series - Italian Collection - Collana: Scienza Aperta Vol. IV (2014), Atti 4° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze"*, ISBN 978-88-86409780
- Nov 2014: Presentazione del poster "*La radioattività è tutta intorno a noi: un approccio didattico sperimentale*" al XVI Convegno SIRR - Società Italiana per le Ricerche sulle Radiazioni (Pavia)

Numerose altre comunicazioni, documentate sul sito

[https://fisicapaviaeducational.it/phys4teens/p4t\\_conferenze](https://fisicapaviaeducational.it/phys4teens/p4t_conferenze),

sono state presentate da giovani collaboratori di P.Montagna; in esse, egli figura sempre come coautore.

### **DATI BIBLIOMETRICI**

Il sottoscritto Paolo M. Montagna, ai fini della valutazione della produttività scientifica mediante parametri bibliometrici, dichiara che, in data 17 febbraio 2023, in diversi database risultano:

#### **WEB OF SCIENCE**

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/99ece44f-61a9-4584-8212-22822fb3fc6e-0928e5eb/relevance/1> (query: author Montagna P\* & institutions Università di Pavia / INFN Pavia)

- Pubblicazioni: 841
- H-index: 60
- Citazioni totali: 19337

#### **SCOPUS** (author ID 55721567600)

<https://www.scopus.com/results/authorNamesList.uri?orcidId=0000-0001-9647-9420>

- Pubblicazioni: 697
- H-index: 23
- Citazioni totali: 22539



**ORCID** (author ID 0000-0001-9647-9420)

<https://orcid.org/0000-0001-9647-9420>

- Pubblicazioni: 648

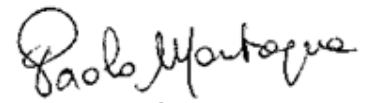
**INSPIRE HEP**

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

- Pubblicazioni: 796
- H-index: 112
- Citazioni totali: 55870

Pavia, maggio 2023

Paolo M. Montagna

A handwritten signature in black ink that reads "Paolo Montagna". The signature is written in a cursive, flowing style.