

Atti

Advisory Committee

Salvatore Esposito

INFN Napoli

Lucio Fregonese

Università degli studi di Pavia

Mauro Gargano

Osservatorio Astron. Capodimonte, Napoli

Marco Grassi

(Direttore INFN Pisa)

Stavros Katsanevas

EGO

Roberto Lalli

Max Planck Inst. History of Science, Berlin

Adele La Rana

Centro *Enrico Fermi*, Roma

Roberto Mantovani

Università degli studi di Urbino

Marisa Michelini

Università degli studi di Udine

Angelo Pagano

INFN Catania

Paolo Rossi

Università di Pisa

Ettore Vicari

Direttore Dipartimento di Fisica di Pisa

XXXIX Congresso Nazionale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia



Pisa 9-12 Settembre 2019

Dipartimento di Fisica Enrico Fermi

Largo Bruno Pontecorvo 3 - Pisa

European Gravitational Observatory

Via Edoardo Amaldi 5 - Cascina

Local Organizing Committee

Carlo Bemporad

Università di Pisa

Rino Castaldi

INFN Pisa

Vincenzo Cavasinni

Università di Pisa

Sergio Giudici

Università di Pisa

Giuseppe Grosso

Università di Pisa

Adele La Rana

Centro *Enrico Fermi*, Roma

Claudio Luperini

Università di Pisa

Marco Massai

Università di Pisa

Paolo Rossi

Università di Pisa

Gloria Spandre

INFN Pisa

Giuseppe Terreni

INFN Pisa

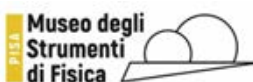
Main Topics

- **Riccardo Felici (1819-1902) and the birth of Electrodynamics**
- **Leonardo da Vinci as a scientist**
- **Experimental tests of General Relativity: 100 years after Arthur Eddington's measurements**
- **Science Education and History of Physics and Astronomy: connections and perspectives**
- **Physics and Physicists in Venezuela: historical perspectives**

www.sisfa.org/convegni/pisa-2019



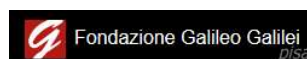
MUSEO
STORICO DELLA FISICA
E
CENTRO
STUDI E RICERCHE
ENRICO FERMI



CENTRO PONTECORVO PISA



EGO
EUROPEAN
GRAVITATIONAL
OBSERVATORY





Società Italiana degli Storici
della Fisica e dell'Astronomia

Atti del XXXIX Convegno annuale
Proceedings of the 39th Annual Conference
Pisa, 9-12 Settembre 2019

a cura di / *edited by*
Adele La Rana, Paolo Rossi

Comitato editoriale
Fabrizio Bònoli, Danilo Capecchi, Pasquale Tucci

P I S A
UNIVERSITY
PRESS

Società italiana degli storici della fisica e dell'astronomia
Atti del XXXIX Convegno annuale = Proceedings of the 39th Annual conference : Pisa, 9-12 settembre 2019 / Società italiana degli storici della fisica e dell'astronomia ; a cura di = edited by Adele La Rana, Paolo Rossi ; comitato editoriale: Fabrizio Bònoli, Danilo Capecchi, Pasquale Tucci. - Pisa : Pisa university press, 2020. - 1 testo elettronico (PDF)

530.09 (WD)

I. La Rana, Adele II. Rossi, Paolo (1952-) III. Bònoli, Fabrizio IV. Capecchi, Danilo V. Tucci, Pasquale (1943-) 1. Fisica - Storia - Congressi

CIP a cura del Sistema bibliotecario dell'Università di Pisa



Membro Coordinamento
University Press Italiane

© Copyright 2020 by Pisa University Press srl
Società con socio unico Università di Pisa
Capitale Sociale € 20.000,00 i.v. - Partita IVA 02047370503
Sede legale: Lungarno Pacinotti 43/44 - 56126 Pisa
Tel. + 39 050 2212056 - Fax + 39 050 2212945
press@unipi.it
www.pisauniversitypress.it

ISBN 978-88-3339-402-2

L'Editore resta a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, per le eventuali omissioni o richieste di soggetti o enti che possano vantare dimostrati diritti sulle immagini riprodotte. Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi - Centro Licenze e Autorizzazione per le Riproduzioni Editoriali - Corso di Porta Romana, 108 - 20122 Milano - Tel. (+39) 02 89280804 - E-mail: info@clearedi.org - Sito web: www.clearedi.org.

Sommario*

Introductory remarks.....	XI
---------------------------	----

Programme of the Conference	XIII
-----------------------------------	------

FIVE HUNDREDTH ANNIVERSARY OF LEONARDO DA VINCI'S DEATH

Leonardo da Vinci, artist and scientist, from the last supper to the moon. <i>Abstract</i>	
Mario Taddei	3
Leonardo's and Galileo's drawings of the Moon	
Pasquale Tucci	5
Celebrations for the 500th anniversary since Leonardo Da Vinci's death	
Fausto Cusi.....	13

RICCARDO FELICI (1819-1902), A PISAN CONTRIBUTOR TO THE BIRTH OF ELECTRODYNAMICS

Early Electrodynamics, the induction effect, and the place of Felici. <i>Abstract</i>	
Friedrich Steinle.....	19
The figure and the work of Riccardo Felici in the 200th anniversary of his birth	
Paolo Rossi.....	21
Riccardo Felici and the discussion about electric screens	
Lucia De Frenza.....	29
Mariano Pierucci	
Claudio Luperini	39

RELEVANT FIGURES AND INSTITUTIONS IN ITALIAN HISTORY OF PHYSICS AND ASTRONOMY BETWEEN ITALY'S UNIFICATION AND WORLD WAR II

Cornelia Fabri Mathematician	
Miriam Focaccia	49
A case study in a top-down recruitment system: Pisa-Pavia 1860-1942	
<u>Fabio Bevilacqua, Lidia Falomo Bernarduzzi</u>	55
Handling with Pontremoli's memory at the Institute of Physics in Milan during the Fascist regime	
Leonardo Gariboldi	63

* Si precisa che per uniformità nel sommario i titoli dei contributi sono riportati tutti in inglese.

People, Places and Scientific Instruments:**Physics in Rome in the First Half of the Nineteenth Century. *Abstract***

Roberto Mantovani 69

And if Marconi... impossible storiesMario Calamia, Monica Gherardelli, Giovanni Manneschi..... 71**THE FAR ROOTS OF SCIENTIFIC THOUGHT****Does Archimedes, in his *Sandreckoner*, criticize Aristarchus and show that the potential infinite of Aristotle is true? The Italic school in astronomy between the 5th, 4th and 3rd centuries b.C. and the Platonic-Aristotelian reaction**

Giuseppe Boscarino 81

From Euclid to Ptolemy: representation and explanation of phenomena. *Abstract*

Renato Migliorato 89

The Mechanics of Hero in Persian manuscripts between translation and innovation. *Abstract*

Giuseppina Ferriello..... 91

Hellenistic sources of Ptolemy's *Almagest*.***Special mention in the SISFA Award 2019 for the best graduation thesis in History of Physics and Astronomy***Alessandro Amabile, Giovanni Covone..... 93**THE DAWN OF MODERN SCIENTIFIC THOUGHT****Galileo and the origin of the cosmos.*****SISFA Award 2019 for the best graduation thesis in History of Physics and Astronomy***

Ivan Giuseppe Malara 103

Guidobaldo, Galileo and the launch of the ink-dyed ball on the sloping canopy

Pietro Cerreta 109

Nature of Science Experiments: Exploring Galilean Physics of MotionRaffaele Pisano, Vincenzo Cioci..... 117**Preparing for the experimental research on 'Newton's prisms' in Italy compared to those in Britain. *Abstract***

Yoshimi Takuwa..... 125

Newton's Geneva Edition (1822): the *Notes on Integral Calculus*Raffaele Pisano, Paolo Bussotti 127**The vis viva (living force) controversy in the first Kantian work [1746 (1749)]**

Stefano Veneroni..... 135

Some incongruences in Coulomb's memoirs on electricity 1785-1788

Danilo Capecchi..... 147

EXPERIMENTAL TESTS OF GENERAL RELATIVITY: ONE HUNDRED YEARS AFTER ARTHUR EDDINGTON'S ECLIPSE EXPEDITION

No Shadow of Doubt: The Eclipse Expeditions of 1919 in detail. <i>Abstract</i>	
Daniel Kennefick	157
How relativistic astrophysics bubbled up from post-WWII science. A preliminary survey	
Luisa Bonolis	159
A Singular Problem: Conceptual development of black holes. <i>Abstract</i>	
Steve Shore	171
A historical perspective on the 3rd generation GW detectors: the early attempts for a joint European effort (1986-1989)	
Adele La Rana.....	173

PHYSICS IN THE 20TH CENTURY

Ninety years of X-ray spectroscopy in Italy 1896-1986	
Vanda Bouché, Antonio Bianconi	187
Aldo Romano and the 50 years of CSATA (1969-2019)	
Benedetta Campanile	195
Small fluctuations of the velocity of light: a guiding principle from Michelson-Morley to modern optical interferometry. <i>Abstract</i>	
Maurizio Consoli	203
Relativity at first order and gravitational deflection of light - An interplay between history and didactics	
Christian Bracco, Jean-Pierre Provost	205
Joseph Weber and the first experiments in the detection of gravitational waves	
Laura Franchini.....	213
Einstein's Mantle, Bohr's Shadow: Glimpses from Wheeler's Relativity Notebook III	
Stefano Furlan.....	221
The debate on quantum mechanics and constructive mathematics: a review	
Antonino Drago	229
An unpublished approach to electrodynamics by Richard Feynman	
Roberto De Luca, <u>Marco Di Mauro</u> , Salvatore Esposito, Adele Naddeo	237
Prolegomena to a study on analogy in modern physics: the case of spontaneous symmetry breaking	
Rocco Gaudenzi	245
Toward a computational history of science: The dynamics of socio-epistemic networks and the renaissance of general relativity	
Roberto Lalli, Dirk Wintergrün.....	253
Physicists, engineers and soldiers at the origins of the "Istituto Centrale Aeronautico Italiano" (Italian Central Aeronautic Institute)	
Sandra Linguerra	267

“Life belts” around the cities: MIT scientists’ voice in political and social life of the ’50s Eleonora Loiodice.....	273
The Charm of Theoretical Physics (1958-1993). Abstract <u>Luciano Maiani</u> , Luisa Bonolis.....	279
The history of technology transfer of the Casimir effect and van der Waals forces: From exotic, weak, and undesirable to enabling, emerging, and irresistible Fabrizio Pinto.....	281
Franco Selleri and his contribution to the starting of debate on Foundations of Quantum Mechanics: 1969-1971 <u>Luigi Romano</u> , Augusto Garuccio	289
Franco Selleri and his research on Particle Physics 1958-1970: Peripheral model and One Pion Exchange model Luigi Romano, Augusto Garuccio	299

MUSEUMS AND SCIENTIFIC INSTRUMENTS

Disclosure publications in the astronomy of late nineteenth century between popular science and science “for lady” <u>Giancarlo Albertini</u> , Anna Siculo.....	309
Museum System of Irpinia Gaetano Abate.....	315
Two 16th century Florentine topographic compasses found in the collection of scientific instruments of the Ursino Castle (Catania) <u>Fausto Casi</u> , Andrea Orlando	319
The Catoptrico-Gnomonicum Astrolabium designed by Emanuele Maignan for the Palazzo Spada of Rome Maria Luisa Tuscano.....	327
The improvement in lens grinding techniques for early refracting telescopes in XVII century Lucia Lanfiuti.....	335
Paolo Anania de Luca and the sound system through the study of a cordometer and a tonometer Rosanna Del Monte, Azzurra Auteri	343

HISTORY OF ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS

The discovery of atmospheric neutrino oscillations Paolo Lipari.....	351
Reading the Discoveries of Gravitational Waves as New History of Physics Research Programme. Part Two <u>Raffaele Pisano</u> , <u>Philippe Vincent</u>	359
Time signal in Florence Simone Bianchi.....	367

Antonio Colla (1806-1857): an astro-meteorological observer of the University of Parma	
Emanuela Colombi.....	373
Proving the false. Method and logic of Giovanni Battista Riccioli. <i>Abstract</i>	
Flavia Marcacci.....	383
A virtual archive of the correspondence of Annibale de Gasparis	
<u>Paolo Palma</u> , <u>Mauro Gargano</u>	385
The scientific and cultural heritage of Giuseppe Toaldo, 300 years after his birth	
Valeria Zanini.....	395

VENEZUELA: HISTORICAL PERSPECTIVES ON PHYSICS AND PHYSICISTS

The advances of the investigation of the History of Physics in Venezuela since the 18th century: Tracking physics in Venezuela (1827-1961). <i>Abstract</i>	
Yajaira Freitas	405
Alba of violations, twilight of rights in the convulsed Venezuela. <i>Abstract</i>	
Alberto Sotillo.....	407
The Evolution of Nuclear Science Research in Venezuela	
Rafael Martín-Landrove, Delfin Moronta, David Verrilli.....	409
Agustín de la Torre and the beginning of Physics in Venezuela: a historical approach to the beginnings of technical and scientific thought in Venezuela	
Ruth Castillo Ochoa.....	417

EDUCATIONAL AND OUTREACH ACTIVITIES IN HISTORY OF PHYSICS AND ASTRONOMY

The role of place in engagement with science: the new seat of “Enrico Fermi Historical Museum of Physics and Study and Research Centre”	
Miriam Focaccia	425
The Frascati National Laboratory Visitor Centre: a journey through the history of particle physics	
<u>Susanna Bertelli</u> , Danilo Domenici, Emiliano Danè, Vincenzo Napolano	433
Educational paths dedicated to Physics organized in the portal of the Network of Italian University Museums	
Elena Corradini	439
A novel approach to physics teaching exploiting new technologies in conjunction with historically relevant artefacts	
Giovanni Organtini	447
The LAB2GO project. <i>Abstract</i>	
<u>Valentina Scotti</u> , Donatella Campana, Stefano Mastroianni, Giuseppe Osteria, Beatrice Panico, Francesco Perfetto	453

**The history of the cosmic ray discovery and their current role
in the outreach activities. *Abstract***

Carla Aramo455

To the Moon and beyond-HYPE Space Matters. *Abstract*

Mattia Ivaldi, Martina Bocconi.....457

**CONNECTIONS BETWEEN HISTORY AND DIDACTICS OF PHYSICS.
PLENARY SESSION OF THE SISFA CONGRESS
WITH THE SISFA WORKSHOP FOR SCHOOL TEACHERS**

The new kilogram

Enrico Massa.....461

The role of effective mass in electrical conduction

Giuseppe Fera473

Roland Eötvös: a key figure in modern physics, but also in geology and education

Vera Montalbano.....483

The history of science in pre-university training curricula

Carla Romagnino491

A Logical analysis of the Newtonian concept of mass and modern applications

Angelo Pagano, Emanuele Pagano503

Secondary school students study gravity using mobile apps

Daniele Buongiorno, Marisa Michelini515

**ROUNDTABLE: THE CONTRIBUTION OF HISTORY
TO THE TEACHING OF PHYSICS AND ASTRONOMY**

A project for “excellences”

Salvatore Esposito.....523

The contribution of the history of physics to research

Marisa Michelini.....529

**The contribution of history in the teaching of physics and astronomy:
the museums of astronomical observatories and the Paduan experience**

Valeria Zanini.....543

Introductory remarks

Il XXXIX Congresso Nazionale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia ha ospitato un considerevole numero di interventi e iniziative collaterali, ben guidato da diverse sessioni tematiche intese a valorizzare le ricorrenze del centenario della misura della deflessione gravitazionale della luce, del bicentenario della nascita di Riccardo Felici (1819-1902) e del cinquecentenario della morte di Leonardo da Vinci. Se, infatti, l'apertura del congresso ha visto "rivivere" il genio leonardiano nell'arte e nella scienza, non meno vive sono state le presentazioni dell'opera di un "padre" pisano – spesso dimenticato – dell'elettrodinamica. E non meno avvincente è stato ripercorrere la storia della Relatività Generale, e in particolare delle ricerche sperimentali volte a con-fermare la teoria di Albert Einstein, nella suggestiva cornice dello European Gravitational Observatory nel sito del rivelatore interferometrico di onde gravitazionali Virgo, a Cascina, che ha ospitato pure la *Lezione Zanichelli* di Daniel Kennefick, dando origine ad una stimolante collaborazione con la prestigiosa Casa Editrice italiana. Una ricorrenza meno nota sono stati i 150 anni dalla nascita della matematica Cornelia Fabri (9 settembre 1869-24 maggio 1915), che cadevano esattamente il giorno dell'inaugurazione del convegno e che sono stati ricordati in una specifica relazione.

Come da tradizione, tali momenti "forti" si sono avvicendati con le usuali sessioni congressuali, in cui sono state presentate le diverse attività di ricerca in storia della fisica e dell'astronomia. Portate avanti sia da accademici che da cultori della materia, esse costituiscono la struttura portante del Congresso SISFA, in cui si rafforzano le collaborazioni e si instaurano nuovi legami tra i diversi studiosi. Il ricco programma sociale collaterale al Congresso, con le sue numerose visite culturali e scientifiche, non ha fatto altro che contribuire maggiormente a tali opportunità di crescita culturale e intellettuale. Non meno significativa ed emozionante è stata la Cerimonia di conferimento del Premio SISFA per la miglior tesi di Laurea in Storia della Fisica e dell'Astronomia a un giovane studioso, che ha quindi potuto presentare ai congressisti le sue ricerche svolte durante il proprio lavoro di tesi.

Alle nuove e rinnovate iniziative messe in campo dalla Società nel corso del Congresso 2019, evidenziate sopra, va aggiunta poi una significativa novità fortemente voluta dal Consiglio Direttivo della Società, intesa a favorire il dialogo e la fruttuosa collaborazione tra storici e didattici della Fisica: il Workshop su "Il concetto di massa tra storia e didattica della fisica e dell'astronomia". Promosso dalla SISFA unitamente con l'Università di Udine, URDF - MIUR - PNLS, e in collaborazione con l'AIF e i Dipartimenti di Fisica delle Università di Pavia, Pisa e Siena, esso si è sviluppato come Modulo formativo di 20 ore con accreditamento MIUR rivolto ad insegnanti di scuola superiore, interessati ad esplorare il ruolo della storia della fisica e dell'astronomia nell'insegnamento attuale delle discipline. Particolarmente significativa e stimolante – sia per i corsisti che per i congressisti (e gli organizzatori!) – è risultata la sessione congiunta Congresso-Workshop, in cui gli insegnanti hanno potuto partecipare a relazioni, comunicazioni ed eventi congressuali incentrati sul rapporto e uso dello sviluppo storico-scientifico nell'insegnamento e nella divulgazione della fisica e dell'astronomia, temati-

che dibattute infine in una Tavola Rotonda appositamente dedicata, che ha chiuso il XXXIX Congresso SISFA.

Un ringraziamento particolarmente sentito da parte della Società va a tutti coloro che si sono adoperati con abnegazione per la buona riuscita del Congresso. In particolare è doveroso ringraziare qui l'Università di Pisa, rappresentata dal suo Rettore, non solo per l'ospitalità accordataci, ma anche per i generosi contributi messi a disposizione della SISFA sia per l'organizzazione del Congresso che per la pubblicazione dei presenti Atti, come pure il Dipartimento di Fisica dell'Ateneo Pisano, rappresentato dal suo Direttore, per l'ospitalità e l'organizzazione dell'evento, cui hanno collaborato attivamente e particolarmente i membri del Centro Dipartimentale "B. Pontecorvo". Con altrettanta riconoscenza la SISFA è debitrice nei confronti dello European Gravitational Observatory nel sito VIRGO a Cascina, rappresentato dal suo direttore, non solo per l'ospitalità e la disponibilità di suoi ricercatori per le visite guidate dei congressisti, ma anche per un generoso contributo economico che, insieme a quello fornito dalla Casa Editrice Zanichelli, ha reso possibile con successo la *Lezione Zanichelli* inaugurata nel congresso pisano. Un doveroso ringraziamento va anche all'Opera della Primaziale Pisana per l'organizzazione di una visita riservata e guidata al Camposanto Monumentale, accompagnata da un graditissimo intermezzo musicale, e al Museo degli Strumenti di Fisica dell'Università di Pisa che, anche grazie al contributo della Fondazione "G. Galilei", ha curato l'allestimento estemporaneo di una notevole mostra di strumenti antichi.

Salvatore Esposito
Presidente SISFA

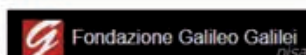


MUSEO
STORICO DELLA FISICA
E
CENTRO
STUDI E RICERCHE
ENRICO FERMI



EGO

EUROPEAN
GRAVITATIONAL
OBSERVATORY



XXXIX SISFA CONFERENCE

Pisa, 9-12 September 2019

PROGRAMME^{1,2}

9 SEPTEMBER 2019 - MONDAY

9:00-18:10	<i>Department of Physics, Largo Pontecorvo 3 - Pisa</i>
9:00-9:30	<i>Registration</i>
9:30	Opening of the Congress and Institutional greetings
10:00	<i>Keynote Lecture</i> Mario Taddei Leonardo da Vinci, artista e scienziato, dal cenacolo alla luna
10:50	Pasquale Tucci From Leonardo's Moon to Galilei's Moon
11:10-11:25	<i>Coffee break</i>
11:25	<i>Invited Talk</i> Miriam Focaccia Cornelia Fabri Mathematician (Ravenna, 9 settembre 1869 – Firenze, 24 maggio 1915)

¹ Keynote Lecture: 40 + 10 min, Invited talk: 25+5 min, Contribution: 15+5 min.

² Please notice that the timetable below shows only the names of the speakers, while the complete list of the authors of the presented research activities is available in the booklet of abstracts.

11:55	<i>Invited Talk</i> Roberto Lalli Towards a computational history of science: The dynamics of socio-epistemic networks in the renaissance of general relativity	
12:25	Fabio Bevilacqua Pavia Physics Professors (1860-1942)	
12:45	Fabrizio Pinto The history of technology transfer of the Casimir effect and van der Waals forces: From exotic, weak, and undesirable to enabling, emerging, and irresistible	
13:05-14:30	Lunch	
14:30-17:00	<i>Session: Riccardo Felici (1819-1902), a Pisan contributor to the birth of Electrodynamics</i>	
14:30	<i>Keynote Lecture</i> Friedrich Steinle Early Electrodynamics, the induction effect, and the place of Felici	
15:20	Paolo Rossi The figure and the work of Riccardo Felici in the 200th anniversary of his birth	
15:40	Lucia De Frenza Riccardo Felici and the discussion about electric screens	
16:00	Claudio Luperini Mariano Pierucci	
16:20-16:40	Coffee break	
16:40	Roberto Mantovani People, Places and Scientific Instruments: Physics in Rome in the First Half of the Nineteenth Century	
17:00	<i>End of the session</i>	
17:00-18:10	<i>Parallel Sessions</i> <i>From Electric Fluid to Synchrotron Radiation</i>	<i>The Far Roots of Scientific Thought</i>
17:10	Danilo Capecchi Some incongruences in Coulomb's memoirs on electricity 1785-1788	Boscarino Giuseppe Does Archimedes, in his Sandreckoner, criticize Aristarchus and shows that the potential infinite of Aristotle is true? The Italic school in astronomy between the 5th, 4th and 3rd centuries b.C. and the Platonic-Aristotelian reaction.

17:30	Mario Calamia And if Marconi... impossible stories	Renato Migliorato From Euclid to Ptolemy: representation and explanation of phenomena
17:50	Antonio Bianconi X-ray spectroscopy in Italy 1895-1985: from early works of Brunetti, Fermi, Gentile, Majorana, Fano, Pincherle to the first european experiments using Frascati Synchrotron radiation	Giuseppina Ferriello La Meccanica di Erone nei manoscritti persiani fra traduzione e innovazione
18:10	<i>End of the parallel sessions</i>	

18:30-20:00 *Aula magna del Polo Didattico G. Carmignani, Piazza Cavalieri 6 - Pisa*

Documentary Film “La scelta. Edoardo Amaldi e la scienza senza confini”, written by Adele La Rana, directed by Enrico Agapito and carried out under the moral patronage of SISFA. On the occasion of the 30th Anniversary since Amaldi’s death.

The film is a production of Zanichelli Editore, TERA Foundation and Agapito Realizzazioni Audiovisive, supported by INFN, with the contribution of the Department of Physics of Sapienza University of Rome and the patronage of SISFA and of Edoardo Amaldi Foundation – Hypatia Consortium – ASI.

10 SEPTEMBER 2019 - TUESDAY

8:45-13:15	<i>European Gravitational Observatory (Main Building) - Virgo, Via Edoardo Amaldi - Cascina</i>	
8:45-13:15	<i>Session: Experimental Tests of General Relativity</i>	
8:45	Ettore Majorana	Presentation of the Virgo experiment
9:10	<i>Visit to the Virgo Laboratories</i>	
10:40-10:55	Coffee break	
10:55	<i>Keynote Lecture and “Zanichelli Lecture”, supported by EGO</i>	
	Daniel Kennefick	No Shadow of Doubt: The Eclipse Expeditions of 1919 in detail
11:45	<i>Invited Talk</i>	
	Luisa Bonolis	The lead-up to first Texas Symposium and the emergence of relativistic astrophysics

- 12:15 *Invited Talk*
Steve Shore
A Singular Problem: Conceptual development of black holes
- 12:45 **Adele La Rana**
A historical perspective on the 3rd generation GW detectors: the early attempts for a joint European effort (1986-1989)
- 13:15 *End of the session*
- 14:00-18:00 *Department of Physics, Largo Pontecorvo 3 - Pisa*
- 14:00-15:15 **Lunch – Buffet at the Department of Physics in Pisa**
- 15:15 *Keynote Lecture*
Luciano Maiani
The Charm of Theoretical Physics (1958-1993)
- 16:05 *Ceremony for SISFA's Prize for the Best Thesis in History of Physics and Astronomy*
- 16:20 **Ivan Giuseppe Malara**
Galileo Galilei e il tema cosmogonico della creazione del mondo. *Winner of SISFA Prize 2019*
- 16:40 **Rocco Gaudenzi**
The pre-history of spontaneous symmetry breaking: an *interdisciplinary* intrigue
- 17:00-17:20 **Coffee break**
- 17:20 **Stefano Furlan**
The *Wheeler* of Time: from Geons to Monads
- 17:40 **Maurizio Consoli**
Small fluctuations of the velocity of light: a guiding principle from Michelson-Morley to modern optical interferometry
- 18:00 *End of the session*
- 18:00-20:00 *Guided tour of the Monumental Cemetery of Pisa and of Buonamico Buffalmacco's affresco "Il trionfo della morte". Reading of passages from Galileo's writings.*

11 SEPTEMBER 2019 - WEDNESDAY

- 8:40-18:30 *Department of Physics, Largo Pontecorvo 3 - Pisa*
- 8:40-11:20 *Parallel Sessions*

	<i>Museums and Scientific Instruments</i>	<i>Developments in XX Century Physics</i>
8:40	Giancarlo Albertini Disclosure publications in the astronomy of late nineteenth century between popular science and science “for lady”	Benedetta Campanile Aldo Romano and the 50 years of CSATA
9:00	Fausto Casi Leonardo Da Vinci in De Divina Proportione	Antonino Drago Quantum mechanics and constructive mathematics: a review and a suggestion for a new formulation
9:20	Gaetano Abate Sistema Museale Irpino	Luigi Romano Franco Selleri and His Contribution to the Starting of Debate on Foundations of Quantum Mechanics: 1969-1979
9:40	Fausto Casi Two 16th century Florentine topographic compasses found in the collection of scientific instruments of the Ursino Castle (Catania)	Marco Di Mauro An unpublished approach to electrodynamics by Richard Feynman
10:00-10:20	Coffee break	
	<i>Museums and Scientific Instruments</i>	<i>Dawn of Modern Scientific Thought</i>
10:20	Maria Luisa Tuscano The Catoptrico-Gnomonicum Astrolabium designed by Emanuele Maignan for the Palazzo Spada of Rome	Pietro Cerreta Guidobaldo, Galileo e il lancio della pallina tinta d’inchiostro sulla tettoia inclinata
10:40	Lucia Lanfiuti The development of early refracting telescopes in XVII century: from Galileo Galilei to Giuseppe Campani	Yoshimi Takuwa Preparing for the experimental research on ‘Newton’s prisms’ in Italy compared to those in Britain
11:00	Azzurra Auteri P.A. de Luca and the sound system through the study of a cordometer and a tonometer	Stefano Veneroni The vis viva (living force) controversy in the first Kantian work [1746 (1749)]
11:20	<i>End of parallel sessions</i>	
11:20-12:40	<i>Plenary session</i>	
11:20	Christian Bracco Relativity at first order and deflection of light	
11:40	Leonardo Gariboldi Handling with Pontremoli’s memory at the Institute of Physics in Milan during the Fascist regime	

-
- 12:00 **Sandra Linguerri**
Physicists, engineers and soldiers at the origins of the Italian Istituto centrale aeronautico
- 12:20 **Eleonora Loiodice**
“Life belts” around the cities: MIT scientists’ voice in political and social life of the ’50s
- 12:40 *End of plenary session*
- 12:40-14:00 **Lunch**
- 14:00-14:50 *OPENING OF THE SISFA WORKSHOP IN PLENARY SESSION WITH THE SISFA CONGRESS*
- 14:00 *Keynote Lecture:*
Enrico Massa
Il nuovo kilogrammo
- 14:50 *End of the shared plenary session Congress + Workshop*
- 15:00-17:15 *Session: Venezuela: Historical perspectives on physics and physicists*
- 15:00 Opening speech introducing the special session
- 15:05 **Enrique Planchart**
Academic Situation of Simón Bolívar University. Economic situation of the academic staff of Simón Bolívar University
(Video contribution)
- 15:15 **Yajaira Freites**
The advances of the investigation of the History of Physics in Venezuela since the 18th century: Tracking physics in Venezuela (1827-1961)
(Video contribution)
- 15:25 **Claudio Bifano**
Science in Venezuela: Institutionalization and decline, Physics as an example
(Video contribution)
- 15:40 **Coffee break**
- 15:55 *Panel Discussion*
Arturo Sanchez
Physics in Venezuela: How this science and its scientists keep producing the next generation with the help of the rest of the World
Alberto Sotillo
Alba of violations, twilight of rights in the convulsed Venezuela
David Verrilli
The Evolution of Nuclear Science Research in Venezuela
Ruth Castillo
Agustín de la Torre and the beginning of Physics in Venezuela: a historical approach to the beginnings of technical and scientific thought in Venezuela
- 17:15 *End of the session*

- 17:15-18:30 *PLENARY MEETING OF THE SISFA MEMBERS*
 18:30-20:00 *Visit to the Museum of Physics Instruments of Pisa*
 20:30 *SOCIAL DINNER. Chiostro del Carmine - Pisa Center*

12 SEPTEMBER 2019 - THURSDAY

9:00-18:50 *Department of Physics, Largo Pontecorvo 3 - Pisa*

SHARED SESSIONS CONGRESS + WORKSHOP

9:00-10:00 *Plenary Session*

9:00 **Miriam Focaccia**

The role of place in engagement with science: the new seat of “Enrico Fermi Historical Museum of Physics and Study and Research Centre”

9:20 **Susanna Bertelli**

The Frascati National Laboratory Visitor Centre: a journey through the history of particle physics

9:40 **Elena Corradini**

Educational paths dedicated to Physics organized in the portal of the Network of Italian University Museums

10:00-10:20 *Coffee break*

10:20-12:40 *Parallel Sessions*

History of Astronomy

History, Didactics and Epistemology

10:20 **Paolo Lipari**

The discovery of Atmospheric Neutrino Oscillations

Giuseppe Fera

The role of effective mass in electrical conduction

10:40 **Raffaele Pisano**

Reading the Discoveries of Gravitational Waves as New History of Physics Research Programme. Part Two

Vera Montalbano

Roland Eötvös: a key figure in modern physics, but also in geology and education

11:00 **Simone Bianchi**

Time signal in Florence

Laura Franchini

Joseph Weber and the first experiments in the detection of gravitational waves

11:20 **Emanuela Colombi**

Antonio Colla (1806-1857): osservatore astro-meteorologico dell'Università di Parma

Mattia Ivaldi

To the Moon and beyond-HYPE Space Matters

11:40	Flavia Marcacci Proving the false. Method and logic of Giovanni Battista Riccioli	Alessandro Amabile Le fonti ellenistiche dell'Almagesto di Tolomeo. Special Mention at the SISFA Prize 2019.
12:00	Paolo Palma Mauro Gargano, Un archivio virtuale della corrispondenza di Annibale de Gasparis	Vincenzo Cioci Nature of Science Experiments: Exploring the Galilean Physics of Motion
12:20	Valeria Zanini The scientific and cultural heritage of Giuseppe Toaldo, 300 years after his birth	Paolo Bussotti Newton's Geneva Edition: Some Considerations on the Integral Calculus
12:40	<i>End of parallel sessions</i>	
12:40-14:00	Lunch	
14:00-18:50	<i>Session: Connections between History and Didactics of Physics</i>	
14:00	<i>Invited talk</i> Carla Romagnino La storia della scienza nei curricula formativi preuniversitari	
14:30	<i>Invited Talk</i> Angelo Pagano On the Newtonian concept of mass as "quantitas materiae"	
15:00	Giovanni Organtini A novel approach to physics teaching exploiting new technologies in conjunction with historically relevant artefacts	
15:20	Marisa Michelini Studenti di scuola secondaria studiano la gravità usando app su mobile	
15:40-16:00	Coffee break	
16:00	Valentina Scotti The LAB2GO project	
16:20	Carla Aramo The history of the cosmic ray discovery and their current role in the outreach activities	
16:40-18:40	<i>Roundtable "The contribution of history to the teaching of physics and astronomy"</i> Carla Aramo (INFN) Salvatore Esposito (Presidente SISFA) Alberto Meroni (Presidente AIF) Marisa Michelini (Unid-URDF) Fabiano Minni (GSdF, AIF) Valeria Zanini (INAF)	
18:40-18:50	<i>Final remarks of the Congress and acknowledgments</i>	

Percorsi educativi dedicati alla Fisica nel portale della Rete dei Musei Universitari Italiani

Elena Corradini – Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” – elena.corradini@unimore.it

Abstract: The first network of Italian university museums, coordinated by the universities of Modena and Reggio Emilia, was created for a specific project, approved and financed in 2013 by MIUR. One of the four themes to which the network decided to pay its attention was dedicated to the history of scientific instrumentation. About 3740 scientific instruments have been catalogued and the most important have been included in four paths, that have been published in the first section of the bilingual portal of the network set up for the project (www.retemuseiuniversitari.unimore.it). In 2014, the network presented a second project, approved and financed by MIUR in 2015, for the creation of formal and non-formal educational paths aimed at the permanent orientation to scientific method and culture, published in the second section of the web portal of the network. In two of the three general themes selected for the paths, *color* and *time*, there are two subthemes in which paths dedicated to physics have been set up: four paths have been dedicated to the concept of color in physics, and four to the measurement of time. Lastly, in the third section of the web portal dedicated to educational paths for the school-work alternation, four paths are related to physics.

Keywords: Permanent Orientation, University Museum Network, Scientific Method.

1. I progetti della Rete dei Musei Universitari Italiani

La prima Rete dei Musei Universitari Italiani è stata costituita dai musei, centri museali e sistemi museali di dodici università storiche italiane (Bari, Cagliari, Chieti-Pescara, Ferrara, Firenze, Modena e Reggio Emilia, Parma, Perugia, Roma “La Sapienza”, Salento, Siena, Tuscia, con il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino) con un progetto specifico, approvato e finanziato nel 2013 dal Ministero dell’Università e della Ricerca ai sensi della legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica e coordinato, attraverso chi scrive, dall’Università di Modena e Reggio Emilia (Corradini 2011, pp. 77-84).

Per il progetto 64 musei universitari, 38 collezioni e 9 orti botanici situati su tutto il territorio nazionale hanno predisposto contenuti e immagini su supporto informatico per la realizzazione di un portale web bilingue (www.retemuseiuniversitari.unimore.it) con l’intento di offrire gli strumenti necessari per aumentare l’interesse per la scienza attraverso la conoscenza delle collezioni dei musei e per creare contenuti interessanti e

multiformi al fine di stimolare curiosità, interesse e una partecipazione sempre più attiva (Corradini 2012, pp. 133-146).

Nella prima fase di lavoro sono stati scelti gli oggetti, reperti e strumenti più significativi in grado di rappresentare i temi principali cui la rete ha deciso di dedicare la propria attenzione: i paesaggi e gli ambienti di riferimento delle regioni delle diverse università, le storie degli atenei e di alcuni dei docenti più significativi per le ricerche da loro condotte e la storia dell'evoluzione della strumentazione scientifica, fondamentale per il progresso delle ricerche stesse (Corradini, Campanella 2013, pp. 283-297).

Grazie alla collaborazione con l'Istituto centrale per il catalogo e la documentazione (ICCD) del Ministero beni attività culturali e turismo, presso ciascuno dei 12 atenei e presso il Museo regionale di scienze naturali di Torino, è stato attivato un polo catalografico per la catalogazione degli oggetti, reperti e strumenti selezionati dai musei, attraverso l'utilizzo dei tracciati delle schede di catalogo gestiti dallo stesso ICCD all'interno del SIGECweb, il Sistema informativo generale del catalogo su web, per la realizzazione del Catalogo generale dei beni culturali (<http://www.iccd.beniculturali.it/it/per-catalogare>). Sono stati individuati e catalogati complessivamente 28.000 oggetti, reperti e strumenti che, utilizzando i tracciati standard del SIGECweb gestito dall'ICCD del MIBACT, sono stati inseriti nel Catalogo generale dei beni culturali e sono riferibili a molteplici ambiti disciplinari che nell'ambito del portale sono stati raggruppati in sette macro-aree disciplinari, tra cui figura la fisica, e in sotto aree: gli strumenti catalogati, per i quali è stato utilizzato il tracciato PST per il patrimonio scientifico-tecnologico, sono stati 3724 (Corradini 2013, pp. 33-39).

Successivamente i musei dei dodici atenei e il Museo regionale di Torino hanno realizzato 80 percorsi per illustrare, nella prima sezione bilingue del portale web, i quattro temi generali: 4 dedicati alle storie, 9 alla storia della strumentazione scientifica, 18 agli ambienti e 19 ai paesaggi (Corradini, Campanella 2014a, pp. 20-29). In ciascuno dei percorsi gli oggetti, reperti e strumenti vengono documentati, nel settore dedicato all'esplorazione delle collezioni, dalle voci principali delle schede di catalogo che, estratte dal Catalogo generale dei beni culturali, in cui sono state inserite attraverso il SIGECweb, è possibile consultare sul portale della rete in formato PDF.

La contestualizzazione degli oggetti, reperti, strumenti nei diversi percorsi realizzati dai musei della rete sui quattro temi generali e la loro fruizione on-line hanno voluto essere di stimolo a ritornare al museo, cui è dedicata una sezione del percorso, e a tracciare nuove visite sul territorio, di cui si occupa un'altra apposita sezione (Corradini, Campanella 2014b, pp. 42-49).

Nel 2014 la Rete italiana dei musei universitari, cui si sono aggiunte due università (Genova e Pavia) e i Musei civici di Reggio Emilia, con il coordinamento delle università di Modena e Reggio Emilia, attraverso chi scrive, hanno presentato al MIUR, ancora una volta nell'ambito della legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica, un progetto per la realizzazione di percorsi formativi per l'orientamento permanente al metodo e alla cultura scientifica. Il progetto, approvato e finanziato nel 2015, ha consentito di sperimentare nuovi programmi educativi che combinano l'approccio generalista dell'educazione scolastica con quello dell'università, altamente specializzato, sperimentale e tecnicamente avanzato, per promuovere la cultura scientifica nelle IV, V

classi superiori mediante un migliore utilizzo di laboratori scientifici e strumenti multimediali (Corradini 2015a, pp. 489-494).

Secondo uno degli obiettivi strategici delle università italiane, il progetto ha inteso rispondere a una sollecitazione formulata a livello europeo per orientare i giovani verso studi o percorsi professionali adeguati (Consiglio europeo di Lisbona 23-24 marzo 2000, http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.html), aiutandoli specificamente a "sviluppare la loro identità, a prendere decisioni sulla loro vita personale e professionale", come previsto dalle Linee guida per l'orientamento permanente del MIUR (<http://www.istruzione.it/orientamento/>).

Per il progetto i Musei della rete (47 musei, 39 collezioni e 12 orti botanici/erbari) hanno organizzato 56 percorsi educativi di educazione formale e non formale (Corradini 2015b, pp. 105-111), secondo quanto previsto anche dal Piano nazionale per l'educazione al patrimonio culturale del MIBACT (https://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/Avvisi/visualizza_asset.html_16280580.html): sono stati dedicati a tre macro-aree tematiche, 9 alla biodiversità e agro biodiversità, 20 al colore e 27 al tempo. Queste ultime due macroaree sono state articolate in sette sotto-temi: per il colore sono stati scelti il colore nella fisica, in natura, nell'arte e per il tempo la misura del tempo, l'evoluzione dell'uomo, l'evoluzione dell'Antartide, la geologia e i fossili. (Corradini, Campanella 2016, pp. 91-97).

I percorsi educativi sono stati caratterizzati dall'utilizzo, nelle varie attività proposte, di oggetti, reperti, strumenti scientifici, su cui costruire esperienze di osservazione scientifica diretta, ma anche altre pratiche culturali di letture e approfondimenti che consentano l'approccio al metodo sperimentale (formulazione di ipotesi, verifica e elaborazione di risultati) (Corradini 2016, pp. 131-142). Ogni macro-area viene introdotta da una mappa concettuale realizzata per sintetizzare lo svolgimento processuale del percorso, dalla quale vengono poi ricavate mappe dedicate ai rispettivi sottotemi; per ciascun percorso vengono messe a disposizione una bibliografia generale e una specifica e approfondimenti sia per gli studenti che per gli insegnanti, per i quali l'utilizzo delle tecnologie informatiche risulta fondamentale permettendo di fare ricorso a una molteplicità di supporti multimediali (Corradini 2017, pp. 43-47). In ogni percorso sono stati pubblicati in rete i risultati della valutazione del suo svolgimento, per la quale sono stati realizzati appositi questionari con specifiche domande, somministrati online sia agli insegnanti che agli studenti. In un altro settore di ogni percorso, alla voce restituzioni, sono stati inseriti una relazione finale sullo svolgimento, corredata di immagini, e gli elaborati realizzati dagli studenti (testi, immagini, filmati, siti web) (Corradini, Endrighi 2018, pp. 39-46).

I musei della rete, in considerazione della notevole esperienza acquisita per l'educazione museale e della loro capacità di lavorare in sinergia, hanno deciso di realizzare un terzo settore del portale web della rete in cui sono stati pubblicati 23 percorsi educativi dedicati all'alternanza scuola-lavoro, prevista dalla L. 107/2015, in grado di collegare la formazione in aula con l'esperienza museale, attuando modalità di apprendimento flessibili, come previsto dalla Guida operativa per l'alternanza scuola lavoro ([www. http://www.istruzione.it/allegati/2015/guidaASLinterattiva.pdf](http://www.istruzione.it/allegati/2015/guidaASLinterattiva.pdf)). La positiva sperimentazione dell'organizzazione dei percorsi di orientamento al metodo e alla cul-

tura scientifica ha indotto i musei a strutturare allo stesso modo i percorsi dell'alternanza scuola-lavoro, due dei quali sono stati dedicati alla strumentazione scientifica. Nello specifico sono state definite le competenze e le conoscenze che si intendevano fornire con ciascun percorso educativo: si è deciso di valutarle trasferendo on line il questionario pubblicato sulla Guida operativa per l'alternanza scuola lavoro per somministrarlo agli studenti (Corradini 2019, pp. 19-24): per tutti i percorsi sono stati realizzati materiali multimediali resi disponibili nella terza sezione del portale web della rete (www.retemuseiuniversitari.unimore.it).

2. Il primo progetto. Le tecnologie informatiche e le nuove realtà per la conoscenza, il networking e la valorizzazione del patrimonio culturale scientifico

Nel primo progetto il tema dedicato alla strumentazione scientifica è stato declinato con un percorso generale “Dall’armadio alla scatola... e viceversa: forme e dimensioni degli strumenti scientifici” e in altri sei percorsi di cui quattro dedicati alla Fisica. Il percorso generale suggerisce una lettura dell’evoluzione degli strumenti scientifici attraverso le variazioni delle loro dimensioni nell’ambito di una continua innovazione che, ai fini della ricerca, ha permesso applicazioni sempre nuove, con due finalità: da un lato mettere a disposizione di un’utenza più ampia la possibilità di effettuare misurazioni accurate, dall’altro ottenere informazioni sempre più dettagliate e strutturate.

I percorsi dedicati alla fisica sono stati organizzati, come tutti gli altri, in tre sezioni: una prima, l’introduzione, dedicata al contenuto generale del percorso, una seconda all’esplorazione delle collezioni, nella quale è pubblicata una selezione delle immagini più significative corredate da una scheda descrittiva. A questa è associato un link che consente di consultare l’intera scheda di catalogo redatta utilizzando il tracciato PST dedicato al patrimonio scientifico tecnologico nell’ambito del SIGECweb, gestito dall’ICCD del MIBACT per la realizzazione del Catalogo Generale del patrimonio culturale. Una terza sezione, dedicata alla visita al museo, consente di contestualizzare gli strumenti promuovendo la conoscenza del museo stesso, della sua storia, dei suoi allestimenti.

Il percorso che l’Università di Cagliari dedica a “Gli studi sulla fisica a Cagliari dal ‘700 alla fine del ‘900” è collegato al Museo di fisica di Sardegna, i cui strumenti più antichi sono riferibili al Gabinetto di fisica. La dotazione del Gabinetto fu assegnata a padre Cossu dal re Carlo Emanuele III di Savoia: gli strumenti più antichi dimostrano come si insegnassero e si dimostrassero le leggi fondamentali della meccanica e della meccanica dei fluidi. La costituzione del Museo, le cui collezioni si sono accresciute nel corso dell’800 e del ‘900, si deve, a partire dagli anni ‘70, al professor Franco Erdas, che nel 1997 ha redatto il catalogo degli strumenti più importanti. Il percorso dedicato a “Gli strumenti scientifici fra sperimentazione e didattica della scienza” del Museo Universitario dell’Università “G. d’Annunzio” di Chieti-Pescara è collegato alla sezione di Storia della scienza, inaugurata nel 2014 e si fonda su un’ampia raccolta di antichi strumenti provenienti dai gabinetti scientifici del Liceo classico “G. B. Vico”, dal Gabinetto di fisica dell’Istituto magistrale “I. Gonzaga” e dal

Seminario regionale “San Pio X” il cui Gabinetto scientifico si costituì negli anni '20 del secolo scorso.

Il percorso proposto dal SIMUS, Sistema museale dell'Università di Siena, attraverso una scelta delle “Macchine ed strumenti per lo studio della fisica” si propone di esemplificare come la fisica abbia contribuito con la sua applicazione all'evoluzione di saperi di altre discipline, a iniziare da quella medica. Il Gabinetto di fisica di Siena, che nel 1864 si affianca all'Osservatorio meteorologico, viene dotato progressivamente di strumentazione sempre più raffinata, utile per le osservazioni sull'elettricità atmosferica.

L'Università di Modena e Reggio Emilia ha proposto un percorso denominato “Uno sguardo fra la terra e il cielo: l'Osservatorio di Modena” per farne conoscere le fasi della storia e dello sviluppo e gli strumenti ad esso collegati. L'Osservatorio di Modena ha sede nel torrione orientale del seicentesco Palazzo ducale: dopo la Restaurazione il torrione venne ceduto all'Università dall'arciduca Francesco IV d'Austria Este nel 1826 per essere adibito a osservatorio. I lavori di adeguamento, diretti da Gusmano Soli (1788-1830), terminarono nel 1827 per accogliere il cerchio meridiano realizzato da Georg Friedrich von Reichenbach (1772-1826), lo strumento dei passaggi e il telescopio equatoriale, entrambi costruiti dal modenese Giovan Battista Amici (1786-1863). Dal 1° ottobre 1859 la direzione passò a Pietro Tacchini (1838-1905) e nel 1863 al modenese Domenico Ragona (1820-1892) che nel 1865 progettò e fece costruire la prima finestra meteorologica. A Ragona succedette nel 1892 Ciro Chistoni (1852-1927), che nel 1897 attribuì all'osservatorio il nome di Geofisico.

Un secondo percorso realizzato dall'Università di Modena e Reggio Emilia riguarda l'“Introduzione del sistema metrico decimale: il Gabinetto di Metrologia” per farne conoscere le specificità e gli utilizzi attraverso gli strumenti realizzati per la diffusione del sistema metrico decimale negli Stati Estensi per volontà dell'arciduca Francesco V d'Austria Este. L'Arciduca emise nel 1849 un decreto che stabiliva la creazione di una Commissione sui pesi e le misure che avrebbe dovuto procurarsi gli archetipi necessari, in particolare il metro e il chilo campione, che furono commissionati e acquistati a Parigi e nel 1850 arrivarono a Modena dove fu realizzato un Gabinetto di metrologia in locali attigui all'osservatorio. L'introduzione del sistema metrico decimale incontrò varie difficoltà, espresse in un decreto del 1855, tra cui le resistenze delle comunità locali. Nel 1856 fu affidato a Cesare Zoboli l'incarico di realizzare 72 strumenti standard per le 72 amministrazioni locali del Ducato Estense nell'Officina Metrica ma i lavori si interruppero quando nel 1858 la Commissione sui pesi e misure venne sciolta e l'Officina venne definitivamente chiusa.

3. Il secondo progetto. I percorsi educativi dedicati all'orientamento permanente al metodo e alla cultura scientifica e all'alternanza scuola-lavoro

I percorsi educativi del secondo progetto sono stati organizzati per far comprendere agli studenti, attraverso esperienze laboratoriali, l'efficacia del metodo scientifico, avvicinan-

doli al ruolo e alle attività dei ricercatori e per evidenziare l'importanza dei contesti storico-scientifici e sociali in cui le varie idee e scoperte si sono sviluppate.

Al tema *colore* nella fisica sono stati dedicati quattro percorsi.

L'intento del percorso della Sezione di Storia della Scienza del Museo Universitario dell'Università di Chieti-Pescara "Antichi strumenti per lo studio della luce e dei fenomeni ad essa connessi" è di avvicinare i ragazzi ad alcuni concetti di base dell'ottica attraverso esperienze pratiche di semplice interpretazione ed è strutturato in modo da realizzare una continua interazione tra elaborazione delle conoscenze e attività sperimentali.

Il percorso "Tutti i colori delle stelle" dei Musei civici di Reggio Emilia si propone come obiettivo di accostare gli studenti alla complessità dei temi riguardanti il colore indagandone gli aspetti fisici e, in particolare, attraverso l'illustrazione delle ricerche dello scienziato reggiano Angelo Secchi, pioniere dell'astrofisica, di presentare l'applicazione dello studio spettroscopico della radiazione luminosa a quello dei corpi celesti e far comprendere agli studenti come i colori vengano percepiti dal nostro apparato visivo.

L'obiettivo del percorso proposto dal Museo di fisica della Sapienza Università di Roma "La luce in laboratorio" è fare conoscere i principali fenomeni luminosi, ma anche illustrare come il progresso scientifico sia il frutto di interpretazioni, a volte audaci, dei fatti sperimentali. Gli studenti possono scoprire da quali fenomeni scaturisce la prima interpretazione della natura della luce come formata di particelle puntiformi in moto lungo linee rette. L'esecuzione di un esperimento, come l'effetto fotoelettrico, dimostra come sia necessario interpretare i fenomeni dovuti alla natura corpuscolare della luce: dalla riconciliazione delle diverse osservazioni nasce l'interpretazione quantistica del fenomeno.

Il percorso "Un'esplorazione colorata del mondo", organizzato dal SIMUS (Sistema museale dell'Università di Siena), si propone di spiegare quale caratteristica fisica della luce sia direttamente associata al colore e come scomponendo la luce nelle sue componenti colorate si possano scoprire nuovi fenomeni o comprenderne più approfonditamente alcuni aspetti. Il percorso prevede esplorazioni qualitative come analisi dello spettro di alcune sorgenti luminose, esplorazione di materiali con la luce polarizzata, (rifrazione e diffrazione, spettri atomici).

Altri quattro percorsi educativi dedicati alla Fisica sono stati organizzati sul tema della misura del tempo da alcuni musei della Rete, ciascuno dei quali lo ha coniugato secondo le specificità delle proprie collezioni. Diversi sono i concetti di tempo emersi nel corso della storia della scienza e non solo: il tempo relazionale, relativo al cambiamento, al movimento dei corpi; il tempo assoluto, che prescinde dai corpi e dai cambiamenti; il tempo come forma soggettiva a priori, relativa al soggetto che conosce più che agli oggetti da conoscere. E ancora un tempo ciclico, senza origine né fine; un tempo lineare, che scorre uniformemente da un'origine nel passato verso una fine nel futuro; un tempo reversibile e uno irreversibile, un tempo continuo e uno discreto.

Il Museo per la storia dell'Università di Pavia con un percorso dedicato alla "misura del tempo: meridiane e orologi a pendolo" e il SIMUS si sono concentrati sui modi che hanno caratterizzato la misura del tempo nelle società umane: dalle misure astro-

nomiche alle meridiane, dalle clessidre agli orologi ad acqua, dal pendolo di Galileo Galilei (1564-1642) a quello di Christiaan Huygens (1629-1685), dall'orologio al quarzo agli orologi atomici, fino alla presentazione di tecnologie oggi ampiamente diffuse, riconducibili allo spazio-tempo e alla teoria della relatività. L'isocronismo del pendolo, la cui scoperta ha segnato una svolta fondamentale nella storia della misura del tempo, può essere osservato, così come molti altri moti periodici, con apparati stroboscopici.

Il SIMA (Sistema museale dell'Università di Bari) propone un percorso dal titolo "Misure stroboscopiche di moti periodici a bassa e media frequenza", nell'ambito del quale, oltre al pendolo, è possibile osservare e misurare la frequenza di fenomeni come la vibrazione di un diapason, di un campanello, di una corda di violino.

Tecniche particolari sono invece utilizzate, sempre dal SIMA in un secondo percorso dal titolo "Misure stroboscopiche di moti periodici a bassa e media frequenza" organizzato per la misura di tempi brevissimi (dell'ordine di 10/8-10/9 secondi), come quelli di transito dei raggi cosmici tra due rivelatori montati all'estremità di una barra di 50 cm (che può ruotare di 180° in un piano verticale). Dalla misura del tempo è poi possibile risalire alla velocità del raggio e ricavare una stima della sua energia.

Nella terza sezione del portale web della Rete dedicata all'alternanza scuola-lavoro due significativi percorsi sono stati dedicati alla strumentazione scientifica: uno da parte del SIMUS, Sistema museale dell'Università di Siena, dal titolo "Catalogazione e valorizzazione dei beni culturali scientifici" con l'obiettivo di far comprendere ai giovani l'importanza della conservazione e valorizzazione del patrimonio storico-scientifico. L'altro percorso realizzato dall'Osservatorio dell'Università di Siena "A caccia di antichi fotoni" si propone di avvicinare gli studenti all'osservazione astronomica e all'utilizzo della strumentazione dell'Osservatorio affinché possano acquisire le conoscenze di base di astronomia, le competenze nell'utilizzo della strumentazione e la capacità, attraverso il metodo scientifico, di interpretare i risultati delle osservazioni.

Bibliografia

- Corradini E. (2011). "POMUI. The web portal of Italian University Museums", in Nyst N., Stanbury P., Weber C. (eds), *Proceedings of the 10th Conference UMAC* (Shanghai, November 7–12, 2010). *UMAC Journal*, 4, pp.77-84.
- Corradini E. (2012). "The new communication technologies for sharing and participatory Italian University Museums", in Nyst N., Stanbury P., Weber C. (eds), *Proceedings of the 11th Conference of UMAC* (Lisbon, September 2011). *UMAC Journal*, 5, pp.133-146.
- Corradini E., Campanella L. (2013). *The multimedia technologies and the new realities for knowledge networking and valorization of scientific cultural heritage. The role of the Italian University Museums Network*, in Marchegiani L. (a cura di), *Proceedings of the Conference on Sustainable Cultural Heritage Management*. Roma: Aracne, pp. 283-297.

- Corradini E. (2013). "La catalogazione e nuove tecnologie informatiche per l'accessibilità al patrimonio naturalistico", in Mazzotti S., Malerba G. (a cura di), *Memorie del XX Congresso ANMS. Museologia Scientifica Memorie*, 9, pp. 33-39.
- Corradini E., Campanella L. (2014a). "A national project for the Italian University Museums Network", in Nyst N., Stanbury P., Weber C. (eds), *Proceedings of the 13th Conference of UMAC* (Rio de Janeiro, August 2013). *UMAC Journal*, 7, pp. 20-29.
- Corradini E., Campanella L. (2014b). *Digital technologies for the first Network of the Italian University Museums. Annual Conference CIDOC, "Access and Understanding – Networking in the Digital Era"* (Dresden, September 2014), pp. 42-49. URL: <<http://network.icom.museum/cidoc/archive/past-conferences/2014-dresden/>>.
- Corradini E. (2015a). *Educational itineraries of the Italian University Museums Network for the lifelong guidance to the scientific culture and method*, in García Fernández I. (ed.) *Proceedings Congreso Internacional Museos Universitarios "Tradición y futuro"* (Madrid, December 2014), pp. 489- 494.
- Corradini E. (2015b). *The Common and Interdisciplinary Itineraries of the Italian University Museum Network: a Challenge for Sharing Scientific Education*, in Haggag M., Gesché-Koning N. (eds.), *Proceedings of the 13th ICOM-UMAC & 45th annual ICOM-CECA Conference* (Alexandria, October 2014), pp. 105-111.
- Corradini E., Campanella L. (2016). *The Italian University Museums Network for the Guidance of the Scientific Culture*, in Monaco G. (ed.), *Proceedings of the 46th annual ICOM-CECA Conference* (Washington, September 2015), pp. 91-97.
- Corradini E. (2016). *La Rete dei Musei Universitari: diffusione e contestualizzazione del patrimonio culturale degli atenei, orientamento al metodo e alla cultura scientifica*, in Magnani L. Stagno L. (a cura di), *Atti del Convegno "Valorizzare il patrimonio culturale delle Università. Focus su arte e architetture"*. Università di Genova, pp. 131-142.
- Corradini E. (2017). "Percorsi formativi della Rete dei Musei Universitari Italiani per l'orientamento permanente al metodo e alla cultura scientifica", in Borzatti de Loewenstern A., Roselli A., Falchetti E. (a cura di), *Memorie del XXIV Congresso ANMS* (Livorno, novembre 2014). *Museologia Scientifica Memorie*, 16, pp. 43-47.
- Corradini E., Endrighi E. (2019). "I nuovi percorsi educativi della Rete dei Musei Universitari", in Martellos S., Celi M. (a cura di), *Memorie del XXVI Congresso ANMS* (Trieste, novembre 2016). *Museologia Scientifica Memorie*, 18, pp. 39-44.
- Corradini E. (2019). "Attività di alternanza scuola-lavoro dei Musei Universitari della Rete Italiana con l'impiego delle tecnologie digitali", in Doria G., Falchetti E. (a cura di), *Memorie del XXVII Congresso dell'ANMS "Il museo e i suoi contatti"* (Genova, ottobre 2017). *Museologia Scientifica Memorie*, 19, pp.19-24.