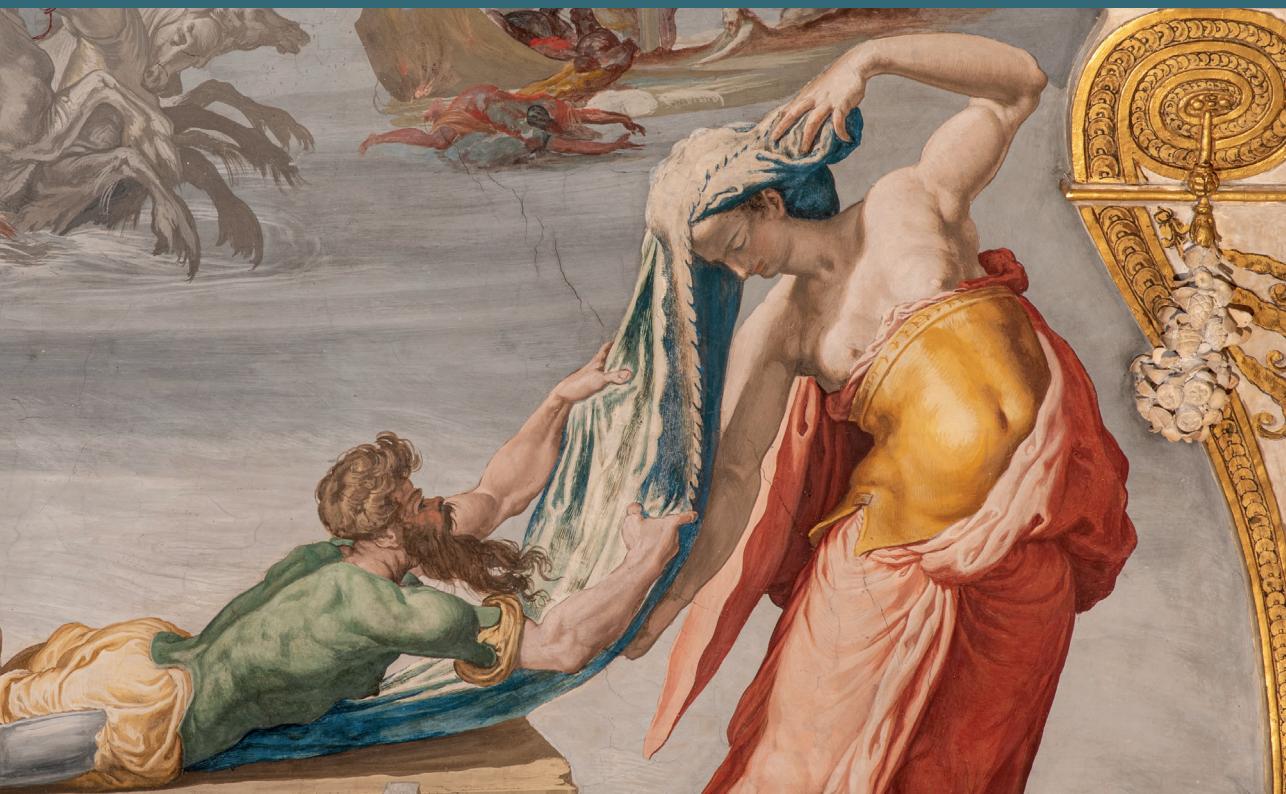


ANNALES

PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF BOLOGNA

CLASS OF PHYSICAL SCIENCES



Bologna
University Press

ANNALES

PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF BOLOGNA
CLASS OF PHYSICAL SCIENCES

3



Board of Governors of the Academy of Sciences of Bologna

President: Prof. Luigi Bolondi

Vice-President: Prof.ssa Paola Monari

Secretary of the Class of Physical Sciences: Prof. Lucio Cocco

Vice-Secretary of the Class of Physical Sciences: Prof. Aldo Roda

Secretary of the Class of Moral Sciences: Prof. Giuseppe Sassatelli

Vice-Secretary of the Class of Moral Sciences: Prof. Riccardo Caporali

Treasurer: Prof. Pierluigi Contucci

Annales. Proceedings of the Academy of Sciences of Bologna

Class of Physical Sciences

Editor in Chief

Pierluigi Contucci

Editorial Board

Daniele Bonacorsi (Physics)

Luca Ciotti (Astronomy)

Giacomo De Palma (Mathematics)

Matteo Guidotti (Chemistry)

Pier Luigi Martelli (Biology)

Alberto Parmeggiani (Mathematics)

Susi Pelotti (Medicine)

Nicola Rizzo (Medicine)

Marco Roccetti (Computer science)

Cesare Saccani (Engineering)

Editorial Consultant of the Academy of Sciences of Bologna

Angela Oleandri

Fondazione Bologna University Press

Via Saragozza 10, 40123 Bologna

tel. (+39) 051 232 882

ISSN: 2975-2302

ISBN: 979-12-5477-702-2

ISBN online: 979-12-5477-703-9

DOI: 10.30682/annalesps2503

www.buponline.com

info@buponline.com

Copyright © the Authors 2025

The articles are licensed under a Creative Commons Attribution CC BY-NC-SA 4.0

Cover: Pellegrino Tibaldi, *Odysseus and Ino-Leocothea*, 1550-1551,
detail (Bologna, Academy of Sciences)

Layout: Gianluca Bollina-DoppioClickArt (Bologna)

First edition: December 2025

Table of contents

Prefazione, Luigi Bolondi	1
Introduzione/Introduction, Pierluigi Contucci	5
L'arte della memoria e il metodo scientifico <i>Giovanni Jona-Lasinio</i>	9
Il tempo geologico, il Diluvio, Leonardo, Stenone <i>Gian Battista Vai</i>	19
Il volo cieco dei pipistrelli. 1793, Lazzaro Spallanzani e la ricerca sui chiroteri, mammiferi volanti <i>Stefano Meloni</i>	43
Alle radici dell'ecografia (1880-1949): la “magia” del quarzo per le applicazioni belliche e civili <i>Angelo Vedovelli</i>	53
L'ingegneria mineraria nelle Università italiane: dall'epoca moderna alla società contemporanea <i>Paolo Macini, Ezio Mesini</i>	73
Gian Domenico Cassini: la misura del “mondo” <i>Bruno Marano</i>	91
Identificare le fasi prodromiche della demenza attraverso l'analisi computazionale del linguaggio: quindici anni di ricerche sull'italiano <i>Gloria Gagliardi, Fabio Tamburini</i>	97
La difficile sfida contro le frane: riflessioni dopo maggio 2023 <i>Matteo Berti</i>	113

**Gli atomi, il numero di Avogadro e il moto browniano:
da Democrito ad Einstein e Perrin**

Angelo Vulpiani

127

The fear of AI: A simple story of complexity

Marco Roccati

137

La comunicazione, ponte tra intelligenza naturale e intelligenza artificiale

Silvano Tagliagambe

149

Gian Domenico Cassini: la misura del “mondo”

Bruno Marano

Professore Emerito, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Accademico Benedettino

Abstract

Opening speech of the Celebration of the 400th anniversary of the birth of Gian Domenico Cassini, world famed Astronomer of the 17th century, professor at the Bologna University, founder and first director of the Paris Observatoire. Academy of Sciences, Feb. 27, 2025.

Keywords

Gian Domenico Cassini life and discoveries; Sundial in San Petronio Cathedral; Distances in the Solar System; Birth of Geodesy.

1. Da Perinaldo a Bologna

Questa mia presentazione è l'introduzione alla celebrazione del 400^o anniversario della nascita di Gian Domenico Cassini (1625) (Fig. 1)¹. Non darò conoscenze nuove – il convegno di giugno vedrà studiosi dedicati a questo –, limitandomi a descrivere le scoperte e le attività che ne fanno una delle figure di maggior rilievo nella scienza del XVII secolo. In questo emergerà il legame di Cassini con Bologna, che motiva essere questa città, la sua Università e l'Accademia delle Scienze la sede primaria di queste celebrazioni.

Nato a Perinaldo, feudo dei Doria nell'Appennino ligure, studiò a Genova presso i Gesuiti. Raggiunta una certa fama giovanile, fu chiamato nel 1646 dal Marchese Cornelio Malvasia presso il suo Castello di Panzano, nel contado (allora) Bolognese. Come diversi maggiorenti dell'epoca, il Marchese aveva edificato una specola privata, ma la sua visione andava oltre. L'insegnamento scientifico nella Università di Bologna era in una fase di stallo, e la cattedra di matematica era vacante per la morte di Bonaventura Cavalieri.

Una vivacità molto maggiore mostrava la Scuola dei Gesuiti, con due figure di indubbio rilievo, Riccioli e Grimaldi, eccellenti osservatori e sperimentatori, anche se verosimilmente condizionati dalla gerarchia ecclesiastica (siamo a pochi anni dal processo a Galileo, e siamo nello Stato della Chiesa).

Un anno dopo la sua chiamata a Panzano, il Malvasia propose Cassini per la copertura della cattedra di Matematica, che fu approvata dal Senato della Città. È lecito pensare che il lungimamente conte volesse verificare le capacità del giovane ligure prima di proporlo e sostenerlo come successore di Cavalieri.

2. Le Effemeridi Bolognesi dei satelliti medicei

La misura delle longitudini, problema secolare per la navigazione e la geodesia, richiedeva (e richiede) un “orologio universale”. Galileo capì che le eclissi dei satelliti medicei, da lui scoperti, potevano avere questa funzione: la qualità dei telescopi era però ancora primitiva e la conoscenza dei tempi di eclissi troppo povera perché il metodo potesse funzionare. Cassini affrontò la questione con strumentazione più evoluta e grande capacità di osservatore e produsse le “Ephemerides Bononienses Mediceorum Syderum” (Fig. 2), che lo resero famoso in Europa per la loro precisione. Il metodo però non funzionava in navigazione, richiedendo osservazioni impossibili dalla tolda di una nave. Funzionava però sulla terra,



Fig. 1. Domenico Cassini nel periodo parigino. Anonimo, olio su tela, Museo di Palazzo Poggi, Bologna (Quadreria dell'Università di Bologna, inv. n. QUA 305).

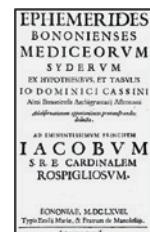


Fig. 2. Frontespizio delle “Ephemerides Bononienses Mediceorum Syderum”, Biblioteca Storica di Astronomia del Dipartimento di Fisica e Astronomia.

¹ Tutte le immagini sono pubblicate a colori nell'edizione online degli *Annales*.

e fu alla base dello sviluppo delle tecniche di triangolazione che segnarono l’attività di quattro generazioni di Cassini, portò alle prime carte moderne della Francia e, di fatto, rappresentò la nascita della geodesia moderna.

3. La Meridiana di San Petronio

Una delle iniziative più notevoli e ben note di Cassini, che ha lasciato la traccia permanente a Bologna, fu la realizzazione della Meridiana nella Basilica di S. Petronio, allora – e tuttora – la più grande del mondo (Fig. 3). Nel 1655 la Fabbrica di San Petronio chiese a Cassini di realizzarla, in sostituzione di una precedente demolita nell’ampliamento della chiesa. Lo scopo dichiarato era quello di stabilire con precisione la durata dell’anno tropico, richiesta dalla riforma del Calendario di Gregorio XIII e dalla connessa revisione della liturgia. Le dimensioni dell’edificio erano tra le massime al mondo (si ricordi che nella volontà dei bolognesi la Basilica doveva essere più grande di San Pietro e leggenda vuole che il Papa ordinasse la costruzione

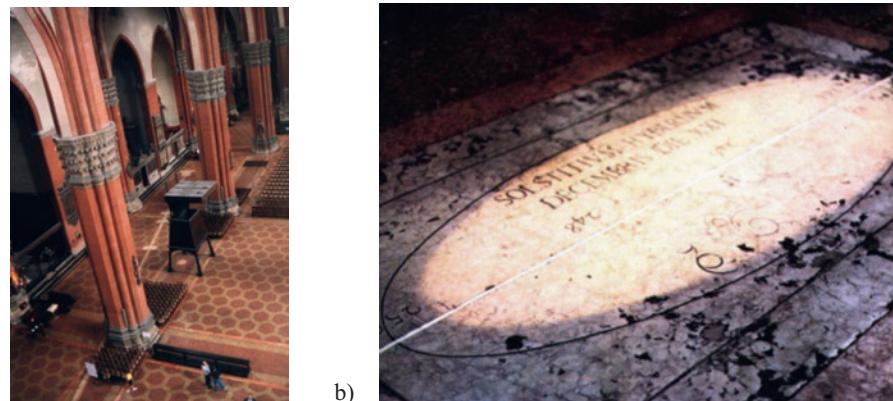


Fig. 3 a) La Meridiana di San Petronio e b) l’immagine del Sole al Solstizio di inverno. Foto cortesia di Fabrizio Bonoli.

dell’Archiginnasio per impedire la realizzazione del transetto, occupando lo spazio destinato ad esso). Cassini realizzò un vero strumento scientifico, di precisione assai maggiore di quanto servisse allo scopo originario, per poter effettuare una serie di esperimenti e misure sulle proprietà “dell’orbita del Sole”. Fu proprio usando la sua meridiana che Cassini arrivò per primo a dimostrare empiricamente la corrispondenza delle variazioni del diametro solare nell’anno alle previsioni del modello Copernicano e la discordanza con quelle del modello Tolemaico. Tutto ciò con la spada di Damocle dell’Inquisizione, che censurava e condizionava le attività non solo di Cassini, ma anche – e soprattutto – dei gesuiti Rizzoli e Grimaldi. Una potenziale grave perdita per lo sviluppo dell’ambiente scientifico bolognese, e non solo di esso, ovviamente.

Per le sue riconosciute capacità tecniche e la sua autorità, a Cassini fu richiesto di operare come “magistrato alle acque”, dirimendo un contrasto tra Bologna e Ferrara sul corso del Reno, responsabile, insieme ai molti torrenti tra Bologna e la Romagna, di continue alluvioni nella “bassa”: un problema purtroppo tuttora attuale.

4. La “chiamata” a Parigi

La fama di Cassini si era estesa all’ambiente europeo. Il re Luigi XIV aveva iniziato una vera e propria opera di reclutamento dei maggiori scienziati europei, tra cui l’olandese Huygens. Un primo tentativo di “arruolare” anche Cassini andò a vuoto per la resistenza del Senato Bolognese, da cui dipendevano i professori universitari.

Luigi XIV intervenne allora direttamente su Papa Clemente IX, cui i buoni rapporti col Re cattolico premevano molto, e Cassini fu libero di trasferirsi nel 1669 in Francia, *mantenendo per anni gli incarichi e gli stipendi che aveva ottenuto in Italia*. A Parigi il Re lo incaricò di sovraintendere al completamento dell’Osservatorio di Parigi, probabilmente il primo esempio moderno di istituto scientifico creato e finanziato dello Stato (la Biblioteca di Alessandria restando l’esempio più significativo dell’antichità, almeno in Occidente).

Delle molte rilevanti scoperte e vere e proprie imprese realizzate a Parigi, divenuto direttore dell’Observatoire, mi limiterò a ricordarne due.

5. La velocità della luce

Lo studio delle effemeridi dei satelliti di Giove, iniziato a Bologna, proseguì con la collaborazione dell’olandese Roemer, anch’egli “scritturato” dal Re Sole. Trovarono una discrepanza tra gli intervalli delle eclissi del satellite più vicino a Giove, Io: quando il pianeta si avvicinava, gli intervalli si accorciavano, per poi allungarsi della stessa quantità quando il pianeta si allontanava. Nell’agosto del 1675 Cassini scrisse: “Cette seconde inégalité paraît venir de ce que la lumière emploie quelques temps à venir du satellite jusqu’à nous, et qu’elle met environ dix à onze minutes à parcourir un espace égal au demi-diamètre de l’orbite terrestre” (Questa seconda disuguaglianza sembra dovuta al fatto che la luce impiega un certo tempo per raggiungerci dal satellite; la luce sembra impiegare da dieci a undici minuti per attraversare una distanza pari al semidiametro dell’orbita terrestre). Era la scoperta della velocità finita della luce. Cassini si mostrò poi dubbioso su questa affermazione e non la riprese più. L’allievo Roemer proseguì le misure, pubblicando poi quella che è universalmente riconosciuta come la prima misura della velocità della luce. Difficile per me capire come una mente acuta come Cassini potesse recedere dalla sua idea originale. Lascio agli storici analizzare in modo approfondito i documenti e i motivi di questo passo indietro, ma non posso non sospettare una ritrosia di Cassini, astronomo dello Stato della Chiesa, a rendere ufficiale ed esplicita la sua adesione al sistema Copernicano, presupposto della citata interpretazione delle anomalie delle eclissi di Io.

6. Le distanze di Marte e del Sole

La distanza del Sole dalla Terra era stata fin dall’antichità oggetto di tentativi determinarla con metodi geometrici. Già Ipparco (II sec. a.C.) aveva ottenuto una misura della parallasse della Luna, cioè della diversa posizione apparente da punti di osservazione separati, da cui risultò una distanza del satellite molto precisa.

La parallasse solare, per il suo piccolo valore e la mancanza di punti di riferimento adeguati sulla sua superficie, fu oltre le possibilità di misura per secoli e la distanza, stimata con altri metodi, fu enormemente sottostimata. Sulla base del sistema Copernicano era possibile ottenere le proporzioni, ma non i valori assoluti, delle distanze dei pianeti dal Sole. Una situazione molto favorevole ad una misura precisa era data dalle opposizioni di Marte, quando esso, massimamente vicino alla Terra, è ad una distanza che è 0,37 volte la distanza Terra-Sole.

Nel 1672, in occasione di una opposizione di Marte, Cassini organizzò una spedizione in Cayenna per effettuare misure contemporanee della posizione di Marte osservata da due punti quanto più distanti possibili. Le tavole delle effemeridi di Io consentivano di stabilire la contemporaneità delle osservazioni. Quando, un anno dopo, furono disponibili le misure effettuate in Cayenna dall'astronomo Richer, “deportato” laggiù per un paio di anni, ne risultò una parallasse di Marte di 25''. Ne risultava una parallasse solare di 8'',5' e una distanza del Sole di 21.600 Raggi Terrestri. Contemporanee misure di parallasse *diurna* (basata sulla rotazione della terra) a Parigi e Londra confermavano quel risultato. L'*Universo* era 20 volte più grande di quanto si era ritenuto in passato. Cassini, costruttore della Meridiana di San Petronio a Bologna, era il primo a disporre di una misura realistica delle dimensioni del sistema solare (la *misura del mondo*).

Conclusione

La grande novità introdotta da Cassini negli studi scientifici fu la capacità di organizzare campagne coordinate, rese possibili dalla struttura dell'Observatoire. Esse portarono, oltreché alla citata misura della distanza Sole-Terra alla determinazione moderna della lunghezza del Meridiano terrestre e all'organizzazione metodica delle misure geodetiche della Francia che, ereditata e proseguita da figlio e nipoti, portò alla prima carta geografica moderna della Francia.

L'Università di Bologna non si rassegnò mai alla assenza di Cassini e lo “mantenne in catena” fino alla sua morte, manifestando a volte un certo “nervosismo” per la sua prolungata “leve of absence”, diremmo oggi. Di fatto nel 1695 Cassini fece un breve ritorno a Bologna dove, con l'aiuto del figlio Giacomo e di Domenico Guglielmini, restaurò la sua meridiana. Restò poi in contatto con Eustachio Manfredi e l'Accademia degli Inquieti, primo embrione dell'Istituto delle Scienze di Bologna, promosso da Luigi Ferdinando Marsili.

