

ANNALES

PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF BOLOGNA

CLASS OF PHYSICAL SCIENCES



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 , <i>Luigi Bolondi</i>	1
Introduzione/Introduction , <i>Pierluigi Contucci</i>	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 chiropteri, 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	
<i>Angelo Vulpiani</i>	127
The fear of AI: A simple story of complexity	
<i>Marco Roccetti</i>	137
La comunicazione, ponte tra intelligenza naturale e intelligenza artificiale	
<i>Silvano Tagliagambe</i>	149

Introduzione / Introduction

L'inizio di questo millennio segna un passaggio epocale: il dialogo, e talvolta la tensione, tra la prima e l'ultima rivoluzione industriale. La rivoluzione del XVIII secolo, fondata sulla trasformazione dell'energia in lavoro produttivo, liberò l'umanità dai vincoli dello sforzo fisico. Oggi la rivoluzione dell'Intelligenza Artificiale (IA) emancipa il pensiero dai limiti biologici, avviando la trasformazione automatica dell'informazione in conoscenza. Questa trasformazione benché affascinante e ricca di promesse si trova ancora agli albori della sua traiettoria scientifica.

Energia e informazione, due concetti radicati nelle scienze dure e nel linguaggio matematico, agiscono come principi abilitanti: la prima rese autonomo il lavoro delle macchine, la seconda estende oltre i confini biologici le capacità cognitive. La storia della termodinamica ci ricorda come la tecnologia degli ingranaggi e dei motori divenne scienza grazie a Newton e Carnot; allo stesso modo, l'IA contemporanea che ha avuto il suo Turing attende la sua "termodinamica dell'apprendimento".

Come ogni rivoluzione, anche quella attuale porta con sé rischi e fragilità. La prima industrializzazione fu accompagnata da entusiasmi eccessivi, bolle speculative, squilibri sociali e un temporaneo calo dell'efficienza complessiva. Qualcosa di simile accade oggi con l'intelligenza artificiale: la rapidità della sua diffusione, l'entusiasmo degli investimenti, le aspettative sovradimensionate e il fabbisogno crescente di energia pongono interrogativi cruciali. La lezione che la storia ci consegna è chiara: il progresso tecnologico diventa sostenibile solo quando viene trasformato in scienza, quando le sue regole profonde sono comprese e tradotte in conoscenza condivisa.

Con questa consapevolezza si apre il presente volume degli *Annales*, che attraversa epoche, discipline e prospettive. Il filo conduttore è l'intreccio tra memoria, scienza e società, dalla nascita del metodo scientifico fino alle sfide più attuali. Giovanni Jona-Lasinio ci conduce alle radici della rivoluzione scientifica, esplorando il rapporto tra arte della memoria e logica moderna. Angelo Vulpiani ripercorre la lunga vicenda dell'ipotesi atomica, da Democrito fino a Einstein e Perrin, mostrando come il moto browniano abbia fondato la fisica statistica e i processi stocastici. Marco Rocchetti riflette sui timori suscitati dall'intelligenza artificiale, interpretandoli alla luce della teoria della complessità. Silvano Tagliagambe infine propone una visione filosofica e tecnica dell'intelligenza come comunicazione, ponte tra naturale e artificiale.

Accanto a questi contributi si dispiega un affresco che va dal tempo geologico di Leonardo e Stenone alle osservazioni di Spallanzani sui pipistrelli, dalle origini dell'ecografia alle sfide

idrogeologiche recenti, fino alle ricerche sul linguaggio come strumento di diagnosi precoce. È un mosaico che mostra come la scienza, nelle sue diverse forme, sia sempre stata insieme memoria del passato e apertura al futuro.

Questo volume testimonia la vocazione dell'Accademia delle Scienze di Bologna a custodire e rinnovare il patrimonio scientifico, mantenendo viva la coscienza delle radici e ponendo lo sguardo sulle trasformazioni in corso. Energia e informazione, memoria e conoscenza: i contributi raccolti qui ci ricordano che il progresso è sempre il frutto di un dialogo tra continuità e discontinuità, tra eredità storiche e sfide emergenti.

The beginning of this millennium marks an epochal transition: the dialogue, and at times the tension, between the first and the latest industrial revolution. The revolution of the eighteenth century, founded on the transformation of energy into productive labor, freed humanity from the constraints of physical effort. Today, the revolution of artificial intelligence (AI) emancipates thought from biological limits, initiating the automatic transformation of information into knowledge. Yet this transformation, though fascinating and full of promise, still stands at the dawn of its scientific trajectory.

Energy and information, two concepts rooted in the hard sciences and in the language of mathematics, act as enabling principles: the former made the work of machines autonomous, the latter extends cognitive capacities beyond biological boundaries. The history of thermodynamics reminds us how the technology of gears and engines became science thanks to Newton and Carnot; in the same way, contemporary AI, which has had its Turing, still awaits its “thermodynamics of learning”.

Like every revolution, the present one also carries risks and fragilities. The first industrialization was accompanied by excessive enthusiasms, speculative bubbles, social imbalances, and a temporary decline in overall efficiency. Something similar is happening today with artificial intelligence: the speed of its diffusion, the fervor of investments, the oversized expectations, and the growing demand for energy raise crucial questions. The lesson that history teaches us is clear: technological progress becomes sustainable only when it is transformed into science, when its underlying rules are understood and translated into shared knowledge.

With this awareness, the present volume of the Annales opens, spanning epochs, disciplines, and perspectives. Its guiding thread is the interplay between memory, science, and society, from the birth of the scientific method to today's most pressing challenges. Giovanni Jona-Lasinio takes us to the roots of the scientific revolution, exploring the relationship between the art of memory and modern logic. Angelo Vulpiani retraces the long history of the atomic hypothesis, from Democritus to Einstein and Perrin, showing how Brownian motion laid the foundations of statistical physics and stochastic processes. Marco Roccetti reflects on the fears raised by artificial intelligence, interpreting them in light of complexity theory. Silvano Tagliagambe, finally, offers a philosophical and technical vision of intelligence as communication, a bridge between the natural and the artificial.

Alongside these contributions a fresco unfolds that ranges from the geological time of Leonardo and Steno to Spallanzani's observations on bats, from the origins of ultrasound to the recent hydrogeological challenges, and to research on language as a tool for early diagnosis.

It is a mosaic that shows how science, in its many forms, has always been both memory of the past and an opening up to the future.

This volume bears witness to the vocation of the Academy of Sciences of Bologna to safeguard and renew the scientific heritage, keeping alive the consciousness of its roots while looking at the transformations now underway. Energy and information, memory and knowledge: the contributions gathered here remind us that progress is always the fruit of a dialogue between continuity and rupture, between historical legacies and emerging challenges.

Pierluigi Contucci

Professore di Fisica Matematica / Professor of Mathematical Physics,
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Editor in Chief,
Annales. Proceedings of the Academy of Sciences of Bologna,
Class of Physical Sciences

