

Volume 12

IL COLLE
di
GALILEO

2 · 2023

IL COLLE di GALILEO



ISSN
2281-7727

fi
FIRENZE
UNIVERSITY
PRESS

Il Colle di Galileo

Volume 12, 2, 2023



Il Colle di Galileo

Direttore

Daniele Dominici, *Dipartimento di Fisica e Astronomia,
Università degli Studi di Firenze*
email: dominici@fi.infn.it

Comitato di Redazione

Elisabetta Baldanzi, *CNR Istituto Nazionale di Ottica*
email: elisabetta.baldanzi@cnr.it

Roberto Casalbuoni, *Dipartimento di Fisica e Astronomia,
Università degli Studi di Firenze*
email: casalbuoni@fi.infn.it

Stefania De Curtis, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione
di Firenze*
email: decurtis@fi.infn.it

Daniele Galli, *INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri*
email: daniele.galli@inaf.it

Comitato Scientifico

Roberto Casalbuoni, *Dipartimento di Fisica e Astronomia,
Università degli Studi di Firenze*
email: casalbuoni@fi.infn.it

Francesco Saverio Cataliotti, *CNR Istituto Nazionale di Ottica,
Direttore*
email: francescosaverio.cataliotti@unifi.it

Stefania De Curtis, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione
di Firenze*
email: decurtis@fi.infn.it

Daniele Dominici, *Dipartimento di Fisica e Astronomia,
Università degli Studi di Firenze*
email: dominici@fi.infn.it

Pier Andrea Mandò, *Dipartimento di Fisica e Astronomia,
Università degli Studi di Firenze*
email: mando@fi.infn.it

Giovanni Passaleva, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione
di Firenze, Direttore*

Giuseppe Pelosi, *Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,
Università di Firenze*
email: giuseppe.pelosi@unifi.it

Giacomo Poggi, *Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università
degli Studi di Firenze*
email: poggi@fi.infn.it

Maria Sofia Randich, *INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri,
Direttore*
email: sofia.randich@inaf.it

Presidente del Sistema Museale d'Ateneo

Marco Benvenuti, *Dipartimento di Scienze della Terra*
email: m.benvenuti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

OSSERVATORIO ASTROFISICO DI ARCETRI

Versione elettronica / Online version:
<http://www.fupress.com/cdg>

ISSN (print) 2281-7727; ISSN (online) 2281-9711

© 2023 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com/
Printed in Italy



Il Colle di
Galileo

Sommario

Table of contents

SOMMARIO

PILLOLE DI STORIA / HISTORICAL PILLS

- 5 Antonio Garbasso, fisico guelfo e dantista
Antonio Garbasso, Dantean and Guelph physicist
Massimo Mazzoni
- 23 L'astronomia nella *Divina Commedia*
Astronomy in the Divine Comedy
Guido Risaliti

RAPPORTI DI ATTIVITÀ / ACTIVITY REPORTS

- 37 Vasco Ronchi Colloquia: vision on Technology Transfer
- 53 New Physics from the Sky

IN MEMORY OF

- 57 Giornata in ricordo di Claudio Chiuderi
Luca Del Zanna, Francesca Bacciotti

IN EVIDENZA / HIGHLIGHTS

- 61 SHE-SCIENCE. La scienza al femminile. Scienziate e scienziati, artiste e artisti per approfondire il contributo delle donne nella scienza
SHE-SCIENCE. La scienza al femminile. Scientists and artists to analyse women's contribution to science
Pietro Centorrino, Valeria D'Ambrosio
- 69 Numero atomico 539.7
Atomic number 539.7
Rosaria Petreti



Il Colle di
Galileo

Antonio Garbasso, fisico guelfo e dantista

Antonio Garbasso, Dantean and Guelph physicist

Massimo Mazzoni

Fondazione Osservatorio Ximeniano – Firenze

Riassunto. Antonio Garbasso, fisico piemontese, ma toscano d'adozione, è stato uno scienziato dai molti interessi. Ebbe un ruolo determinante nel panorama della fisica nazionale nei primi decenni del XX secolo, ma fu attivo anche nel campo umanistico e studiò le opere di Dante soprattutto riguardo ai contenuti scientifici. Nell'articolo si esaminano alcune sue conferenze pubbliche sul Poeta e si delinea un profilo del personaggio.

Keywords. Antonio Garbasso, Dante, testi astronomici medievali, fisica fiorentina, idealismo.

Chi fosse entrato nella sala di Dante in Orsanmichele¹ a Firenze per ascoltare la conferenza di quel XXV Aprile 1915 senza conoscere il relatore, molto probabilmente avrebbe pensato, almeno ad un primo ascolto, che fosse un cattedratico di storia antica, o di letteratura classica, o perlomeno di storia dell'arte; ciò appariva del tutto in sintonia con l'argomento dell'intervento – su alcuni commenti, quelli scientifici, alla Divina Commedia – ed inoltre una semiologia anche superficiale avrebbe confermato che si trattava di docente dell'Istituto di Studi Superiori.

In realtà Antonio Garbasso (1871-1933), nato a Vercelli e giunto in città meno di due anni prima, quindi ancora poco conosciuto dalla maggior parte dei fiorentini, non apparteneva affatto all'area umanistica: proveniente dall'Universi-

Abstract. Antonio Garbasso, a physicist from Piedmont but Tuscan by adoption, was a scientist with a multitude of interests. He played a decisive role in the panorama of Italian physics in the early decades of the 20th century but was also active in humanities and studied Dante's works, focusing particularly on their scientific content. The article examines some of his public lectures on the Poet and draws a profile of the man.

Keywords. Antonio Garbasso, Dante, medieval astronomical texts, Florentine physics, idealism.

Anyone who entered Dante's room in Orsanmichele¹ in Florence to listen to the lecture on that XXV April 1915 without knowing the speaker, would most probably have thought, at least initially, that he was a professor of ancient history, or classical literature, or at the very least, the history of art; this seemed entirely in keeping with the subject of the lecture – on certain comments, of a scientific nature, regarding the Divine Comedy – and moreover, even a superficial semiology would have confirmed that he was a lecturer at the Institute of Advanced Studies.



Figura 1. Copertina della pubblicazione con il discorso di Garbasso sulla Divina Commedia (Collezione dell'autore)

Figure 1. Cover of the publication containing Garbasso's speech on the Divine Comedy (Author's Collection)

In reality, Antonio Garbasso (1871-1933), born in Vercelli, had been living in the city for less than two years and was, consequently, still little known to most Florentines. He wasn't actually an academic scholar of humanities. Coming from the University of Genoa, he had assumed the chair of experimental physics, vacated by Antonio Ròiti (1843-1921) from Emilia due to age². This was his second university experience in Tuscany. Having been awarded a professorship in experimental physics and mathematical physics, he had obtained a two-year appointment (1895/97) at the University of Pisa, just before being called as an extraordinary professor by the University of Genoa³. He had delved into the phenomena of electromagnetism and optics, and their relationships through studies of the polarisation of light and discharges in gases. Well versed in both theory and experiments, in the wake of innovations by Maxwell and Röntgen respectively, his main aim in Florence was to implement the laboratories that Ròiti himself and his assistant Luigi Puccianti⁴ (1875-1952) had already equipped, and to provide the Institute with a new, suitable site on Arcetri hill, in place of the cramped spaces shared in the city centre. Already a corresponding fellow of the Accademia dei Lincei and President of the Società italiana di Fisica, Garbasso had a clear scientific vocation and was aware that there was also a need for tangible intervention in the management of research. This was confirmed again a few years later with the construction, again at Arcetri, of a Laboratory of Optics and Precision Mechanics (1918) to address the design and qualification requirements of military equipment⁵. A decade later, the same strong-willed and scientifically far-sighted political vision led him to offer the young Enrico Fermi his first academic position in Italy. Thanks to the

tà di Genova, era divenuto titolare della cattedra di Fisica sperimentale, lasciata libera dall'emiliano Antonio Ròiti (1843-1921) per limiti di età². Si trattava della sua seconda esperienza universitaria in Toscana: conseguita la libera docenza in fisica sperimentale e in fisica matematica, aveva ottenuto un incarico biennale (1895/97) presso l'ateneo pisano, subito prima di essere chiamato come professore straordinario da quello genovese³. Aveva approfondito i fenomeni dell'elettromagnetismo e dell'ottica, e le loro relazioni attraverso studi della polarizzazione della luce e delle scariche nei gas; versato sia nella teoria che negli esperimenti, sulla scia delle novità rispettivamente di Maxwell e di Röntgen, il suo primario obiettivo a Firenze fu quello di implementare i laboratori che già Ròiti stesso e il suo assistente Luigi Puccianti⁴ (1875-1952) avevano attrezzato, nonché di dotare l'Istituto di una nuova adeguata sede sul colle di Arcetri, al posto degli angusti spazi condivisi nel centro della città. Già Linceo corrispondente e presidente della Società italiana di Fisica, Garbasso fu persona dalla chiara vocazione scientifica, consapevole che ci fosse bisogno di concreti interventi anche nella gestione della ricerca. Se ne avrà un'altra conferma pochi anni più tardi, con la realizzazione, sempre ad Arcetri, di un Laboratorio di Ottica e di Meccanica di Precisione (1918) per fare fronte alle esigenze di progetto e qualificazione degli strumenti bellici⁵. Un decennio più tardi la stessa visione politica, volitiva e scientificamente lungimirante, lo indurrà ad offrire al giovane Enrico Fermi la sua prima posizione accademica in Italia. Grazie alla sinergia con un altro fisico-politico, il siciliano Corbino⁶, gli Istituti di fisica di Firenze e di Roma costituirono per oltre un decennio i due 'poli magnetici' della ricerca in fisica nel nostro Paese.

synergy with another physicist-politician, the Sicilian Corbino⁶, the physics institutes of Florence and Rome constituted the two "magnetic poles" of Italian physics research for over a decade.

The figure of the scientist does not, however, end with all this and is worth exploring in the present context, as he also cultivated a deep interest in various aspects of national humanist culture, especially that rooted in Florence, particularly as it matured during the Renaissance. In his inaugural address, he had said:

Those lucky enough to have been born in Tuscany cannot understand all that Florence means to Italians from the other provinces: Florence gave us our language and the poet ... it renewed art and created science, it ensured... the tradition of the past and the hope of the future⁷

This predilection had already manifested itself in the construction of the new Physics Institute, starting with the choice of the location, not far from Galileo's last home and adjoining the Astronomical Observatory; and a lively chromatic echo of Galileo's work can still be found at the Institute. Despite its essential lines, the building expresses some architectural ambitions, with sober inspiration from the typical style of certain Tuscan villas: two short access staircases with a double internal staircase, a simple pronaos, a central cloister with cypresses and a well. The decorations are also uncommon: a theory of bas-reliefs of members of the Accademia del Cimento around the cloister, references to Minerva, classical herms, *Art Nouveau* frescoes evoking both allegories of research and study and Galilean astronomical discoveries⁸. The words used by Garbasso to describe his "*abandoning the model that has become classic for Italian*

Tutto questo comunque non esaurisce la figura dello scienziato, che vale la pena approfondire nel presente contesto, poiché coltivava anche un profondo interesse per molti aspetti della cultura umanistica nazionale, soprattutto per quella con radici fiorentine, in particolare se maturata nel periodo rinascimentale. Nella prolusione del suo insediamento aveva detto:

Chi ebbe la fortuna di nascere in Toscana non può comprendere tutto ciò che Firenze significa per gli Italiani della altre provincie: Firenze ci ha dato la lingua e il poeta...ha rinnovato l'arte e ha creato la scienza, ha assicurato... la tradizione del passato e la speranza dell'avvenire⁷

Tale predilezione si era manifestata già nella costruzione del nuovo Istituto di Fisica a partire dalla scelta del sito, non lontano dall'ultima dimora di Galileo oltre che contiguo all'Osservatorio astronomico; ed infatti nell'Istituto si trova tutt'ora una vivace eco cromatica dell'opera del pisano. Pur nelle sue linee essenziali, l'edificio esprime qualche ambizione architettonica, con sobria ispirazione al tipico stile di certe ville toscane: due brevi scalinate d'accesso con doppio scalone interno, un semplice pronao, chiostro centrale con cipressi e pozzo. Non comuni poi le decorazioni: teoria di bassorilievi di Accademici del Cimento attorno al chiostro, riferimenti a Minerva, erme classiche, affreschi in *Art Nouveau* sia allegorici della ricerca e dello studio, sia evocativi delle scoperte astronomiche galileiane⁸. Difatti le parole che lo stesso Garbasso userà per descrivere il suo «*rinunciare al modello divenuto classico per i laboratori italiani, al modello della caserma tedesca*»⁹, fanno pensare piuttosto alla sede di una scuola di filosofia o ad un atelier d'arte:

*workshops, the German barracks model*⁹, make one think rather of the premises of a school of philosophy or an art studio:

We have raised above the Tuscan hill a Tuscan house... with a spacious, square cloister and a loggia with round arches, like that of the Badia, where Lorenzo the Magnificent sought the demiurge of Plato's Athenian among 15th-century harmonies¹⁰.

The eclecticism of the Piedmontese physicist is evident, but the picture can only be completed with details on Garbasso's public roles. Taking over from Ròiti, he also became Director of the Physics Cabinet and the Museum of Ancient Instruments of Physics and Astronomy, in the same way that he would later become Director of the Geophysical Observatory. Moreover, as an active participant in the city's political life, he did not remain unknown to the Florentines for long, so much so that in the elections of 1920 he was voted in as mayor, the candidate of the conservative Blocco Nazionale coalition, antagonistic to the mainstream parties. Among the hopes of those who supported traditional values and culture¹¹. Today, a century later, the character has almost been forgotten, apart from biographical data and official assignments, so let us trace a brief profile.

From Natural Philosophy to the Philosophy of Nature

As is well known, in 1687, Newton agreed to publish the *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, thanks to the interest, also on a financial level, of his friend Sir Edmund Halley;

Abbiamo levato sopra il colle toscano una casa toscana... con chiostro quadro e spazioso, e un loggiato con gli archi a pieno sesto, come quello della Badia, dove Lorenzo il Magnifico cercava, tra le armonie quattrocentesche, il demiurgo di Platone Ateniese¹⁰.

Appare evidente l'eclitticità del fisico piemontese, ma manca ancora qualcosa per completare il quadro, ossia i ruoli pubblici di Garbasso. Subentrando a Ròiti, il Direttore del Gabinetto di Fisica lo divenne anche del Museo degli antichi strumenti di Fisica ed Astronomia, così come poi lo sarà dell'Osservatorio Geofisico. Inoltre, partecipando attivamente alla vita politica cittadina, non restò sconosciuto a lungo ai fiorentini, tanto che alle elezioni del 1920 venne eletto Sindaco come candidato dello schieramento conservatore Blocco Nazionale, antagonista ai partiti di massa. Tra gli auspici di chi sosteneva i valori e la cultura tradizionali¹¹. Oggi, un secolo dopo, il personaggio è quasi dimenticato, al di là dei dati biografici e degli incarichi ufficiali, quindi ne tracciamo adesso un breve profilo.



Figura 2. Garbasso nell'ufficio di Sindaco di Firenze, metà degli anni '20. (Archivio Storico del Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Firenze).

Figure 2. Garbasso in the office of the Mayor of Florence in the mid-1920s. (Historical Archive of the Department of Physics and Astronomy, University of Florence).

Dalla Filosofia naturale alla Filosofia della natura

Come è noto, nel 1687 Newton acconsenti a pubblicare i *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, grazie all'interessamento, anche economico, dell'amico Sir Edmund Halley; «filosofia naturale», così si chiamava la scienza della natura, e la fisica in particolare, prima che verso la metà del XIX secolo fosse coniata in Inghilterra la parola *scientist*, in analogia con *artist*.¹² Nel caso di Garbasso, la vecchia terminologia sarebbe stata più adatta di quella attualmente corrente, per sottolineare la sua attitudine a fondere il sapere scientifico con quello umanistico. Una precoce dimostrazione di tale sincretismo si trova già in una sua pubblicazione del 1910, apparsa quando era ancora all'Università genovese: è dedicata al matematico Vito Volterra, al frontespizio riporta un'epigrafe in greco di Plutarco e nell'occhietto una frase dell'allievo di Galilei, Vincenzo Viviani. Il titolo esprime nitidamente la convinzione di fondo: *Fisica d'oggi – Filosofia di domani*,¹³ quasi a delineare un naturale, o almeno auspicabile, percorso evolutivo nell'approccio alla conoscenza del mondo; non per nulla, nella prefazione Garbasso afferma:

Fisici e matematici, e i primi più che i secondi, tornano ad occuparsi da qualche decennio di questioni generali; fenomeno certamente gradito e salutare per lo sviluppo ulteriore delle scienze fisiche.

Come dire che l'aprirsi delle scienze esatte alla speculazione filosofica infondo torna a vantaggio delle scienze stesse. Ciò non significava sottovalutare i cardini della fisica, il cui progresso può realizzarsi soltanto “*col sussidio inscindibile dell'e-*

“natural philosophy” was the name given to the science of nature, and physics in particular, before the word *scientist* was coined in England, in analogy with *artist*, in the mid-19th century.¹² In the case of Garbasso, the old terminology would have been more suitable than that currently in use, to emphasise his aptitude for merging scientific and humanistic knowledge. An early demonstration of this syncretism can already be found in one of his publications from 1910, which appeared when he was still at the University of Genoa: dedicated to the mathematician Vito Volterra, on the title page it bears an epigraph in Greek by Plutarch, while the half-title features a sentence by Galilei's pupil Vincenzo Viviani. The title clearly expresses the underlying conviction: *Fisica d'oggi – Filosofia di domani* (Today's Physics – Tomorrow's Philosophy), as if outlining a natural, or at least desirable, evolutionary path in the approach to knowledge of the world; not for nothing does Garbasso state in the preface:¹³

Physicists and mathematicians, and the former more than the latter, have been returning to general questions for a few decades now; a phenomenon that is certainly welcome and healthy for the further development of the physical sciences.

In other words, the opening up of the exact sciences to philosophical speculation ultimately benefits the sciences themselves. This did not mean underestimating the cornerstones of physics, the progress of which can only be achieved “*with the inseparable aid of experiment and calculation*”¹⁴, but the concepts, particularly those newly acquired, must be framed within a more general understanding; the task of stimulating the deepening of the theory of knowledge

*sperimento e del calcolo*¹⁴, ma se ne devono inquadrare i concetti, in particolare quelli di recente acquisizione, in una comprensione più generale; il compito di stimolare verso l'approfondimento della teoria della conoscenza è una missione della quale i docenti di scienze devono farsi carico, particolarmente in quei giorni nei quali, per programmazione ministeriale, *“gli sviluppi matematici sono stati sostituiti con una serie di lezioni su la cultura ellenica”*¹⁵. Per rendersi conto dell'impostazione del libro, che resta comunque un testo di fisica, basta ricordare alcuni paragrafi: “La termodinamica e la nozione del tempo”, “L'ottica e la nozione dello spazio”, “I modelli e la logica”, “L'applicazione del calcolo alle scienze morali”, ecc., capitoli che sono arricchiti da numerose citazioni originali in latino, greco, tedesco, e francese: l'inglese non aveva ancora stabilito il suo dominio nelle comunicazioni scientifiche, un secolo fa. Le pagine sulla termodinamica iniziano citando Plotino, poi Platone, Aristotele, sant'Agostino, Duns Scoto e Cartesio per giungere infine, attraverso Newton e Kant, alle macchine a vapore, a Helmholtz e alle equazioni dell'entropia. Ma moltissimi altri protagonisti del sapere in tutte le sue forme, da Cicerone a Darwin, trovano spazio nelle pagine dell'opera. Del resto la relazione su Dante era iniziata con delle considerazioni su una rappresentazione tolemaica dei cieli presente nel cimitero di Pisa, dove è conservata la famosa lampada delle oscillazioni isocrone di Galileo. L'affresco era stato eseguito dal pittore trecentesco Pietro di Puccio da Orvieto, artista certo non molto famoso nei ceti di media o anche buona cultura, ma la sua descrizione dà a Garbasso lo spunto per illustrare la visione cosmologica dell'uomo del basso medioevo, e confrontarla, con qualche disappunto, con la mente filosofica dell'uomo a lui

is a mission that must be shouldered by science teachers, particularly at a time when, due to ministerial planning, *“mathematical developments have been replaced with a series of lectures on Hellenic culture”*¹⁵. To appreciate the approach of the book, which is still a physics text, one need only recall a few paragraphs: “Thermodynamics and the Notion of Time”, “Optics and the Notion of Space”, “Models and Logic”, “The Application of Calculus to the Moral Sciences”, etc., chapters that are enriched by numerous original quotations in Latin, Greek, German, and French: English had not yet established its dominance in scientific communications a century ago. The pages on thermodynamics begin by quoting Plotinus, then Plato, Aristotle, St. Augustine, Duns Scotus and Descartes, finally arriving, via Newton and Kant, at steam engines, Helmholtz and the equations of entropy. But many other protagonists of knowledge in all its forms, from Cicero to Darwin, find space in the pages of the work. After all, the report on Dante had begun with remarks on a Ptolemaic representation of the heavens in the cemetery in Pisa, where Galileo's famous isochrone oscillation lamp is preserved. The fresco had been painted by the 14th-century painter Pietro di Puccio da Orvieto, an artist admittedly not very famous in the middle or even well-educated classes, but his description gave Garbasso the cue to illustrate the cosmological vision of man in the late Middle Ages, and to compare it, with some disappointment, with the philosophical mind of man in his day, which unfortunately *“stems to a small extent from the Renaissance, and mostly from the French Revolution”*.

From Galileo to Dante

contemporaneo, che purtroppo «*deriva in piccola parte dal Rinascimento, e per la parte maggiore procede dalla rivoluzione francese*».

Da Galileo a Dante

Già prima di unirsi all'Istituto di Studi Superiori, Garbasso aveva avuto occasione di occuparsi delle vicende di Galileo Galilei, fondatore della moderna scienza sperimentale ed oltretutto toscano, ulteriore merito agli occhi del Nostro; però i saggi relativi vedranno la luce molto più tardi, non casualmente nel 1927, anno nel quale sorse l'Istituto Nazionale di Storia della Scienza, nato anch'esso su iniziativa del fisico piemontese e dal quale deriva l'attuale Museo Galileo a Firenze. Tuttavia il grande scienziato pisano non poteva non comparire nel discorso in Orsanmichele quando, nel delineare brevemente il percorso del pensiero scientifico dall'antichità all'era moderna, e dopo aver definito, con un certo sarcasmo, certi «*teologi del medioevo liberi agitatori di idee più che scienziati*»¹⁶, riferendosi specialmente a Tommaso d'Aquino e a Guglielmo d'Ockam, concede loro di avere almeno favorito l'avvento del Rinascimento. Anche per Galileo si può e si deve cercare un precedente:

Perché Galileo potesse insegnare come si risolvono i problemi della natura, era necessario che prima qualcuno quei problemi avesse posto. E si comprende che gli uomini di scienza ... domandino con interesse come è germinato questo fiore. E si comprende che lo domandino al più alto ingegno del medioevo, a Dante Alighieri.

Even before he joined the Istituto di Studi Superiori, Garbasso had already had the opportunity to study the work of Galileo Galilei, the founder of modern experimental science and, moreover, a native of Tuscany, an added bonus in Garbasso's eyes. But his essays were published much later, not by coincidence in 1927, the year in which the Istituto Nazionale di Storia della Scienza (National Institute of the History of Science) was founded, also on the initiative of the Piedmontese physicist and from which the current Museo Galileo in Florence originated. Nevertheless, the great Pisan scientist could not fail to appear in the speech in Orsanmichele when, in briefly outlining the path of scientific thought from antiquity to the modern age, and after having defined, with a touch of sarcasm, certain "*Medieval theologians, free agitators of ideas rather than scientists*"¹⁶, referring particularly to Thomas Aquinas and William Ockam, he concedes that they had at least favoured the advent of the Renaissance. A precedent can and must also be found for Galileo:

In order for Galileo to teach us how to solve the problems of nature, someone had to have first asked about those problems. And it is understandable that men of science ... ask with interest how this flower germinated. And it is understandable that they should ask the most gifted genius of the Middle Ages, Dante Alighieri.

Now that Galileo has led us back to the Divine Poet, the "*Lectura Dantis*" enters into the specifics; many of the topics and controversial points subsequently addressed by Garbasso had already fuelled lively debates in the past, such as the enigmatic "*four stars / ne'er seen*

Adesso che Galileo ci ha ricondotti al Divin Poeta, la ‘*Lectura Dantis*’ entra nello specifico; molti degli argomenti e dei punti controversi che Garbasso affronta nel seguito avevano già alimentato vivaci dibattiti nel passato, come le enigmatiche «*quattro stelle / non viste mai fuor ch’alla prima gente*» del Purgatorio, che anch’egli risolve col moto di precessione della Terra. La conferenza inizia proprio da ciò che fu al centro di due interventi galileiani all’Accademia fiorentina nel 1588: “*Lezioni circa la figura, sito e grandezza dell’inferno di Dante*”. Perché, seppure Garbasso ricordi l’affermazione della critica dantesca che il Poeta, quanto a scienza, «*non ci può dare più che l’età sua non consentisse*», ad essa contrappone il famoso incipit del Convivio: «*La scienza è l’ultima perfezione de la nostra anima*». Pensiero confermato in molte opere, che dunque possono essere lette anche secondo quest’ottica, e all’occorrenza farne oggetto di calcolo e verifica.

È proprio il caso del *re dell’Inferno*, Lucifero, quando nell’ultimo canto dell’Inferno appare emergendo dal ghiaccio del lago Cocito: le sue spaventose dimensioni sono tali che Dante ricorre a delle similitudini geometriche per dare un’idea quantitativa della sua grandezza. Non entriamo nello specifico, ma convertendo la poesia in aritmetica, il risultato di tali calcoli e la loro affidabilità furono esaminati appunto da Galileo che riprese e convalidò le precedenti stime del rinascimentale Antonio Manetti¹⁷, poi però confutate da altri esegeti, tra i quali Alessandro Vellutello¹⁸ che proponeva una diversa ricostruzione. Era stato proprio per dirimere questa controversia che l’Accademia si era rivolta a Galileo. Garbasso entra nella polemica con un procedimento analitico, come fosse una dimostrazione matematica, come di fatto lo è, argomentando nel dettaglio e sostenendo le ragioni di

before save by the primal people” in Purgatory, which he also resolves with the Earth’s precession motion. The lecture begins with what was the focus of two Galilean lectures at the Florentine Academy in 1588: “Lectures on the figure, location and size of Dante’s inferno”. Because, although Garbasso recalls the statement by Dante’s critics that the Poet, as far as science is concerned, “cannot give us more than his age would allow”, he contrasts it with the famous incipit of the Convivio: “Science is the ultimate perfection of our soul”. This thought is confirmed in many works, which can therefore also be read from this perspective and, if necessary, made the subject of calculation and verification.

This is precisely the case with the king of Hell, Lucifer, when in the last canto of the Inferno he appears emerging from the ice of Lake Cocito: his frightening size is such that Dante resorts to geometrical similes to give a quantitative idea of his magnitude. We won’t go into the specifics, but by converting poetry into arithmetic, the result of these calculations and their reliability were examined by Galileo, who took up and validated the previous renaissance estimates of Antonio Manetti¹⁷, which were later refuted by other exegetes, including Alessandro Vellutello¹⁸, who proposed a different reconstruction. It was precisely to settle this dispute that the Academy had turned to Galileo. Garbasso approached the controversy from an analytical angle, as if it were a mathematical demonstration, as in fact it is, arguing in detail and supporting the rationale of Galileo, and of Manetti, against Vellutello. Of course, he also tackled another great vexation of Dante’s critics: the initial date of the otherworldly voyage, in relation to which the historical information and the information on celestial phenomena contained in



Figura 3. Incisione da *Nova esposizione alla Comedia di Dante* (1544) di Alessandro Vellutello (Collezione Tiezzi). *Paradiso*, Canto XXVII. La storia dell'astronomia attribuisce all'inglese Thomas Digges la prima rappresentazione copernicana di un Cosmo infinito con infinite stelle (1576). Invece, come è evidente, fu anticipato di oltre trent'anni dall'italiano Vellutello.

Figure 3. Etching from *Nova esposizione alla Comedia di Dante* (1544) by Alessandro Vellutello (Tiezzi Collection). *Paradiso*, Canto XXVII. The history of astronomy attributes the first Copernican representation of an infinite Cosmos with infinite stars to the Englishman Thomas Digges (1576). However, as is evident, he was preceded by the Italian Vellutello by over thirty years.

the *Commedia* seem to highlight an irreconcilable discrepancy. The physicist's explanation for this, based on a possible misunderstanding originating from certain ephemeris tables from the beginning of the 14th century, appears less convincing and it would seem more appropriate to adhere to more recent literature, such as that indicated in the notes to this paper. A complete and accepted clarification of the chronological question is not yet available.

Further mathematical issues do not escape Garbasso's attention, despite their minor, even incidental importance. Such as when Venus is placed in the third epicycle in the eighth canto of *Paradise*. But as the motion of the Moon, which is a satellite for us but is really a planet in the Ptolemaic system, has no retrograde motion effects, it does not need the epicycle mechanism and so Cynthia's should be the second. Yet there are no errors, in Dante's careful astronomy, other than those of his own time. Clarification of the apparent oversight is gained by reading the *Almagest*, as suggested by the astronomer Lorenzoni¹⁹, and from a secondary motion of the Moon reported in it. Garbasso also refers to Lorenzoni to determine the cone of shadow cast by the Earth with respect to sunlight, and so "shed light" on another tercet of *Paradise*. In actual fact, it is highly likely that Dante had no knowledge of the *Almagest*, as he quotes Ptolemy several times, but never mentions this key work. Almost certainly, his celestial knowledge originated from one of the many simplified versions compiled by translators, including Italians, who worked at the school of Toledo, as also suggested by Garbasso. He poses the problem of the astronomical texts available at the time, many of which came from the "al-Andalus" region, i.e. Islamic Spain. However, today

Galileo, e del Manetti, contro Vellutello. Naturalmente non rinuncia a cimentarsi pure in un altro grande rovello dei critici danteschi: la data iniziale del viaggio ultraterreno, per stabilire la quale le informazioni storiche e quelle sui fenomeni celesti, contenute nella *Commedia*, sembrano mettere in evidenza un'insanabile discrepanza. Su questo problema la spiegazione del fisico, che si basa su un possibile equivoco originato da certe tavole di effemeridi di inizio '300, appare meno convincente e conviene piuttosto attenersi a letteratura più recente, come quella indicata nelle note a questo scritto. Peraltro, un chiarimento completo e condiviso della questione cronologica non è ancora disponibile.

Ulteriori questioni matematiche non sfuggono all'attenzione di Garbasso, anche se di minor rilievo, anche se incidentali. Come quando Venere viene collocata, nell'VIII canto del Paradiso, nel terzo epiciclo. Ma poiché il moto della Luna, satellite per noi, ma pianeta a tutti gli effetti nel sistema tolemaico, non presenta effetti di moto retrogrado, non ha bisogno del meccanismo dell'epiciclo e così quello di Cinzia dovrebbe essere il secondo. Eppure non ci sono errori, nell'attenta astronomia di Dante, se non quelli del suo tempo: il chiarimento dell'apparente svista si ottiene dalla lettura dell'*Almagesto*, come aveva suggerito l'astronomo Lorenzoni¹⁹, e da un moto secondario della Luna ivi denunciato. Garbasso si rifà a Lorenzoni anche per determinare il cono d'ombra gettato dalla Terra rispetto alla luce solare, e così 'gettare luce' su un'altra terzina del Paradiso. In realtà è molto probabile che Dante non conoscesse l'*Almagesto*, poiché cita più volte Tolomeo, ma mai menziona quell'opera fondamentale. Quasi sicuramente, dunque, le sue conoscenze celesti derivarono da una delle tante versioni semplificate compilate

the physicist's conclusions have been confirmed and, above all, extended by the article referred to in footnote 16.

There is no doubt that Garbasso appreciated Dante's composition in its poetic entirety²⁰, but by prioritising quantitative aspects, those most congenial to him, he reveals his rather concrete approach to the Poem, as indeed was his vision of the world. It is clear that this attitude does not seem easily reconcilable with a philosophy that seeks the reduction of all sensible experience to consciousness, negating the autonomous existence of reality. If, as the philosophical current of idealism maintains, the world is a projection (a hypothesis? an extrapolation? a reflection?) produced by the activity of consciousness in human beings, then the role of the physicist must also be rethought. But Garbasso was a man of few second thoughts, so his paper ends with words of outright rejection of idealism and of disdain for the German people.

From praise to criticism

It is more than fitting to open a parenthesis on the physicist's appreciation of Dante's works, for if one reads *La visione cromatica di Dante*, the statement "To make Dante a scientist and a forerunner would be absurd... the poet's scientific culture appears, even on cursory examination, petty and antiquated...". Drastic. The claim is documented by comparing the tercets with the original texts: the poet's astronomical knowledge descends from that of Ptolemy and Aristotle (*De Coelo*), some concepts of physics from Lucan, a 1st century Roman

dai traduttori, anche italiani, che lavorarono alla scuola di Toledo, come suggerisce anche Garbasso. Il quale si pone il problema dei testi di astronomia reperibili all'epoca, molti dei quali provenivano appunto dalla regione "al-Andalus", cioè dalla Spagna islamica; comunque oggi le conclusioni del fisico sono state confermate e soprattutto estese dall'articolo riferito nella nota 16.

Non c'è dubbio che Garbasso apprezzasse nella sua intelligenza poetica la composizione di Dante²⁰, ma privilegiando gli aspetti quantitativi, cioè a quelli a lui più congeniali, egli rivela di avere verso il Poema un approccio piuttosto concreto, come del resto lo fu la sua visione del mondo. È chiaro che questa attitudine non appare facilmente conciliabile con una filosofia che voglia la riduzione di ogni esperienza sensibile alla coscienza, negando esistenza autonoma alla realtà. Se, come sostiene la corrente filosofica dell'idealismo, il mondo è una proiezione (un'ipotesi? un'estrapolazione? un riflesso?) prodotta dall'attività della coscienza negli esseri umani, allora occorre ripensare anche il ruolo del fisico. Ma Garbasso fu uomo di pochi ripensamenti, e così la sua relazione si chiude con parole di netto rifiuto dell'idealismo, e di disistima verso il popolo tedesco.

Dalle lodi alle critiche

È più che opportuno aprire una parentesi sull'apprezzamento del fisico verso le opere di Dante, perché se si legge *La visione cromatica di Dante*, appena ricordata, si trova subito l'affermazione: «*Fare di Dante uno scienziato e un precursore sarebbe*

poet, meteorology from Aristotle's *Meteors*, optics from Euclid, some verses of biology from Thomas Aquinas, hints of entomology again from Aristotle or perhaps Ovid. One could go on. Yet a few pages further on, here are the praises to the poet Dante mentioned previously. How are the two opinions reconciled? On closer inspection, they are not two contradictory assessments. Quite simply, the scientist Garbasso does not forgive all commentators who merely make the assumption on the basis of a few lines that Dante predicted discoveries or laws that were only to be found in later centuries. Instead, he wants it to be honestly admitted that the Florentine saw and understood only what "other men, so much lesser than himself" saw and understood. Science is a serious practice, not a gift of chance or imagination. In short, *Unicuique suum*.

The (also) quantitative reading of the *Divine Comedy* reflected a transition underway in physics: in the period under consideration, i.e. the first two to three decades of the 20th century, theoretical and experimental innovations re-proposed the approach already affirmed by Galileo in the *Saggiatore* (1623) with the famous words:

Philosophy is written in this great book that is constantly open before our eyes (I say the universe), but it cannot be understood without first learning to understand the language and the characters in which it is written. It is written in mathematical language...

In the centuries that followed, however, the analytical approach to this science had taken a back seat, and in fact there had been a decoupling of the experimental sciences and their

assurdo... la cultura scientifica del poeta appare, anche ad un esame sommario, meschina ed antiquata...». Drastico. L'affermazione viene documentata confrontando le terzine con i testi originali: il sapere astronomico del Poeta discende da quello di Tolomeo e di Aristotele (*De Coelo*), qualche concetto di fisica da Lucano, poeta romano del I secolo, la meteorologia dalle *Meteore* di Aristotele, l'ottica da Euclide, alcuni versi di biologia da Tommaso d'Aquino, cenni di entomologia di nuovo da Aristotele o forse da Ovidio. Si potrebbe continuare. Eppure poche pagine più avanti, ecco le lodi al poeta Dante già ricordate. Come si conciliano i due giudizi? Ad un'analisi più attenta non si tratta di due valutazioni contraddittorie: semplicemente lo scienziato Garbasso non perdona tutti i commentatori che solo in base a qualche verso intuiscano che Dante abbia anticipato scoperte o leggi proprie solo dei secoli successivi. Vuole invece che onestamente si ammetta che il fiorentino abbia veduto e capito solo ciò che videro e capirono «*altri uomini, tanto minori di lui*». La scienza è una pratica seria, non un dono del caso o della fantasia. *Unicuique suum*, insomma.

La lettura (anche) quantitativa della *Divina Commedia* rifletteva una transizione in corso nella fisica: nel periodo che stiamo considerando, ossia nei primi due-tre decenni del secolo XX, novità teoriche e sperimentali ripropongono quell'approccio già affermato da Galileo nel Saggiatore (1623) con le famose parole:

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica...

mathematical description. Fermi would become the standard-bearer of theoretical physics in Italy, and some mathematical physicists would begin to develop models for what was measured in the laboratories, but Garbasso had already, more than a decade earlier, railed against the, shall we say, lack of ambition of some schools of physics:

Physicists have disapproved of the use of mathematics, and as a necessary consequence have lost that nobility of thought and rigour of speculation, which is the exclusive privilege of spirits who are curious about nature and are mathematically educated.

The school ... in France and partly that ... in Germany, remain as a document of the constitutional impotence of research limited to narrow, crude empiricism²¹

A few days after this conference, Italy formed an alliance with the forces of the Triple Entente, and in May, Antonio Garbasso joined the front lines of the battle on the Isonzo, holding the rank of lieutenant in the Engineer Corps, to counter the Austro-Hungarian offensive. Already 44 years old, he had left as a volunteer with the aim of testing a new procedure for detecting enemy batteries hidden from view, using devices he had designed himself. The technique was called phonotelemetry and consisted of an "acoustic triangulation" based on delay times and achieved by simultaneously measuring the arrival time of the sound of the gunshot at detectors in different locations²². While the concept is simple, its application is definitely not, if one imagines it being implemented during the din of combat.²³ The conception of the method earned him promotion to the rank of Major of the Engineer Corps.

Però nei secoli seguenti l'impostazione analitica di questa scienza era passata un po' in secondo piano, e di fatto si era assistito ad una scollatura tra scienze sperimentali e loro descrizione matematica. Fermi diverrà l'alfiere della Fisica teorica in Italia, e alcuni fisici matematici inizieranno a sviluppare modelli per ciò che si misura nei laboratori, ma già oltre un decennio prima Garbasso si era scagliato contro la, diciamo così, mancanza di ambizione di alcune scuole di fisica:

I fisici hanno disappreso l'uso delle matematiche, e per conseguenza necessaria hanno perduto quella nobiltà di pensiero e quel rigore insieme di speculazione, che è privilegio esclusivo degli spiriti curiosi della natura e matematicamente educati. La scuola ... in Francia e in parte quella ... in Germania, rimangono come un



Figura 4. Antonio Garbasso al fronte nord orientale, località non precisata (1916). (Archivio Storico del Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Firenze).

Figure 4. Antonio Garbasso in an unknown location at the north eastern front(1916). (Historical Archive of the Department of Physics and Astronomy, University of Florence).

documento dell'impotenza costituzionale di una ricerca limitata allo stretto e grossolano empirismo²¹

Pochissimi giorni dopo questa conferenza, l'Italia si alleò con le forze della Triplice Intesa e a maggio Antonio Garbasso raggiunse il fronte bellico sull'Isonzo, con il grado di tenente del genio, proprio per contrastare l'offensiva austro-ungarica. Avendo già 44 anni, era partito come volontario con lo scopo di testare una nuova procedura di individuazione di batterie nemiche nascoste alla vista, grazie ad apparecchi da lui stesso progettati. La tecnica si chiamava fonotelemetria e consisteva in una "triangolazione acustica" costruita sui tempi di ritardo e realizzata attraverso la misura contemporanea del tempo di arrivo del rumore di uno sparo, l'*onda di bocca*, a rilevatori in postazioni diverse²². Se il concetto è semplice, la sua applicazione assolutamente no, quando la si immagina condotta durante il frastuono del combattimento²³. L'ideazione del metodo gli valse la promozione al grado di maggiore del genio.

Infondo anche questo episodio caratterizza il complesso personaggio dello scienziato: fisico teorico di scuola tradizionale aperto però alle innovazioni della Meccanica quantistica, politico impegnato nell'ambito della ricerca così come degli affari cittadini, gioco del calcio compreso, fiero paladino della cultura e della storia italiane, critico letterario, filosofico e delle arti, pronto a mettersi al servizio della Patria, se necessario. Polemista, certo. E uomo d'ordine. Proprio quest'ultimo tassello ne ha opacizzata la memoria, a causa della sua parziale contiguità con il regime fascista, lasciando così ancora sfumati molti aspetti. La storia della

In the end, this episode also characterises the complex character of the scientist: a theoretical physicist from the traditional school who was, however, open to the innovations of Quantum Mechanics, a politician involved in research as well as in town affairs, including football, a proud champion of Italian culture and history, a literary, philosophy and arts critic, ready to put himself at the service of the fatherland if necessary. He was undoubtedly a polemicist. And a man of order. It is precisely this last element that has dulled his memory, due to his partial contiguity with the fascist regime, leaving many aspects still blurred. The history of science and of the city of Florence, however, demand that we now begin to better clarify Garbasso's role.

Notes

¹ The title of the contemporary publication is ("Conferenza letta da Antonio Garbasso nella Sala Dante di Orsanmichele, *La Divina Commedia nei commenti degli scienziati italiani*", Sansoni, Florence, 1915) which contains Garbasso's intervention. In actual fact, the Sala di Dante is in the 14th century Palazzo dell'Arte della Lana, seat of the Società Dantesca Italiana since 1904 and adjacent to the building of Orsanmichele, to which it is linked by an inclined overpass.

² For more about Ròiti, see the recent contribution by: Selleri, S. (2019), *Antonio Ròiti*, Il Colle di Galileo, Vol. 8, no. 1.

scienza e della città di Firenze esigono però che adesso si inizi a chiarire meglio il ruolo di Garbasso.

Note

¹ Così riporta il titolo della pubblicazione coeva (“Conferenza letta da Antonio Garbasso nella Sala Dante di Orsanmichele, *La Divina Commedia nei commenti degli scienziati italiani*”, Sansoni, Firenze, 1915) che contiene l’intervento di Garbasso. In realtà la Sala di Dante si trova nel trecentesco Palazzo dell’Arte della Lana, che dal 1904 è sede della Società Dantesca Italiana ed è adiacente all’edificio di Orsanmichele, al quale è collegato da un cavalcavia rampante.

² Su Ròiti si veda il recente contributo: Selleri, S. (2019), *Antonio Ròiti*, Il Colle di Galileo, Vol. 8, n. 1.

³ Per la biografia scientifica di Garbasso, così come per lo sviluppo della Fisica accademica fiorentina a partire proprio da quel periodo, si rimanda a Casalbuoni, R., Dominici, D., Mazzoni, M. (2021), *Lo spirito di Arcetri*, Firenze University Press, Firenze e alla bibliografia ivi contenuta.

⁴ Laureato a Pisa, assistente di Ròiti dal 1900, Puccianti nel 1915 si sposta da Firenze a Genova per occupare proprio la cattedra che era stata di Garbasso.

⁵ Casalbuoni, R. et al., *op. cit.*, Appendice 2.

⁶ Orso Mario Corbino (1876-1937) ordinario di Fisica sperimentale all’Università degli Studi di Messina (1905), poi a Roma (1908) per la Fisica complementare. Direttore dell’Istituto dal 1918. Senatore (1920) come sarà Garbasso (1924), nel 1921-1922 è Ministro della Pubblica Istruzione, per ricoprire in seguito altri incarichi governativi. Nel 1926 fa istituire a Roma la prima cattedra in Italia di Fisica teorica, sulla quale si trasferisce Fermi.

³ For Garbasso’s scientific biography, as well as the development of Florentine academic physics from that time onwards, see Casalbuoni, R., Dominici, D., Mazzoni, M. (2021), *Lo spirito di Arcetri*, Florence University Press, Firenze and the relative bibliography.

⁴ A graduate of the University of Pisa and assistant to Ròiti from 1900, Puccianti moved from Florence to Genoa in 1915 to occupy the chair that had previously belonged to Garbasso.

⁵ Casalbuoni, R. et al., *op. cit.*, Appendice 2.

⁶ Orso Mario Corbino (1876-1937) Full Professor of experimental physics at the University of Messina (1905), then in Rome (1908), where he taught Complementary Physics. Head of the Institute from 1918. Senator (1920), like Garbasso (1924), in 1921-1922, he was Minister of Public Education and subsequently held other government offices. In 1926, he set established the first chair of theoretical physics in Italy in Rome, which Fermi transferred to.

⁷ *Scienza realistica*, (1913) in Garbasso, A. (1934), *Scienza e Poesia*, edited by J. De Blasi, Le Monnier, Florence.

⁸ Mazzoni, M., Alvisi, S. (2012), *Un’astronomica “Bibbia dei poveri”*, *Giornale di Astronomia*, Vol. 38, no.1.

⁹ *La tradizione del pensiero toscano*, (1916) in Garbasso, A. (1934), *Scienza e Poesia*, *op. cit.*

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ Pistelli, E. (1921), *Per la Firenze di Dante*, Sansoni ed., Florence. Pistelli, a papyrologist and philologist, was a lecturer in classical literature at the Istituto di Studi Superiori.

¹² The neologism is owed to the multi-talented Anglican Rev. William Whewell (1794-1866), lecturer

⁷ *Scienza realistica*, (1913) in Garbasso, A. (1934), *Scienza e Poesia*, a cura di J. De Blasi, Le Monnier, Firenze.

⁸ Mazzoni, M., Alvisi, S. (2012), *Un'astronomica "Bibbia dei poveri"*, *Giornale di Astronomia*, Vol. 38, n.1.

⁹ *La tradizione del pensiero toscano*, (1916) in Garbasso, A. (1934), *Scienza e Poesia*, op. cit.

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ Pistelli, E. (1921), *Per la Firenze di Dante*, Sansoni ed., Firenze. Pistelli, papirologo e filologo, fu docente di letteratura classica all'Istituto di Studi Superiori.

¹² Il neologismo si deve al poliedrico anglicano Rev. William Whewell (1794-1866), docente al Trinity College, che lo conio in un articolo del 1834.

¹³ Garbasso, A. (1910), *Fisica d'oggi, Filosofia di domani*, Libreria Editrice Milanese, Milano.

¹⁴ *Ibidem*. Per le capacità di inquadramento teorico di certi fenomeni atomici spettroscopici, si leggano i suoi contributi alle *Memorie* della Reale Accademia delle Scienze di Torino, anni 1903-1904, e 1911-1912.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ *La Divina Commedia nei commenti*.. di cui alla nota 1. Salvo diversa indicazione, tutte le citazioni seguenti devono intendersi tratte da questa pubblicazione.

¹⁷ Architetto e matematico fiorentino (1423-1497) che oltre un secolo dopo Dante, e subito prima della diffusione della stampa a caratteri mobili, studiò e trascrisse molti dei testi astronomici che il Poeta aveva consultato. Per la formazione astronomica di Dante, si rimanda a Dilaghi Pestellini E., Mazzoni M. (2022), *Fonti di Astronomia negli anni di Dante*, *Giornale di Astronomia*, Vol. 48, n. 4.

¹⁸ Alessandro Vellutello (1473-?), scrittore lucchese commentatore di Virgilio, Dante e Petrarca. Autore di una accurata e non convenzionale cinquecentesca della *Divina Commedia*, celebre per l'apparato iconografico.

¹⁹ Giuseppe Lorenzoni (1843-1914) ingegnere ed astronomo veneto, direttore dell'Osservatorio di Padova.

at Trinity College, who coined it in an article in 1834.

¹³ Garbasso, A. (1910), *Fisica d'oggi, Filosofia di domani*, Libreria Editrice Milanese, Milan.

¹⁴ *Ibidem*. For his theoretical framing of certain spectroscopic atomic phenomena, read his contributions to *Memorie* della Reale Accademia delle Scienze di Torino, 1903-1904 and 1911-1912.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ *La Divina Commedia nei commenti*.. as indicated in note 1. Unless otherwise indicated, all the following quotations are to be understood as taken from this publication.

¹⁷ A Florentine architect and mathematician (1423-1497) who, more than a century after Dante and just before the spread of movable type printing, studied and transcribed many of the astronomical texts consulted by the Poet. For more on Dante's astronomical education, see Dilaghi Pestellini E., Mazzoni M. (2022), *Fonti di Astronomia negli anni di Dante*, *Giornale di Astronomia*, Vol. 48, no. 4.

¹⁸ Alessandro Vellutello (1473-?), writer from Lucca, commentator of Virgil, Dante and Petrarch. Author of an accurate and unconventional 16th century publication on the *Divine Comedy*, famous for its iconographic apparatus.

¹⁹ Giuseppe Lorenzoni (1843-1914) engineer and astronomer from Veneto, director of Padua Observatory.

²⁰ *La visione cromatica di Dante*, (1912) in Garbasso, A., *Scienza e Poesia*, op. cit.

²¹ Garbasso, A. (1910), *Fisica d'oggi, Filosofia di domani*, op. cit.

²² *La fonotelemetria*, in Garbasso, A., *Scienza e Poesia*, op. cit.

²³ Del Lupo, L. (1926), *Osservazione fonotelemetrica*, Arti Grafiche Pinnarò, Rome.

²⁰ *La visione cromatica di Dante*, (1912) in Garbasso, A., *Scienza e Poesia*, op. cit.

²¹ Garbasso, A. (1910), *Fisica d'oggi, Filosofia di domani*, op. cit.

²² *La fonotelemetria*, in Garbasso, A., *Scienza e Poesia*, op. cit.

²³ Del Lupo, L. (1926), *Osservazione fonotelemetrica*, Arti Grafiche Pinnarò, Roma.

Massimo Mazzoni, astronomo, è stato ricercatore al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze. Ha collaborato fin dalla sua costruzione all'antenna interferometrica europea Ego Virgo – INFN per la rivelazione delle onde gravitazionali, ed ha anche diretto il laboratorio di spettroscopia XUV dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri per la misura di parametri stellari. Si interessa alla storia della Fisica e dell'Astronomia italiane dei secoli XIX e XX.

Massimo Mazzoni, astronomer, was a researcher at the Department of Physics and Astronomy at the University of Florence. He worked on the European interferometric antenna Ego Virgo – INFN for the detection of gravitational waves from its construction, and has also directed the XUV spectroscopy laboratory at the Arcetri Astrophysical Observatory for the measurement of stellar parameters. He is interested in the history of 19th and 20th century Italian Physics and Astronomy.



Il Colle di
Galileo

L'astronomia nella *Divina Commedia*

Astronomy in the Divine Comedy

Guido Risaliti^{1,2}

¹Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, Via G. Sansone 1, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

²INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo E. Fermi 5, 50126 Firenze

Riassunto. Nella *Divina Commedia* compaiono più di cento passi astronomici. L'astronomia è utilizzata sia per la sua valenza simbolica, sia per la sua "esattezza" nel determinare i tempi e i luoghi della narrazione. Per apprezzare, capire e valorizzare questo aspetto del poema è necessario immedesimarsi in un intellettuale dell'epoca di Dante, stupito e affascinato dalla capacità esplicativa e predittiva del sistema tolemaico, in un'epoca pre-scientifica in cui la comprensione dei fenomeni naturali era estremamente limitata.

Parole chiave. Dante, Astronomia, Divina Commedia.

L'astronomia, o meglio l'astrofisica, è oggi una parte significativa della fisica, che a sua volta è una delle discipline scientifiche per eccellenza. Con i termini "scientifico" e "scienza" facciamo oggi riferimento ad un tipo di conoscenza empirica basato su misure quantitative e riproducibili e su inferenze che seguono quello che genericamente è definito metodo scientifico, nato nel XVII secolo e legato al nome di Galileo Galilei. L'astronomia è stata protagonista della nascita della rivoluzione scientifica: il più celebre e studiato elemento di passaggio alla

Abstract. There are over a hundred astronomical passages in the *Divine Comedy*. Astronomy is used both for its symbolic value and for its "exactness" in determining the times and places of the story. In order to appreciate, understand and value this aspect of the poem, the reader has to be able to identify with an intellectual of Dante's time, amazed and fascinated by the explanatory and predictive capacity of the Ptolemaic system, in a pre-scientific era in which the understanding of natural phenomena was extremely limited.

Keywords. Dante, Astronomy, Divine Comedy.

Astronomy, or rather astrophysics, is now a significant part of physics, which in turn is one of the scientific disciplines par excellence. The terms "scientific" and "science" now refer to a type of empirical knowledge based on quantitative and reproducible measurements and inferences that follow what is generically referred to as the scientific method, born in the 17th century and linked to the name of Galileo Galilei. Astronomy played a leading role in the birth of the

scienza modernamente intesa è proprio l'abbandono del sistema tolemaico/elio-centrico a favore del sistema copernicano. Questi elementi storici portano molti, anche all'interno dell'insegnamento scolastico, a etichettare superficialmente il sistema astronomico tolemaico come "sbagliato" e a descriverlo solo come esempio in negativo di conoscenza pre-scientifica, utile per far emergere, a confronto, la semplicità e la "verità" del sistema eliocentrico.

La percezione dell'astronomia tolemaica al tempo di Dante era ben diversa e, più di qualsiasi interpretazione attuale, valgono le parole di Dante stesso, che riporta direttamente e chiaramente il suo pensiero sull'argomento, nel secondo libro del *Convivio*:

...l'Astrologia [...] è altissima di tutte le altre, però che [...] la scienza è alta di nobilitade per la nobilitade del suo subietto e per la sua certezza; e questa più che alcuna de le sopra dette è nobile e alta per nobile e alto subietto, ch'è de lo movimento del cielo; e alta e nobile per la sua certezza, la quale è senza ogni difetto, sì come quella che da perfettissimo e regolatissimo principio viene. E se difetto in lei si crede per alcuno, non è da la sua parte, ma, sì come dice Tolomeo, è per la negligenza nostra, e a quella si dee imputare.

Dunque per Dante l'astrologia (il termine mette in risalto la visione pre-scientifica) è la più nobile delle "scienze" (da intendersi, nell'accezione del tempo, come discipline del sapere) perché, in un tempo in cui la comprensione dei fenomeni naturali era praticamente inesistente, solo nell'astronomia l'uomo riusciva a raggiungere una comprensione "senza difetto" di uno di tali fenomeni (il movimento degli astri del cielo). Questo è per Dante tanto più significativo in quanto tale fe-

scientific revolution: the most famous and studied element of the transition to modern science is the abandonment of the Ptolemaic/Heliocentric system in favour of the Copernican system. These historical elements lead many people, including those in the school education system, to superficially label the Ptolemaic astronomical system as "wrong" and to describe it merely as a negative example of pre-scientific knowledge, which helped bring out the simplicity and "truth" of the heliocentric system.

The perception of Ptolemaic astronomy in Dante's time was quite different and the words of Dante himself, who reports directly and clearly on his thoughts on the subject in the second book of the *Convivio*, are more valid than any current interpretation:

...Astrology [...] is far higher than all the others, since [...] a science is high in nobility by virtue of the nobility of its subject and by virtue of its certainty; and this one, more than any of those mentioned above, is high and noble because of its high and noble subject, which regards the movement of the heaven, and high and noble because of its certainty, which is flawless, as coming from a most perfect and regular principle. And if anyone believes that there is a flaw in it, it does not pertain to the science, but as Ptolemy says, it results from our negligence, and so must be attributed to that.

Dante considered astrology (the term emphasises the pre-scientific vision) to be the noblest of the "sciences" (to be understood, in the sense of the time, as disciplines of knowledge) because, at a time when the understanding of natural phenomena was practically non-existent,

nomeno è fra tutti quelli osservabili quello meno influenzato dall'uomo, e quindi più direttamente connesso al volere divino: gli astri si muovono nel cielo nel modo stabilito e voluto da Dio e l'uomo, tramite l'astronomia tolemaica, riesce a descrivere e a *prevedere* con precisione la loro posizione!

Questo punto di vista è fondamentale per capire il ruolo dell'astronomia nella *Divina Commedia*, ma prima di questo è utile per chiarire un aspetto fondamentale dell'astronomia antica e medievale, che può essere prezioso ancora oggi per distinguere i vari aspetti della conoscenza scientifica in senso moderno. In sintesi, il sistema tolemaico non è affatto "sbagliato": è anzi un prodigio di precisione e uno dei massimi esempi dell'ingegno umano nel cercare di ricondurre i fenomeni osservati a principi regolari e prevedibili. Infatti, l'astronomia greca (di cui l'opera di Tolomeo, del II secolo dopo Cristo, è una sintesi) fornisce un sistema *descrittivo* che permette di prevedere correttamente la posizione nel cielo di un astro in un momento futuro. Se oggi ci chiediamo quale sarà la posizione di Venere, per fare un esempio qualsiasi, ad una precisa ora, giorno e anno futuro, e utilizziamo un astrolabio basato sul sistema tolemaico, otteniamo la risposta corretta. Dato che questo, e non altro, è lo scopo dell'astrolabio e in generale dell'astronomia tolemaica, non possiamo che definirlo "corretto"! I limiti del sistema tolemaico, da una prospettiva moderna, sono semmai da ricercarsi nella sua "inutile complessità": se disegniamo su un foglio l'orbita del pianeta Venere rispetto alla Terra, rappresentata da un punto fermo al centro del foglio, otterremo una curva complicata, di cui è difficile "a occhio" trovare elementi di regolarità e quindi di predicibilità. Tale orbita diventa invece banale se descritta in un

only through astronomy could man achieve a "flawless" understanding of one of said phenomena (the movement of the stars in the sky). This was all the more meaningful for Dante because, of all the observable phenomena, this was that least influenced by man, and therefore most directly connected to God's will: the stars move across the sky in the manner established and desired by God, and thanks to Ptolemaic astronomy, man is able to describe and accurately *predict* their position!

This point of view is fundamental if we are to understand the role of astronomy in the *Divine Comedy* but, before that, it also helps clarify a key aspect of ancient and medieval astronomy that can still be valuable today in distinguishing the various aspects of scientific knowledge in the modern sense. In short, the Ptolemaic system is by no means "wrong": on the contrary, it is a marvel of precision and one of the greatest examples of human ingenuity in attempting to trace observed phenomena back to regular and predictable principles. Greek astronomy (summarised in Ptolemy's work dating back to the 2nd century A.D.) provides a *descriptive* system that makes it possible to correctly predict the position of a star in the sky at a given time in the future. If we ask ourselves today what the position of Venus, for example, will be at a precise time, on a precise date in the future, and we use an astrolabe based on the Ptolemaic system, we get the right answer. As this, and nothing else, is the purpose of the astrolabe and Ptolemaic astronomy in general, we can but call it "correct"! The limitations of the Ptolemaic system from a modern perspective are, if anything, to be found in its "pointless complexity": if we draw the orbit of the planet Venus with respect to the Earth, represented by a stationary

sistema eliocentrico. Una volta acquisita quest'ultima nozione diventa però facile anche interpretare la prima curva: è dovuta a un moto ellittico rispetto a un fuoco (il Sole) che a sua volta si muove di moto ellittico rispetto a un altro fuoco (la Terra). Dunque, il sistema eliocentrico ci fornisce un modo per comprendere e prevedere la posizione degli astri nel cielo molto più immediata e semplice rispetto al sistema tolemaico. Se però ci sforziamo di assumere il punto di vista di Dante, che non possedeva quest'ultima conoscenza, la per noi inutile difficoltà del sistema tolemaico doveva rappresentare un motivo di ulteriore apprezzamento: nonostante la grande complessità dei moti degli astri, gli studiosi avevano trovato un insieme di calcoli in grado di riprodurli.

Infine, possiamo concludere queste osservazioni notando che anche il secondo ovvio limite del sistema tolemaico (il suo essere solamente una descrizione cinematica senza un livello di comprensione della dinamica) è per Dante motivo di apprezzamento dell'astronomia, in quanto l'aspetto dinamico è interamente portato sul piano teologico: il principio dinamico alla base del moto degli astri è direttamente il volere divino.

Queste premesse sono alla base della comprensione del ruolo dell'astronomia nella *Divina Commedia*.

I passi astronomici nella *Commedia* sono più di cento e sono stati ampiamente analizzati sia singolarmente nei loro rispettivi contesti, sia nel loro insieme, per capirne i tratti comuni [1, 2, 3]. Alcuni aspetti di questi passi sono stati, e sono ancora, molto dibattuti, in particolare riguardo alle possibili inesattezze dei riferimenti astronomici danteschi.

point in the centre of a sheet of paper, we obtain a complicated curve, on which it is hard to see regular and, consequently, predictable elements. If we describe the same orbit using the heliocentric system, on the other hand, it becomes obvious. After acquiring this last notion, however, it also becomes easy to interpret the first curve: it is due to an elliptical movement with respect to one focus (the Sun) which also moves elliptically with respect to another focus (the Earth). So, the heliocentric system provides us with a much more immediate and simple way to understand and predict the position of the stars in the sky than the Ptolemaic system. However, if we try to see things from Dante's point of view, bearing in mind that he did not possess this knowledge, the pointless complexity of the Ptolemaic system must have been a source of further appreciation: despite the immense complexity of the movements of the stars, scholars had found a set of calculations capable of reproducing them.

Lastly, we can conclude these observations by noting that even the second obvious limitation of the Ptolemaic system (its being merely a kinematic description without a level of understanding of dynamics) is, for Dante, a reason to appreciate astronomy, as the dynamic aspect is portrayed entirely on a theological level: the dynamic principle behind the movement of the stars is God's will.

These premises form the basis for understanding the role of astronomy in the *Divine Comedy*.

There are over one hundred astronomical passages in the *Comedy* and they have been extensively analysed both individually in their respective contexts and as a whole in order to understand their shared features [1, 2, 3]. Some aspects of these passages have been, and

Di seguito è illustrata una breve raccolta di questi passi, scelti in modo da illustrare i vari modi in cui l'astronomia è utilizzata nel Poema.

Lo stupore e la profonda percezione di bellezza che l'osservazione del cielo procura in Dante è direttamente dichiarata dal poeta stesso nel canto X del Paradiso:

Leva dunque, lettore, a l'alte rote
meco la vista, dritto a quella parte
dove l'un moto e l'altro si percuote;

e lì comincia a vagheggiar ne l'arte
di quel maestro che dentro a sé l'ama,
tanto che mai da lei l'occhio non parte.

Par. X, 7-12

Il poeta invita il lettore ad ammirare il cielo nel punto dove l'eclittica e l'equatore si intersecano, meravigliosa opera da cui si evince tutto l'amore dell'artefice divino per il creato. Le due terzine che seguono continuano l'analisi e mostrano la profondità delle conoscenze astronomiche di Dante:

Vedi come da indi si dirama
l'oblico cerchio che i pianeti porta,
per sodisfare al mondo che li chiama.

Che se la strada lor non fosse torta,
molta virtù nel ciel sarebbe in vano,

still are, subject to much debate, particularly with regard to possible inaccuracies in Dante's astronomical references.

The following is a brief collection of these passages, chosen to illustrate the various ways in which astronomy is used in the Poem.

The awe and keen perception of beauty that observing the heavens evokes in Dante is stated directly by the poet himself in Canto X of Paradise:

Then, Reader, raise your eyes with me
to the distant wheels, directed to that point
where the Celestial Equator and the Ecliptic meet,

and begin to view the art
of that Master who loves it so much,
within himself, that he never lets his eyes leave it.

Par. X, 7-12

The poet invites the reader to admire the sky at the point where the ecliptic and the equator intersect, a marvellous work from which all of the divine creator's love for creation is evident. The two tercets that follow continue the analysis and show the depth of Dante's astronomical knowledge:

See how the Ecliptic, the oblique circle

e quasi ogni potenza qua giù morta;
Par X, 13-18

Il poeta individua, correttamente, l'inclinazione dell'eclittica rispetto all'equatore come la causa delle stagioni, che tanto influenzano la vita sulla terra.

La determinazione del tempo (Inferno):

Temp'era dal principio del mattino,
 e 'l sol montava 'n su con quelle stelle
 ch'eran con lui quando l'amor divino

mosse di prima quelle cose belle;
 sì ch'a bene sperar m'era cagione
 di quella fera a la gaetta pelle

e l'ora del tempo e la dolce stagione
Inf. I, 37-43

Si notano in questo passo due elementi centrali e due diversi livelli concettuali dei riferimenti astronomici nel Poema. Il primo è l'utilizzo dell'astronomia per definire il tempo (o, in altri passi, il luogo) della narrazione. Qui siamo all'inizio del viaggio, Dante si trova nella selva oscura e subito, nei primi versi, usa un riferimento astronomico per precisare che il periodo dell'anno è quello dell'equinozio di primavera. Il secondo elemento è la fusione di riferimenti oggettivi (l'astronomia usata per la sua precisione infallibile) con elementi simbolici: la

that carries the planets, slants from that Equinoctial point,
 to satisfy the world's call for them,

and if their path were not inclined,
 much of the power of the Heavens would be useless,
 and every potential dead on Earth:
Par X, 13-18

The poet correctly identifies the inclination of the ecliptic with respect to the equator as the cause of the seasons, which so greatly influence life on earth.

The determination of time (Inferno):

Some time had now from early morn elapsed,
 and with those very stars the sun was rising
 that in his escort were, when Love Divine

in the beginning moved those beauteous things;
 I therefore had as cause for hoping well
 of that wild beast with gaily mottled skin

the hour of daytime and the year's sweet season
Inf. I, 37-43

posizione degli astri nel cielo induce speranza e ottimismo nell'uomo. Questo è solo uno dei molti riferimenti che potremmo definire "astrologici" che per Dante però sono sempre considerati all'interno di una prospettiva cristiana: l'influsso degli astri è un riflesso del volere divino.

La determinazione del tempo (Paradiso):

Surge ai mortali per diverse foci
la lucerna del mondo, ma da quella
che quattro cerchi giunge con tre croci

con miglior corso e con migliore stella
esce congiunta e la mondana cera
più a suo modo tempera e suggella.

Par. I, 37-42

Gli stessi due aspetti analizzati nel passo precedente sono presenti anche in questo, che si trova in posizione analoga, ma all'inizio del *Paradiso*. Si nota però la differenza nel linguaggio e nello stile, meno immediato e più aulico, come si conviene al nuovo ambiente che il poeta si accinge a descrivere.

La Via Lattea:

Maggior paura non credo che fosse,
quando Fetonte abbandonò li freni,
perché il ciel, come pare ancor, si cosse.

Inf. XVII, 106-108

In this passage we can see two central elements and two different conceptual levels of astronomical reference in the Poem. The first is the use of astronomy to define the time (or, in other passages, the location) of the story. Here, we are at the beginning of the journey. Dante is in the dark forest and immediately, in the first verses, he uses an astronomical reference to specify that the time of year is the spring equinox. The second element is the fusion of objective references (astronomy used for its infallible precision) with symbolic elements: the position of the stars in the sky inspires hope and optimism in man. This is just one of the many references that we could define as 'astrological' which, however, Dante always considers from a Christian point of view: the influence of the stars is a reflection of God's will.

The determination of time (Paradise):

For mortal men the world's great lamp arises at
various points, but from its outlet,
where four circles are united with three crosses,

it issues on a better course and joined
to better stars, and it can mould and stamp
the worldly wax most after its own kind.

Par. I, 37-42

The same two aspects analysed in the previous passage are also present in this one, which is in a similar position but at the beginning of Paradise. We can, however, see the difference

Come, distinta da minori e maggi
lumi, biancheggia tra' poli del mondo
galassia sì, che fa dubbiar ben saggi;
Par. XIV, 97-99

I due diversi livelli di significato dei riferimenti astronomici sono particolarmente evidenti nel confronto fra questi due passi che riguardano la Via Lattea: il primo con una citazione mitologica, il secondo con una descrizione modernissima, che sembra anticipare la scoperta di Galileo sulla natura della Via Lattea.

Laurora:

La concubina di Titone antico
già s'imbiancava al balco d'oriente,
fuor de le braccia del suo dolce amico;

di gemme la sua fronte era lucente,
poste in figura del freddo animale
che con la coda percuote la gente;

Pur. IX, 1-6

Questo bellissimo e celebre inizio del canto IX del *Purgatorio* descrive il mito della dea Aurora: innamoratasi di Titone, ottiene per lui da Giove l'immortalità, ma non la giovinezza eterna. Per questo Titone è "antico", condannato a invecchiare per l'eternità. Aurora si separa dal "dolce amico" solo pochi minuti ogni mattina, per annunciare il prossimo sorgere del sole.

in language and style, less immediate and more aulic, as befits the new environment the poet is about to describe.

The Milky Way:

I do not think that there was greater fear,
when Phaëthon let go his horses' reins,,
whereby, as still appears, the sky was burned.
Inf. XVII, 106-108

Even as distinct with less and greater lights
glimmers between the two poles of the world
the Galaxy that maketh wise men doubt,
Par. XIV, 97-99

The two different levels of meaning of the astronomical references are particularly evident when comparing these two passages relating to the Milky Way: the first with a mythological quotation, the second with a very modern description that seems to anticipate Galileo's discovery of the nature of the Milky Way.

The aurora:

The concubine of old Tithonus now
gleamed white upon the eastern balcony,
forth from the arms of her sweet paramour;

Dal punto di vista astronomico questo passo è interessante per il riferimento alla costellazione dello Scorpione, che certo non poteva essere nella zona di cielo rischiarata dall'aurora all'equinozio di primavera. È possibile che Dante qui non si curi dell'esattezza astronomica della rappresentazione, ma la utilizzi solo come espediente poetico. Un'interpretazione alternativa è che Dante si riferisca all'aurora lunare [4]. Questo spiegherebbe anche il termine "concubina" invece del più consueto "sposa".

Venere mattutina: la data del viaggio

Lo bel pianeta che ad amar conforta
faceva tutto rider l'oriente
velando i Pesci ch'erano in sua scorta.

Pur. I, 19-21

Ancora un riferimento astronomico preciso, ma con valenza simbolica: il pianeta Venere spinge all'amore e rende gioiosa la vista del cielo ad Oriente. Questo è però anche uno dei passi astronomici più controversi del Poema, per i problemi che pone alla datazione del viaggio dantesco. Infatti, all'equinozio dell'anno 1300, a cui Dante si riferisce più volte e che ha un chiaro significato simbolico legato al primo Giubileo che si tenne proprio quell'anno, Venere non si trovava nella costellazione dei Pesci. Questo avvenne invece nell'anno successivo, il 1301. Da questa incongruenza sono nati due filoni interpretativi: uno, aderente alla descrizione astronomica, favorisce l'anno 1301; l'altro sostiene l'anno 1300 oltre che per la valenza simbolica anche in base a vari passi dove è citato abbastanza

With gems her forehead all relucant was,
set in the shape of that cold animal
which with its tail doth smite amain the nations;
Pur. IX, 1-6

This beautiful and famous opening of Canto IX of *Purgatory* describes the myth of the goddess Aurora: having fallen in love with Tithonus, she obtains immortality for him from Jupiter, but not eternal youth. This is why Tithonus is "ancient", condemned to age for all eternity. Aurora is separated from her "sweet friend" only a few minutes each morning, to announce the next sunrise.

This passage is interesting from an astronomical point of view due to its reference to the constellation Scorpio, which would definitely not be in the part of the sky lit up by the aurora during the spring equinox. It could be that Dante is not concerned with the astronomical accuracy of the representation, using it merely as a poetic device. An alternative interpretation might be that Dante is referring to the lunar aurora [4]. This would also explain the term "concube" instead of the more usual "bride".

Venus in the morning: the date of the journey

The beauteous planet, that to love incites,
was making all the orient to laugh,
veiling the Fishes that were in her escort.

Pur. I, 19-21

esplicitamente, come nei dialoghi con Cavalcante (Inf. X), con il diavolo Malacoda (Inf. XXII) e con Casella (Pur. III). Al di là dell'aspetto tecnico (poco importa stabilire l'anno esatto del viaggio) la questione è rilevante per comprendere il ruolo dei passi astronomici nella *Commedia*: sono riportati per la loro precisione e infallibilità nel determinare luoghi e tempi, oppure sono principalmente a servizio della poesia senza necessariamente essere completamente aderenti alle configurazioni astronomiche reali?

La precessione:

...Mill'anni? Ch'è più corto
spazio all'eterno che un muover di ciglia
al cerchio che più tardi in ciel è torto
Pur. XI, 106-108

Questo passo mostra la vastità delle conoscenze astronomiche di Dante, che ha ben presente il moto di precessione degli equinozi e lo usa come termine di paragone per la sua estrema lentezza.

Le quattro stelle:

Io mi volsi a man destra, e posi mente
all'altro polo, e vidi quattro stelle
non viste mai fuor ch'a la prima gente.

Goder pareva il ciel di lor fiammelle:
oh settentrional vedovo sito,

Another precise astronomical reference, but with symbolic value: the planet Venus inspires love and makes the view of the sky in the east joyful. This, however, is also one of the most controversial astronomical passages in the Poem, due to the problems it poses for the dating of Dante's journey. Indeed, at the equinox in the year 1300, to which Dante refers several times and which has a clear symbolic meaning linked to the first Jubilee held that very year, Venus was not in the constellation of Pisces. This happened the following year, in 1301. This inconsistency gave rise to two interpretive threads: one, adhering to the astronomical description, favours the year 1301; the other supports the year 1300, not only because of its symbolic value but also on the basis of various passages where it is mentioned quite explicitly, such as in the conversations with Cavalcante (Inf. X), with the devil Malacoda (Inf. XXII) and with Casella (Pur. III). Beyond the technical aspect (it matters little to establish the exact year of the journey), the question is relevant to understanding the role of astronomical passages in the *Comedy*: are they referenced because of their precision and infallibility in determining places and times, or are they primarily at the service of poetry without necessarily being completely faithful to authentic astronomical configurations?

La precession:

... a thousand years? which is a shorter
space to the eterne, than twinkling of an eye
unto the circle that in heaven wheels slowest.
Pur. XI, 106-108

poi che privato s'è di mirar quelle!

Pur. I, 22-27

Questo meraviglioso passo è interpretato abbastanza unanimemente dai critici in senso simbolico: le quattro stelle rappresentano le virtù cardinali, possedute dall'umanità dell'origine e in seguito perdute. Non può però sfuggire la somiglianza della descrizione con quella della Croce del Sud. Se volessimo seguire questa interpretazione, il verso *non viste mai fuor che dalla prima gente* potrebbe avere una suggestiva interpretazione astronomica: tenuto conto del moto di precessione degli equinozi, che Dante conosceva (vedi passo precedente), è facile rendersi conto che intorno al 4000 A.C. la Croce del Sud doveva essere visibile dall'Italia centrale e ancora nel 500 A.C. poteva essere osservata dai navigatori greci nel sud del Mediterraneo. Ancora una volta si è in dubbio se credere ad una straordinaria capacità di Dante di padroneggiare le conoscenze astronomiche dell'epoca (e ad una conoscenza della Croce del Sud dagli Italiani dell'inizio del XIV secolo, che non risulta dai documenti conosciuti) o ad una coincidenza, conseguenza dell'uso ancillare dell'astronomia rispetto alle esigenze poetiche e narrative. Una possibile risposta viene dall'ultimo passo che analizziamo.

Le tre stelle:

Gli occhi miei ghiotti andavan pur al cielo,
pur là dove le stelle son più tarde,
si come rota più presso allo stelo.

This passage reveals the extent of the astronomical knowledge possessed by Dante, who was well aware of the precession of the equinoxes and used it as a benchmark for its extreme slowness.

The four stars:

To the right hand I turned, and fixed my mind
upon the other pole, and saw four stars
ne'er seen before save by the primal people.

Rejoicing in their flamelets seemed the heaven:
o thou septentrional and widowed site,
because thou art deprived of seeing these!
Pur. I, 22-27

This marvellous passage is interpreted fairly unanimously by critics in a symbolic sense: the four stars represent the cardinal virtues, possessed by humanity from the outset and subsequently lost. However, the similarity of the description to that of the Southern Cross cannot be missed. If we were to embrace this interpretation, the words *ne'er seen before save by the primal people* could have an evocative astronomical interpretation: taking into account the precession of the equinoxes, which Dante was clearly aware of (see previous passage), it is easy to deduce that, in around 4000 BC, the Southern Cross must have been visible from Central Italy and in 500 BC it could be observed by Greek navigators in the Southern Mediterranean. Once again, we are in doubt as to whether to believe in Dante's extraordinary ability to

E 'l duca mio: -Figliuol, che là sù guarde?-
 E io a lui: -A quelle tre facelle,
 di che 'l polo di qua tutto quanto arde-

Ond'elli a me: -Le quattro chiare stelle
 che vedevi staman son di là basse,
 e queste son salite ov'eran quelle-
Pur. VIII, 85-93

Questo passo è temporalmente successivo al precedente e ad esso si riferisce esplicitamente. Al posto delle quattro stelle viste precedentemente sono ora sorte tre nuove stelle. Il riferimento alle virtù teologiche appare qui chiaro. Non ci sono inoltre tre stelle particolarmente brillanti e vicine, tipiche dell'emisfero sud, analoghe a quelle della Croce del Sud. Ma ancora più interessante, e indirettamente chiarificatore di molte delle questioni precedenti, è la prima terzina: il poeta sta osservando in direzione del polo sud, dove le stelle si muovono più lentamente, come la parte di una ruota più vicina al suo asse. La descrizione delle tre stelle che prendono il posto delle quattro precedenti in quella zona di cielo è quindi chiaramente impossibile: le stelle circumpolari non possono né sorgere né tramontare. Questo "errore" astronomico è abbastanza grossolano e sicuramente Dante non sarebbe incorso in esso per distrazione. È invece, secondo chi scrive, la chiara indicazione della valenza simbolica di entrambi i passi e più in generale dell'intenzione del poeta di utilizzare l'astronomia co-

master the astronomical knowledge of the time (and in the knowledge of the Southern Cross by the Italians of the early 14th century, which is not apparent from existing documents) or in a coincidence, a consequence of the ancillary use of astronomy with respect to poetic and narrative needs. A possible answer comes from the last passage analysed.

The three stars:

My greedy eyes still wandered up to heaven,
 still to that point where slowest are the stars,
 even as a wheel the nearest to its axle.

And my Conductor: "Son, what dost thou gaze at
 up there?" And I to him: "At those three torches
 with which this hither pole is all on fire."

And he to me: "The four resplendent stars
 thou sawest this morning are down yonder low,
 and these have mounted up to where those were."
Pur. VIII, 85-93

This passage is chronologically subsequent to the one before and makes specific reference to it. In place of the four stars seen previously, there are now three new stars. The reference to the theological virtues appears clear here. There are also three particularly bright and close

me argomento a servizio della poesia, senza ricercare una aderenza oggettiva al cielo “vero”.

Bibliografia:

- [1] G. Buti, R. Bertagni, *Commento Astronomico alla Divina Commedia*, 2008, Ed. Sandron
- [2] M. Capaccioli, S. di Serego Alighieri, *Il Sole, la Luna e le altre Stelle*, 2021, Ed. GEDI
- [3] D. Alighieri, *La Divina Commedia*, con il commento di R. Hollander, 2011, Ed. Olschki

Guido Risaliti è professore di astrofisica presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze, e associato all'INAF-Osservatorio di Arcetri, dove è stato ricercatore fino al 2015. Il suo campo di ricerca è l'astrofisica extragalattica, in particolare lo studio dell'emissione dei quasar e le possibili applicazioni in cosmologia.

stars, typical of the southern hemisphere, similar to the Southern Cross. But even more interesting, and indirectly clarifying many of the previous questions, is the first tercet: the poet is looking in the direction of the south pole, where the stars move more slowly, like the part of a wheel closest to its axis. The description of the three stars that take the place of the previous four in that part of the sky is therefore clearly impossible: circumpolar stars can neither rise nor set. This astronomical “mistake” is quite gross and Dante would certainly not have made it due to distraction. Instead, in the writer’s opinion, it is a clear indication of the symbolic value of both passages and, more generally, of the poet’s intention to use astronomy as an argument at the service of poetry, without seeking an objective correspondence to the “true” sky.

Bibliography:

- [1] G. Buti, R. Bertagni, *Commento Astronomico alla Divina Commedia*, 2008, Ed. Sandron
- [2] M. Capaccioli, S. di Serego Alighieri, *Il Sole, la Luna e le altre Stelle*, 2021, Ed. GEDI
- [3] D. Alighieri, *La Divina Commedia*, with comments by R. Hollander, 2011, Ed. Olschki

Guido Risaliti is a professor of astrophysics at the Department of Physics and Astronomy of the University of Florence, and an associate at the INAF-Osservatorio di Arcetri, where he was a researcher until 2015. His field of research is extragalactic astrophysics, in particular the study of quasar emission and its possible applications in cosmology.



Vasco Ronchi Colloquia: vision on Technology Transfer

Arcetri, April 3, 2023

Organizers:

Francesco Saverio Cataliotti (CNR-INO, Florence)

Giulia Adembri (CNR-INO, Sesto Fiorentino)

Chiara Mustarelli (CNR-INO, Florence)

Annamaria Fedele (CNR-INO, Florence)

Abstract. The National Institute of Optics has launched an event format for the dissemination of research results aimed at an entrepreneurial audience: the Vasco Ronchi Colloquia (VRC). The VRCs are focused on research results suitable for a technology transfer path and have been named in memory of the illustrious founder of the Institute, physicist Vasco Ronchi. This report presents the formula devised for the VRCs and an in-depth analysis of the topics covered by the first VR Colloquium, held on April 3rd 2023 at the Arcetri headquarters of the CNR-INO.

Keywords. Vasco Ronchi, Technology Transfer, Optics.

Context

The transformation of research results into new technologies and, ultimately, novel industrial processes and products is the cornerstone of innovation. This transfer can only be achieved by disseminating research results to companies, raising awareness in researchers of the technological needs of industries, informing investors about novel prospects and ultimately involving all the potential actors in the innovation process. Thus, the need to create a series of events where researchers, companies and investors could sit down together, sharing experiences and discussing opportunities.

The National Institute of Optics was founded in 1927 by Vasco Ronchi (Figure 1) to achieve national independence in the development and realization of optical components and instruments. This was a remarkably modern idea, fulfilling a need that, one hundred years later, has only grown stronger. It was, therefore, only natural to dedicate this new format of events to the Institute's founder, establishing the *Vasco Ronchi Colloquia*.

True to the tradition of the Institute as a research center, the format of the VRC was conceived like an experiment: 1) state the applications to be highlighted; 2) formulate a model; 3) design and imagine the experiment; 4) perform the experiment; 5) review the data.

1) State the application to be highlighted:

For the first installment of the VRC, we chose the general topic *Optics for everyday life*, selecting novelties in the fields of diagnosis and treatment of visual disorders, optical wireless communication, optical imaging for search and rescue in fires, optical techniques for surgical guidance and novel perspectives offered in theragnosis by strong laser pulses.

2) Formulate a model:

The VRC are to be structured with:

- a. An introduction on opportunities and synergies with ongoing Technology Transfer (TT) initiatives.
- b. A tutorial by a TT expert.
- c. An example of a successful case of technology transfer.
- d. 4/5 market-attractive technologies to be presented to a select corporate target audience.
- e. Face-to-face dialogue between researchers and companies on technologies of interest.

3) Design the experiment:

- a. As an Introduction, an overview of the possible collaboration between INO and companies, both in general and in relation to current funding opportunities for companies and a landscape of CNR-INO synergies with ongoing TT initiatives.
- b. As a Tutorial, a brief overview of the TT path and its key points and common problems, or insights into specific aspects, such as the approach to patenting or licensing, can represent extremely interesting interventions for both researchers and entrepreneurs.
- c. As a successful case, present a start-up created in recent years by CNR researchers who can share their positive TT experience.
- d. A selection of technologies suitable for the market proposed with attractive wording for companies. This envisaged a first phase of scouting the research results among researchers to identify technologies that have strong potential for applications to be transferred to the market. In a subsequent phase, the researchers involved were invited to illustrate their technology through some key points “speaking” to the companies: an explanatory **title** and a **subtitle** explaining the possible use of the technology proposed; the **value proposition** that takes into account the potential competitive advantage compared to what the market offers; the **key technologies** underlying the research results; **applications** that can benefit from the technology; the scientific **background**, including references to Intellectual Property (patents, articles, projects).
- e. An interactive session between researchers and companies during informal refreshments.

4) Perform the experiment:

The 1st successful *Vasco Ronchi Colloquium* was held in Arcetri on April 3rd 2023,

- with the title “Vision on Technology Transfer”. The event was organized by CNR-INO together with the European Laboratory for Non Linear Spectroscopies (LENS), as part of the initiatives promoted in the Artes4.0 Competence Center.
- a. The introductory talk was given by the director of CNR-INO, Francesco Saverio Cataliotti, on *Opportunities and collaboration tools with companies* (Figure 2): highlighting collaboration instruments between CNR institutes and enterprises, which range from contracts for third parties to agreements for fund driven research activities, industrial PhDs and joint research laboratories. Furthermore, CNR Institutes can sign co-financing agreements for innovation projects with companies. Tuscan CNR Institutes are associated within the newly born **Centratech**, a TT “incubator” located in the CNR Research Area of Sesto Fiorentino. Other examples of current opportunities where INO is already involved are, at national level, the **Artes4.0 Competence Center**¹ and **PRISMA**² project, and **PhotonHub Europe**³ project at international level.
 - b. Technology Transfer expert Massimo Gentili was invited to give the talk “*From Research and Development to Research for Innovation*”: a comprehensive overview to translate a research idea into a commercial device explaining the risk of the “Valley of Death” of innovation, investors’ needs from research teams, which are the strategies for promoting the research idea, etc... that investors would expect, what would come next in terms of innovation, what would be the vision of an “outsider”, a newcomer to optic science.
 - c. *The successful case* chosen for the first VRC was the Regensight start-up: *Biophotonics for personalized treatment of visual disorders: the Regensight case study*.
 - d. The first four technologies selected and presented at VRC, explained in detail in this article, are:
 - 1st Technology - Visible light communication for wireless data transfer*
 - 2nd Technology - IR Digital Holography for the detection of building oscillation modes*
 - 3rd Technology - Plus Tip: an optical solution for surgical guidance*
 - 4th Technology - NIR Ceramic laser amplifier to enhance manufacturing processes and develop innovative theranostic approaches.*
 - e. Half an hour’s interaction within a *Coffee time between entrepreneurs and innovators: in-depth study with researchers on the technologies of interest*. Furthermore, to support the dialogue between researchers and entrepreneurs, “technological leaflets” summarizing all the key points previously identified were distributed. These leaflets were designed in A4 format, with the **title, subtitle** and reference contacts, together with an evocative image of the technology, on the front, and the **value proposition, key technologies** used, possible **applications** and related **background** on the back⁴.
- 5) Review the data: After the event, a follow-up e-mail was sent to all participants with a link to the technological datasheets presented during the *Colloquium*, to offer a targeted and widespread action and to encourage the participating



Figure 1. The Italian physicist Vasco Ronchi (Florence, December 19, 1897 – Florence, October 31, 1988).



Figure 2. Institutional Welcome from Francesco S. Cataliotti, Director of CNR-INO and Elisabetta Cerbai, Director of LENS and Introductory Talk on Opportunities for TT.

companies to ask for support to overcome possible weaknesses or to achieve specific goals. We are currently setting up one-to-one meetings between industries and researchers.

Topics

The successful case – Biophotonics for personalized treatment of visual disorders: the Regensight case study

By Giuseppe Lombardo

Regensight, an Italian start-up company based in Rome. It has developed a breakthrough platform based upon theranostic technology for correcting major visual disorders at all ages and is clinically validating it. Theranostics is a breakthrough medical solution based on **therapy** guided by imaging **diagnostics** for providing tailored therapies. The Regensight platform improves vision by inducing the controlled photo-polymerization process of corneal tissue proteins through UV-A light mediated delivery and photo-activation of a bio-chromophore in the cornea.

Context: Refractive ocular disorders affect more than **2/3 of the world's population** and require some type of optical correction to perform normal daily activities. Currently, **surgical treatments of visual disability are invasive and associated with known problems**, such as pain and risk of severe complications (e.g., infection, corneal scarring, corneal ectasia), **which may result in the loss of vision**. These issues greatly limit the widespread adoption of current surgical treatments, which have a penetration rate among the candidate population (young people with natural myopia and elder people with residual myopia after cataract surgery) of less than 1%. In addition, there is **no effective and safe surgical solution** for the most frequent and demanding visual disorders, such as **presbyopia**, which affect more than 40% of people worldwide.

Value proposition: create and **validate a minimally invasive surgical correction of visual disorders based on theranostics**, elevating the current therapeutic standard for improving sight in:

- **keratoconus** (2% prevalence), which is the primary cause of corneal transplant in young adults;
- **low-grade myopia** (>9% prevalence), which is the primary cause of visual disability in young adults;
- **presbyopia** (>40% prevalence), which represents the primary cause of visual disability in the elderly.

Visual correction is attained through the precise and personalized **remodelling of the biomechanical properties of the cornea induced by theranostics-guided photo-polymerization of stromal proteins with UV-A light and riboflavin**.

The Regensight platform consists mainly of:

- a mechatronic system for precisely focusing the UV-A light onto the cornea;
- a theranostic system for real time measurement of the corneal concentration and distribution of riboflavin and its photo-activation in the cornea;

- a corneal topography system for measuring the corneal curvature;
- an artificial intelligence algorithm for system improvement with clinical use;
- an IoMT system for remote and predictive maintenance of the platform;
- a riboflavin ophthalmic solution for human use.
- a corneal iontophoresis delivery device for controlled application of riboflavin on the cornea via connection with the theranostic platform.

How does the platform work: Rengensight has incorporated theranostics technology into a UV-A medical device, C4V-CHROMO4VIS® (Figure 3A), for targeting the precise therapeutical dose of riboflavin and UV-A light energy with a view to improving corneal cross-linking outcome predictability and eliminating the risks of adverse events. Thanks to **real-time monitoring of the corneal concentration of riboflavin** (Figure 3C), this novel approach can make transepithelial treatment protocols confidently effective in treating patients. Pre-clinical studies [1][2][3][4][5] have provided enough evidence on the accuracy and precision of the theranostic UV-A medical device for inducing **highly predictable tissue stiffening** in human donor corneal tissues. The novel UV-A device has emerged as a promising and powerful tool to precisely monitor the diffusion of riboflavin

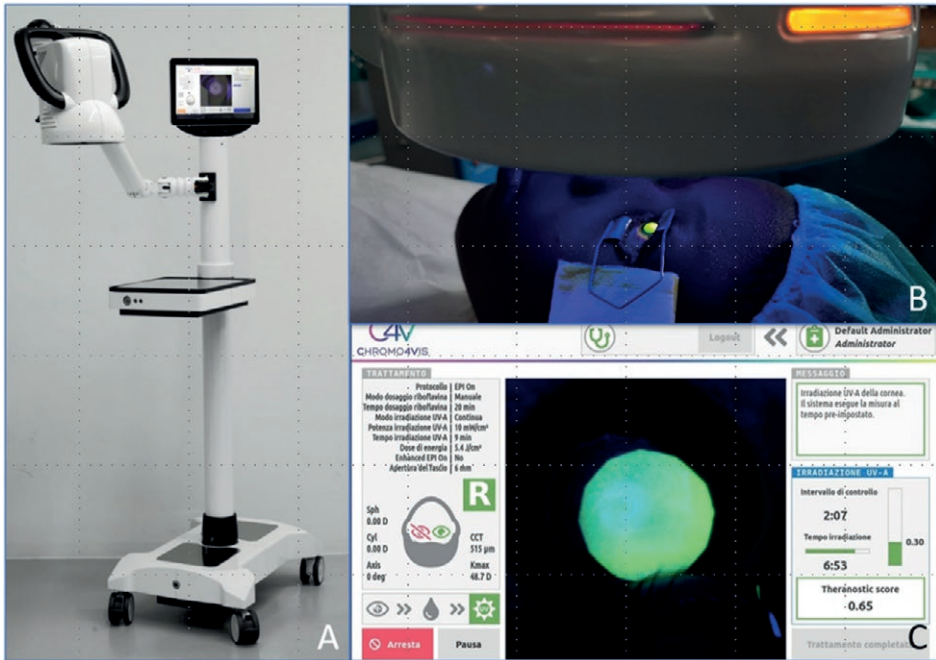


Figure 3. A. C4V CHROMO4VIS medical device. B. A patient, recruited in the multicentre clinical trial, during an Epi-ON theranostic-guided CXL procedure. C. During theranostic-guided UV-A irradiation of the cornea enriched with riboflavin, the C4V CHROMO4VIS © calculates the theranostic score estimating treatment efficiency.

into the corneal stroma and its UV-A light mediated photo-degradation during treatment. In addition, it has the ability to estimate CXL treatment efficacy, providing an imaging biomarker, i.e., the theranostic score, which correlates with the treatment-induced stromal stiffening effect.

A **randomized multicentre clinical trial** entitled “Assessment of theranostic guided riboflavin/UV-A corneal cross-linking for treatment of keratoconus“ (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05457647>) is confirming the predictive ability of the theranostic score in assessing the clinical efficacy of the corneal cross-linking procedure for the treatment of keratoconus [6] (Figure 3B).

From the idea to the patient: The co-founders of Regensight are **Marco and Giuseppe Lombardo**, two brothers who began working together more than 15 years ago, their mission being to create smart, safe and effective solutions for preventing and treating major eye disorders. Marco is an **eye doctor and holds a PhD in Biomedical engineering and Computer Science**; he is an expert in regulatory strategy, subsidiary finance and has strong technical competence in medical device and pharma product development and clinical trial design. Giuseppe is senior **biomedical engineer** researcher at CNR (National Research Council in Italy) **and holds a PhD in Electronic Engineering**; he is an expert in the biophotonics field and in technology transfer. Marco and Giuseppe have created a multidisciplinary team of experts for investigating, modelling and characterizing the optical and biomechanical properties of corneal tissue; these studies allow the brothers to understand the main principles of interaction between riboflavin and UV-A light and their mechanism of action in the cornea of the human eye.

Immediately after validation of the proof-of-concept in the lab, Marco and Giuseppe submitted a first family patent application (through the parent company Vision Engineering Italy srl). Then the Lombardo brothers set out on their own path to promote and transfer their idea from the bench to the patient – crossing the well-known valley of death between research and the commercialization of technology. The brothers developed another prototype in order to promote their idea, participating in National and International competitions, and also submitted second and third family patent applications. Several Italian venture capitals and business angels knocked at their door, with real or fake interest, but the brothers chose to go ahead on their own, as the investors did not share their aim of transforming current methods of vision correction. This led to the brothers’ decision to fund Regensight, which would be responsible for leverage the novel technology for treating visual disorders created by the parent company Vision Engineering Italy srl, which took care of investment for pre-competitive development. During the development of the theranostic medical device, new shareholders entered the company, bringing skills and competence in **medical technology, strategic marketing and pharma business development**. The company raised funds also by winning national public grants which were fundamental to achieving its goal

of developing the platform. The start-up has **raised € 1,600,000** to date and has been **granted € 100,000** by Public Competitive Grants.

Thanks to the pre-competitive work carried out by Marco and Giuseppe in Vision Engineering Italy before founding the start-up, **in less than two years**, from July 2019 to May 2021, Regensight achieved **ISO 13485:2016 quality management system certification** for developing and manufacturing active medical devices and **two CE certified medical devices** (“C4V CHROMO4VIS” and “Rit-Sight”), the first two modules of the theranostic platform.

- [1] Lombardo G et al. Non-invasive optical method for real-time assessment of intracorneal riboflavin concentration and efficacy of corneal cross-linking. J Biophotonics 2018;11(7):e201800028.
- [2] Lombardo M, Lombardo G. Non-invasive and real time assessment of riboflavin consumption in standard and accelerated corneal cross-linking. J Cataract Refract Surg 2019; 45:80-86.
- [3] Lombardo G et al. Comparison between standard and transepithelial corneal cross-linking using a theranostic UV-A device. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2020; 258(4):829-834.
- [4] Lombardo G et al. Theranostic-guided corneal cross-linking: pre-clinical evidence on a new treatment paradigm for keratoconus. J Biophotonics 2022; Dec;15(12):e202200218.
- [5] Lombardo M et al. Predicting corneal cross-linking treatment efficacy with real-time assessment of corneal riboflavin concentration. J Cataract Refract Surg. 49, 635 -641(2023).
- [6] Roszkowska AM et al. A randomized clinical trial assessing theranostic-guided corneal cross-linking for treating keratoconus: the ARGO protocol. Int Ophthalmol 43, 2315 – 2328 (2023)

1st Technology – Wireless communications through light: a pervasiVisible Light Communication (VLC) – data transfer through light

By Jacopo Catani

The innovative wireless communication technology **VLC (Visible Light Communication)** aims at casting wireless data over the air by modulating the intensity of the light emitted by common LED sources, without perception by the human eye. This technology, which is at the basis of the “optical evolution” of Wi-Fi, known as Li-Fi, uses LED lamps to provide simultaneous illumination and communication. By leveraging the optical nature of the carrier, VLC can attain very low latencies, even lower than a millisecond, and virtually, bandwidths exceeding the Gbps. Furthermore, its pervasive nature can enable advanced communication protocols which are the core of the Internet of things (IoT) approach,

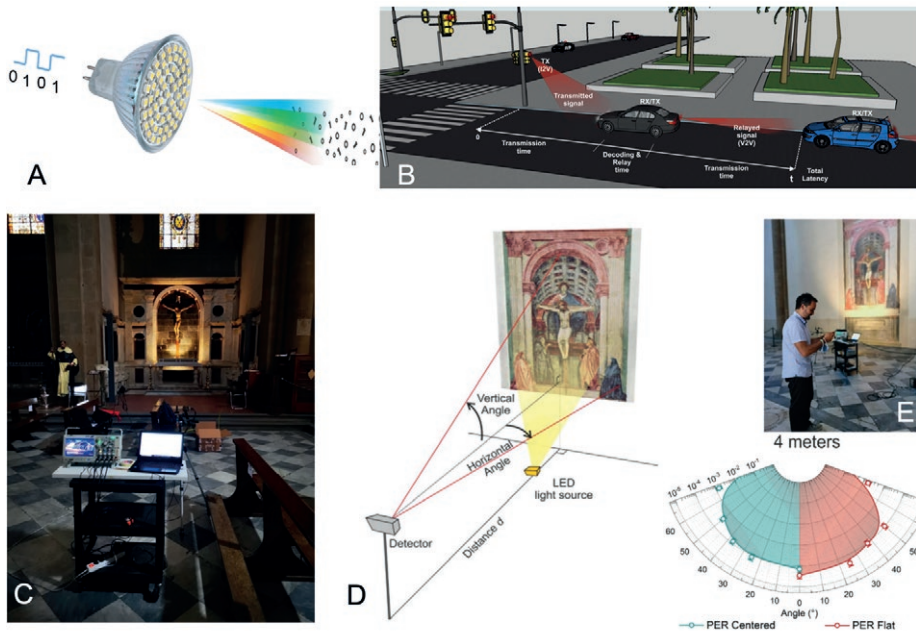


Figure 4. A – LED light source. B – Active decode and relay (ADR) transmission chain based on VLC for Intelligent Transportation Systems. Data are cast by the traffic light LED lamp to an incoming vehicle (black), which can receive, decode and relay information to a trailing vehicle (blue) via taillights. Observed latencies approach 0.5 ms at a rate of 240 kbaud [7]. C, D, E – Example of VLC system tested in a real museum scenario, in the Basilica of Santa Maria Novella in Florence [8]. Digital data are transmitted to visitors exploiting the same light used to illuminate artworks (NOTE: All of the artworks shown or represented here are the property of Fondo Edifici di Culto, Ministero dell’Interno – Italy).

making VLC one of the key assets for the 6th generation wireless communication architecture (6G).

In this scenario, we have developed and tested **several implementations of innovative VLC links**, in indoor and outdoor applications. More specifically, we would like to report two use cases (Figure 4).

The first case involves the realization of a VLC link in a real **museum**. In particular, we implemented a thorough campaign in the world-famous basilica of Santa Maria Novella in Florence to assess and demonstrate the possibility of transmitting digital information to visitors exploiting the existing LED-based infrastructure used to illuminate artworks. This has noticeable implications for visitors in terms of **dedicated services, indoor positioning, augmented reality and enhanced content fruition**, not only in the museum setting, but also in **public, industrial and retail** sectors.

We tested the VLC performances, using a prototype developed in our labs, on both artworks (frescoes, wood paints and canvas) and sculptures. LED lamps illuminating the artworks were enabled for VLC by specific modification of the current driver, to inject data on the optical carrier as intensity modulation. We

can measure the quality of the VLC link by measuring the ratio of bad to good packets received (packet error rate – PER), for realistic positions and distances of a visitor moving nearby a specific artwork. We found satisfactory VLC transmission for distances up to 4 m and angular ranges of more than 80°, demonstrating that, by properly tuning the field of view (FoV) of the receiving stage (RX), contiguous VLC hotspots (one per artwork) could be distinguished, so that each lamp could cast specific information on each artwork or illuminated object.

The second case we would like to report is related to the exploitation of VLC for **Intelligent Transportation Systems (ITS) in vehicular applications**. On this topic we also filed a **Patent** procedure describing an advanced anti-collision system based on VLC for vehicles approaching road intersections (PCT/EP2021/069200 2021 – Euro-PCT in EUROPE No. 21743429.9).

In our work, we demonstrated the potential for digital transmission from a traffic light to approaching vehicles through the traffic light LED lamps. The data transmitted can be received, decoded and relayed to a further incoming vehicle in **less than 1ms**, leveraging the possibilities offered by the optical carrier used in VLC. This reduced latency value has a profound impact on the nature of safety protocols which can be implemented, aimed at avoiding traffic jams for example, as well as vehicle platooning, traffic optimization and avoiding collisions, with enhanced performances with ADAS 2 autonomous driving levels, towards implementations of level 4 and 5 which are still largely unexploited. For example, we could demonstrate that the stop distances at 90 km/h can be reduced from 80 m (human reaction time) to less than 50 m by employing VLC to trigger an automated braking reaction in the event of a sudden insurgence of critical events such as another vehicle thoughtlessly entering the crossing area ignoring a red light.

[7] T. Nawaz, M. Seminara, S. Caputo, L. Mucchi, F. S. Cataliotti and J. Catani, “IEEE 802.15.7-Compliant Ultra-Low Latency Relaying VLC System for Safety-Critical ITS,” in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 68, no. 12, pp. 12040-12051, Dec. 2019, doi: 10.1109/TVT.2019.2948041

[8] M. Seminara, M. Meucci, F. Tarani, C. Riminesi and J. Catani, “Characterization of a VLC system in real museum scenario using diffusive LED lighting of artworks” *Photon. Res.* 9, 548-557 (2021)

2nd Technology -Infrared Digital Holography: imaging through smoke and flames By Massimiliano Locatelli

Digital Holography (DH) is an interferometric imaging technique which allows the recording and, subsequently, reconstruction of the amplitude and phase information of the wave front coming from an object irradiated with coherent radiation. Due to its versatility, DH has been successfully used in various fields of application such as microscopy, metrology, industrial inspection, 3D vision, etc.

The transition from visible radiation toward longer IR wavelengths, in DH, guarantees a wider field of view and a relatively lower sensitivity to vibration which, combined with the peculiar properties of the various windows in the IR range, pave the way for numerous further relevant applications. One of the most promising of these applications is “Vision through smoke and flames”, first demonstrated in 2013 [9] at CNR-INO in the Long Wave IR (LWIR) range, using CO₂ laser radiation at 10.6μm. In fact, unlike ordinary visible light imaging systems (which cannot see through thick smoke) and unlike conventional thermal imaging techniques (which can see through smoke but are blinded by flames), Infrared Digital Holography allows vision even through an impenetrable curtain of smoke and flames. Vision through smoke is achieved due to the well-known ability of IR radiation to penetrate almost undisturbed through various scattering media in the visible range, like smoke. Vision through flames, on the other hand, is a specific peculiarity of holography, made possible by two different characteristics of this technique: first, since the radiation emitted by the flame is not coherent with laser radiation, it does not contribute to the interferometric pattern which contains all the information on the scene investigated; secondly, holography is a lensless imaging technique, so no image of the flame is focused on the detector surface and any saturation effect is avoided (Figure 5).

Obviously, this result has significant application potential in the field of fire emergency where it could allow rescuers (firefighters, civil protection, etc.) to move safely in scenarios invaded by smoke and flames, helping them identify people/things to be saved. Currently, the technique has been revised using Short Wave IR radiation at 1.55 μm. These wavelengths, widely used in the communications field, offer various advantages. First of all, these wavelengths are considered relatively safe for the eyes. Secondly, compact and robust fiber coupled lasers are available and this means being able to decouple the source from the interferometric system so that the source, which has smaller dimensions than CO₂ lasers, can be carried separately in a backpack while the optical interferometric system can be miniaturized and incorporated into the equipment, by mounting it on a

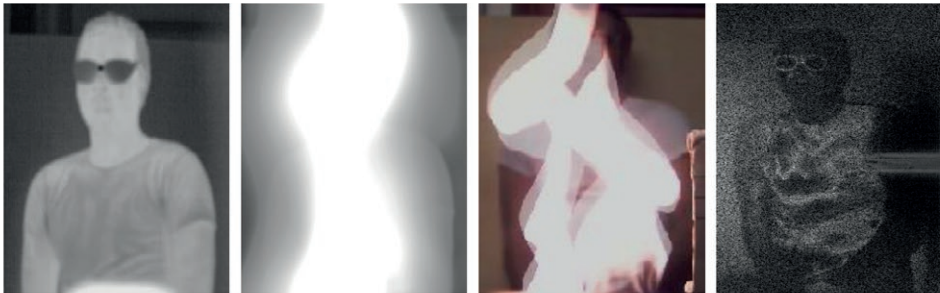


Figure 5. Imaging of a human being seen through stove flames. From left to right, thermographic image without flames, thermographic image with flames, visible image with flames, holographic amplitude image with flames.

rescuer's helmet for example or carrying it by hand like a flashlight. Furthermore, sensors in the SWIR region, such as InGaAs detectors, are highly efficient and this allows the reduction of laser power sent to the investigation scene. Finally, the possibility of reducing the exposure time of the detector down to a few tens of microseconds allows the interferometric fringes to be frozen and, ultimately, allows the system to be portable, despite it being highly sensitive to the vibration interferometric system. The device currently developed at CNR-INO works with a 1W laser source and is able to visualize a 1m diameter scene hidden by smoke and flames within a radius of about 10m. The device in the LWIR region is patented [10] while an Italian patent application has been recently filed for the portable device in the SWIR range [11].

[9] M. Locatelli, E. Pugliese, M. Paturzo, V. Bianco, A. Finizio, A. Pelagotti, P. Poggi, L. Miccio, R. Meucci, P. Ferraro. Imaging live humans through smoke and flames using far-infrared digital holography. *Optics Express* 21 (5) pp 5379–5390 (2013) <http://dx.doi.org/10.1364/OE.21.005379>.

[10] Patent US 9310767 B2.

[11] Italian patent application n. 812023000061572.

3rd Technology -Time-gated imaging probe (+TIP)

By Riccardo Cicchi

Our Time-gated imaging probe (+TIP) offers an optical solution to perform real-time tissue assessment without biopsy in a clinical/surgical scenario. The proposed solution is based on measuring tissue autofluorescence lifetime using a Time-Correlated Single Photon Counting (TCPSC) approach and on real-time data processing for augmented-reality visualization [12] [13] [14].

Autofluorescence measurements are particularly attractive for clinical research, as they exploit the photo-physical properties of endogenous molecules to provide label-free contrast and report structural and functional properties of biological tissues, without the use of potentially toxic exogenous contrast agents. Consequently a detailed structural, metabolic and molecular characterization of the tissue under investigation is provided (Figure 6 a), b) and c)).

The information provided by the approach proposed is extremely useful in a clinical scenario as it can be used to: i) facilitate the early diagnosis of a lesion without any tissue biopsy; ii) outline tumor resection margins; iii) monitor the response to a specific therapy; iv) predict outcomes and improve prognostic accuracy. To be precise, the approach proposed permits the rapid identification and characterization of tissues from structural, metabolic and molecular perspectives, adding both sensitivity and specificity to the clinical examination. In addition, autofluorescence lifetime measurements can provide guidance for the surgeon,

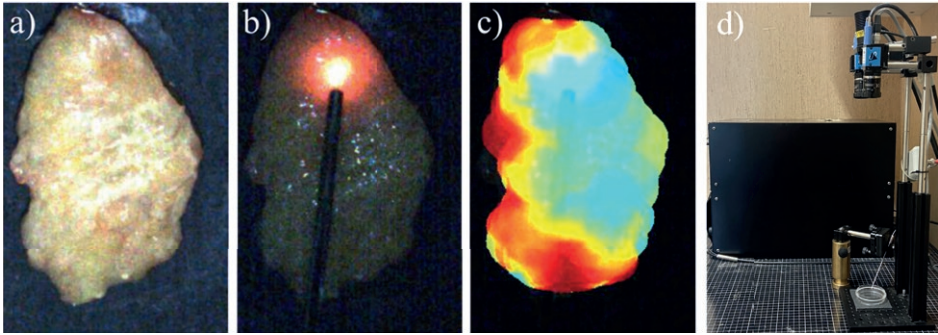


Figure 6. An example of the structural, metabolic and molecular information provided by +TIP technology during the examination of a tissue biopsy of pancreatic cancer (a), shown together with the fiber probe during acquisition (b) and represented as augmented reality on a color-coded scale (c). (d) shows the lab prototype developed and now in use for measurements on liver, colon and pancreatic cancer specimens.

reducing the number of unnecessary biopsies. +TIP technology could also play a key role in follow-up therapy through surveillance targeting the early detection of recurrence through the identification of accurate predictors of pathological response, thanks to the *in situ* structural, metabolic, morphological and molecular assessment of cells and tissues.

The technology proposed offers significant advantages over the current state-of-the-art and standard clinical methods. First, the technique based on autofluorescence lifetime is label-free and does not require the administration of exogenous contrast agents. A major limitation of TCSPC is its inability to distinguish fluorescence photons from background photons, e.g. from ambient room light or direct bright-field illumination, which makes TCSPC measurements impractical under bright background light conditions. In our solution, fluorescence and background photons can be temporally separated in order to guarantee both sample illumination and a background-free fluorescence signal. Furthermore, data processing takes place in real-time and the results can be displayed as augmented-reality in digital devices. In short, the technology proposed allows the acquisition of the autofluorescence signals emitted by endogenous fluorophores under bright background conditions and representing the structural, metabolic and molecular information as augmented reality in digital devices after real-time data processing. This provides an immediate advantage for the deployment of the technology in a surgical scenario, as the surgeon has immediate access to structural, metabolic and molecular information using a method compatible with many clinical procedures.

Currently, a lab prototype (Figure 6 d)) has been developed and is undergoing testing on liver, colon and pancreatic cancer specimens in collaboration with the clinicians of the University of Florence. The maturity level of the technology proposed is now on a TRL4/5. A budget of about 350/400 keur is required for reaching a TRL7.

In conclusion, the method presented here will establish a new framework of research and innovation that can boost routine clinical deployment of TCSPC-based autofluorescence lifetime measurements.

- [12] J.L. Lagarto, V. Shcheslavskiy, F.S. Pavone, and R. Cicchi, Real-time fiber-based fluorescence lifetime imaging with synchronous external illumination: A new path for clinical translation, *J Biophoton* 12, e201960119 (2019)
- [13] J.L. Lagarto, V. Shcheslavskiy, F.S. Pavone, and R. Cicchi, Simultaneous fluorescence lifetime and Raman fiber-based mapping of tissues, *Optics Letters* 45, 2247-2250 (2020)
- [14] J.L. Lagarto, F. Villa, S. Tisa, F. Zappa, V. Shcheslavskiy, F.S. Pavone, and R. Cicchi, Real-time multispectral fluorescence lifetime imaging using Single Photon Avalanche Diode arrays, *Scientific Reports* 10, 8116 (2020)

4th Technology -NIR Ceramic laser amplifier to enhance manufacturing processes and develop innovative theranostic approaches

By Leonida A. Gizzi

Recent advances in high power laser applications, like laser-plasma acceleration and related user-oriented, compact light sources, as well as laser-driven fusion, call for the development of a new generation of broadband and short pulse lasers with high average power and repetition rate. High peak and average power laser systems can be realized by exploiting the advantageous properties of thulium-doped laser active materials, characterized by a long energy storage lifetime of up to 15ms, broadband emission, and absorption spectrum that allows direct diode pumping instead of the old flashlamp pumping, and the possibility to use the multi-pulse extraction technique [15].

Our innovative thulium amplifier is designed for multi kW average power, pulse durations of less than 100 fs and pulse repetition frequency of 1 kHz. These characteristics make it an ideal tool for enhancing manufacturing processes, for the industrial treatment of materials and functionalization of surfaces. The biomedical field is undoubtedly the other main application of this class of amplifiers, for innovative theranostic approaches. More in detail, laser-driven acceleration of electrons with energy in the range ~100–250 MeV and repetition rates in the range ~0.1–1 kHz offers a very promising route to novel radiotherapy protocols, possibly taking advantage of the recently discovered FLASH effect that opens new perspectives for high precision tumor treatment and reduced side effects on surrounding healthy tissues. An experimental platform is available at INO for the development of this novel laser technology, to test the optical, thermal, mechanical modelling and application aspects related to laser-matter interaction, and therefore to the generation of plasmas and compact, high gradient particle acceleration.

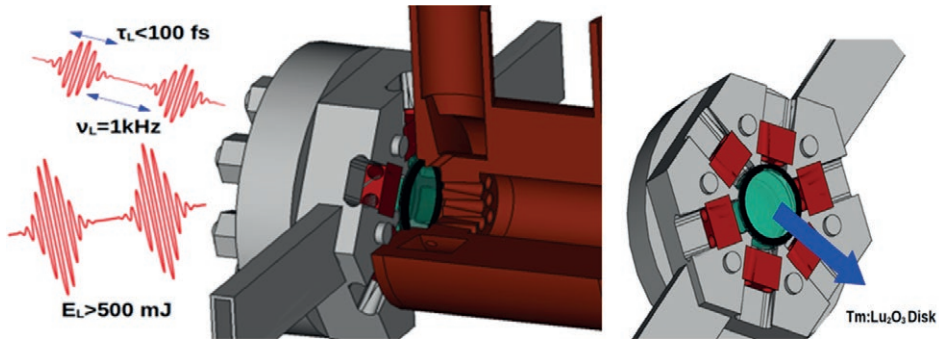


Figure 7. Cutaway scheme of the amplifier. The rear cooling is presented in copper. The jet-plate is placed just behind the disk. Fiber-holders are shown in red while the rectangular pipes represent the inlet and the outlet of the frontal cooling. On the right, the active-medium disk with a radius of 6 mm is shown in green. Pumping fiber holders, shown in red, are arranged in a hexagonal structure. A total of 12 fibers are used.

- [15] Tamer et al., “1 GW peak power and 100 J pulsed operation of a diode-pumped Tm:YLF laser,” *Opt. Express* 30, 46336-46343 (2022).
- [16] D. Palla et al., “A model for pumping optimization in edge-pumped disk amplifiers”, *Optics & Laser Technology*, 156, 108524 (2022).

Final Remarks

The event was disseminated/advertised in the mailing list of the Competence Center Artes4.0 of which CNR and LENS are members, on social channels (such as LinkedIn) and to a target audience (specific industrial partners) identified by CNR-INO researchers. The result has been an event of particular resonance in terms of participants, most of whom online, with some in person. The decision to opt for a mixed event both online and face-to-face was taken to met the needs of companies with tight deadlines while guaranteeing effective, interactive and immersive actions. Each talk/pitch was followed by a question time. Last but not least, it was useful for sharing scientific enhancement between researchers working in different teams. So the event had two important outcomes, one external and one internal, confirming the importance of sharing knowledge at all levels.

The event generated interest in a fairly diverse audience comprising regional officials involved in technology transfer and innovation initiatives, large associations, such as sections of Confindustria, and companies in general with which the CNR-INO already had ongoing collaborations.

Lastly, we had the unique pleasure and opportunity of having Professor Lucia Ronchi Abbozzo, daughter of our founder, as a very special participant.

Given the success of the first VRC, we are looking forward to the organization of other events based on the model described in this paper, to present further technologies and research.

Notes

¹ Industry 4.0 Competence Center on Advanced Robotics and enabling digital Technologies & Systems, <https://www.artes4.it/en/>

² The PRISMA (Prato SMart Industrial Accelerator) Project is part of the funding granted by Ministry of Business and Made in Italy (MIMIT) in the context of the Emerging Technologies Houses, <https://www.prismaprato.it/it/pagina1706.html>

³ <https://www.photonhub.eu/>

⁴ https://www.ino.cnr.it/wp-content/uploads/2023/08/Schede-Tecnologiche_Vasco_Ronchi.pdf



New Physics from the Sky

Galileo Galilei Institute – Arcetri – October 04 – Novembre 12, 2021

Organisers

Raffaele Tito D’Agnolo (IPhT CEA/Saclay)

Cora Dvorkin (Harvard University)

Michael Geller (Tel Aviv University)

Diego Redigolo (CERN-INFN Florence)

Filippo Sala (LPTHE Paris)

Javi Serra (TUM Munich)

Raman Sundrum (University of Maryland)

Abstract. The LHC and direct detection experiments have had the most interesting possible outcome: the observation of a Higgs boson in isolation. This has left a void in theoretical particle physics, making the traditional questions on the origin of the weak scale and on the nature of dark matter deeper and more confusing than ever. The field has responded by producing a number of ideas that trace the answer to these questions to the early history of the Universe. At the same time, a number of new probes of the evolution of the Universe are planned or are already recording data. This calls for a meeting place where particle physicists, astrophysicists and cosmologists can join forces to refine theoretical ideas, find new experimental targets and benefit from the expertise needed to answer the most pressing questions in fundamental physics. This workshop offered the particle physics community access to a wealth of present and future cosmological data. It also gave, to the astrophysics and cosmology communities, an overview of the latest ideas that connect their disciplines to the fundamental laws of particle interactions.

Keywords. Beyond the standard model, astrophysical tests of fundamental physics, cosmological tests of fundamental physics, dark matter, fine-tuning problems, (primordial) gravitational waves.

Topics

The scientific theme was broadly defined by the title ‘New Physics from the Sky’. It dealt with the progress that existing and upcoming astrophysical and cosmological data can induce on questions of fundamental physics, like the origin of dark matter, of the hierarchy between the electroweak and Planck scales, or of the apparent absence of CP violation in strong interactions. The workshop was organised over five weeks, each on a specific topic, plus a sixth week covering all of them:

1. Dark Matter
2. Astrophysics
3. Cosmic coincidences
4. Low- and high-redshift cosmology
5. Gravitational waves
6. Symposium

Context and Motivations

A vigorous experimental program will dramatically extend our understanding of the history of the Universe within the next ten years. The Cosmic Microwave Background (CMB) will be probed with unprecedented accuracy and we will increase our knowledge of the Milky Way a hundredfold. A vast effort is underway to probe the structure of the Universe at redshifts between roughly 2 and 20, and the blooming field of gravitational wave astronomy will offer us yet another window on the early Universe. This is a series of momentous events that will not only have an unprecedented impact on astrophysics and cosmology but also on particle physics.

These events also represent a shift from the past few decades, in which most of the progress in particle physics was made with colliders. Indeed, while the Large Hadron Collider (LHC) has established the Standard Model at a spectacular precision, it has not delivered clear signals for the needed physics beyond the standard model. Many physicists have started to turn their gaze to the Sky in search for answers to the open questions in fundamental physics.

Furthermore, the most appealing explanations for the origin of the weak scale and the nature of dark matter are under attack by experiment, leaving some of the most urgent questions in the field more open than ever. This has stimulated a number of new paradigms for dark matter, as well as for tying the weak scale to the early cosmological evolution of our universe. Many of these new theories can be tested in cosmology and astrophysics in the immediate future.

It was extremely timely to bring the theoretical particle physics, cosmology and astrophysics communities together at the GGI around these topics, offering plenty of excellent opportunities for cross-fertilisation between all these fields.

Attendance and Scientific Activities

This workshop was the third organised at GGI in 2021, and the second to also take place in person (in addition to online, for a mixed format), after the covid-19 measures were relaxed. It was attended by 87 participants in person, and by many more online. Each week was attended by at least 23 participants in person.

Two distinguished scientists attended the workshop supported by the Simons Foundation: Asimina Arvanitaki (four weeks) and Geraldine Servant (two weeks). Junior participants (PhD and postdocs) in person accounted for just over 50% of the total and participated very actively in the various sessions. Overall, the event was lively, the discussions were engaging and very participated, and the feedback received was extremely positive.

Those who participated in person were selected from a pool of around 150 applicants. The selection process had to be constantly monitored and updated because of the many, mostly covid-related, cancellations and shortened stays.

These included two would-be Simons fellows, which meant that we were able to use Simons support for only two participants. The fact that, despite these many covid-induced troubles, we managed to fill the maximum capacity of the GGI for almost every week is a possible indication of the resonance of the workshop in the community. As far as online participation is concerned, we received about 200 applications, which were all accepted.

The schedule was kept purposely light for every weeks, including the symposium, so that participants had plenty of discussion time. Each week started with a ‘Gong-show’ on Monday morning, during which all those participating in person had up to a minute to introduce themselves and the themes of their recent interest. This allowed them to start getting to know each other and break the ice, and for some participants it served as a scientific discussion starter.

The five workshop weeks hosted one or two seminars a day, which, together with the discussions that followed, lasted up to two hours in total. Speaker names were proposed by the organisers among the in-person participants. Each week, the organisers encouraged the participants to propose discussions around a topic, to be attended (if possible) by all participants. The resulting activities were proposed and led by Stefan Vogl (week one), Asimina Arvanitaki, Savas Dimopoulos and Giovanni Villadoro (week three), Giovanni Villadoro (week five), Paolo Creminelli and Tomer Volansky (week six), and most of them were very well received, stimulating further informal discussions. The workshop, in coordination with the GGI Tea Breaks, also hosted a special seminar by Savas Dimopoulos, who shared his personal view of what we have learned from half a century of Beyond-the-Standard Model theory and searches.

The final Symposium hosted between two and four seminars a day, followed by a structured discussion. Each day of the Symposium roughly covered the topic of one of the preceding weeks. Most speakers and discussion leaders of the final Symposium were invited several months in advance and, due to the uncertain covid-situation back then, we were able to draw up a plan with roughly half of the speakers attending in person and half online.

All the seminars and the following discussions were streamed. The recordings are available on the GGI YouTube channel.

Selected results

The new results presented at the workshop and the engaging discussions triggered by many of them confirmed the workshop’s motivation and timeliness on the frontiers astrophysics, cosmology and particle physics. In terms of astrophysics, the results went from new detection techniques for light dark matter candidates, with stellar basins for example (see Figure 1), to novel X-ray probes of axion physics. In terms of cosmology, they touched both phenomenological aspects, such as

the new lessons primordial gravitational waves could teach us about fundamental physics, and model-building ones, such as new connections between phase transitions and dark matter. On a more theoretical level, the workshop hosted and offered a platform to most leading figures of the novel approaches to the hierarchy problem, which tie the weak scale to the evolution of the early universe. It is perhaps not an exaggeration to say that the resulting discussions, beyond being extremely instructive, played a role in shaping the future of this research direction.

Final considerations

We are on the brink of a new data-driven era in cosmology. This was the best time to bring different communities together and pave the way for the next discovery in fundamental physics. Based on our personal impressions as organisers, on the excitement and enthusiasm surrounding the numerous scientific discussions, and on the positive feedback received from the participants, we think that this was a very successful workshop. We guaranteed active participants with profiles consistent with the specific topic of each week, ranging from particle physicist model-builders to experts in astrophysics and cosmology. Last but not least, to our knowledge this was the first post-covid workshop to be held in person, worldwide, centred on physics beyond the Standard Model, an aspect which also contributed to its success. We hope that this event contributed to consolidating the GGI's excellent reputation for long topical workshops.

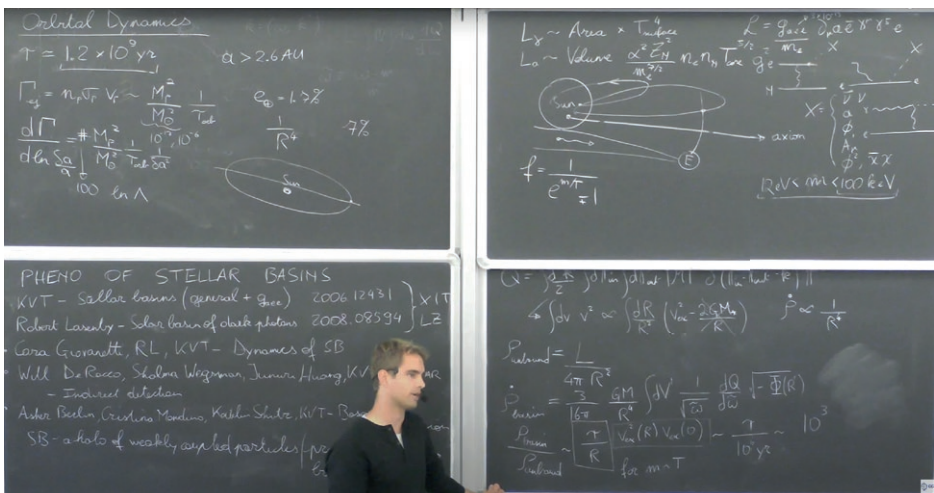


Figure 1. Talk by Ken Van Tilburg on “Phenomenology of stellar basins” recorded and available on the GGI YouTube channel.



Giornata in ricordo di Claudio Chiuderi

Place and date:

Firenze, Arcetri, 14th November 2022

Organisers:

Department of Physics and Astronomy, Università degli Studi di Firenze
Arcetri Astrophysical Observatory, INAF – Istituto Nazionale di Astrofisica

Luca Del Zanna¹, Francesca Bacciotti²

¹Department of Physics and Astronomy, Università degli Studi di Firenze

²INAF- Arcetri Astrophysical Observatory

Abstract. Claudio Chiuderi sadly passed away on the 30th of June 2022. A few months later in Arcetri friends and colleagues honoured his memory in an event described in this contribution. Claudio was the father of Italian research into astrophysical plasmas and, for many ex-students, simply THE professor, a mentor, a colleague and a friend.

Keywords. Plasma astrophysics.

Claudio Chiuderi was born in Trieste in 1936. He graduated in Physics at Università degli Studi di Firenze in 1960, and was appointed for an early teaching position in nuclear physics at the same University. In New York with his beloved wife Franca Drago (also an astronomer and colleague) from 1968 to 1970, he developed an interest in a new branch of research, plasma physics, and in the possible applications to astrophysics. Back to Italy, he began teaching Astrophysics at Florence University and Plasma Physics at the Scuola Normale Superiore in Pisa, where he accompanied the first students to work on this novel topic. Claudio initiated and maintained many international collaborations, with colleagues in Meudon (Paris), Nice, Utrecht, St. Andrews, to name but a few. He had important appointments for ASI and ESA was scientific *attaché* at the Italian embassy in Paris for four years. In 1980 he became Full Professor at Florence University and continued teaching his famous Astrophysics course, which fascinated so many students, until his retirement and beyond. He continued pursuing his institutional, teaching and scientific activities until 2011.

Claudio was a key figure at Florence University, where he held in several important positions, including the directorship of the Astronomy and Space Science Department, on Arcetri hill, initially at the Astrophysical Observatory, and later at the Garbasso building. Claudio and his colleague Franco Pacini, Director

of the Observatory, were undoubtedly the most representative and influential researchers in astrophysics in Florence, even after the transfer of the Department of Physics and Astronomy to the scientific campus of Sesto Fiorentino. For many former students, like the authors of this brief report, Claudio simply was THE professor. His lectures were at the same time fascinating, rigorous, and extremely clear, despite the complexity of the subject. Many of his former students decided to choose a thesis in astrophysics or plasma physics with Claudio as supervisor, and he has always provided support for the completion and continuation of their studies and excellent advice for their early career.

Claudio's legacy is nowadays represented by the Arcetri Space and Astrophysical Plasma group of the Department of Physics and Astronomy, one of the leading groups on the subject worldwide. We were lucky to see Claudio recently, in November 2021, when he came for one day at the annual Arcetri Workshop on Plasma Astrophysics, managing to meet several ex-students and colleagues, some of them now working abroad. Given the audience and the topic, we thought we would dedicate the 2022 edition of that workshop to Claudio's memory, and we invited the family, friends, ex-students and ex-colleagues at the opening day of the meeting, on Monday 14th November. Many of us had the chance share memories, pictures, anecdotes. After the institutional welcome of the Department of Physics and Astrophysics by A. Marconi and G. Risaliti, and by the Director of Arcetri Observatory S. Randich, speeches were made by Claudio's son Sergio, by former University Rector P. Blasi, and by many former colleagues and friends: L. Del Zanna, F. Bacciotti, M. Landini, A. Righini, F. Pegoraro, G. Einaudi, P. Veltri, R. Giachetti, P. Boncinelli, S. Landi, R. Bandiera, M. Romoli, M. Velli, and W. Matthaeus.

All the participants and speakers remembered Claudio's great human qualities and his many cultural interests, like classical music, reading and even writing, from plasma physics to personal stories and original novels. His love of touring and skiing was also mentioned. Lastly, it was remembered how his passion for teaching went far beyond his professional duties: Claudio was very active in giving lectures in high schools, at public events and even to convicts. His love of teaching and extreme respect for the students will always be remembered and honoured, with most of his former students, now professors themselves, endeavouring to adopt the same attitude and transmit his precious legacy to future generations.

Ciao Claudio, thank you from us all!



Claudio at the teacher's desk in the Garbasso building in 2006, and near the 'Fermi well', with former students and colleagues, during the Arcetri Workshop on Plasma Astrophysics in November 2021.



Il Colle di
Galileo

SHE-SCIENCE. La scienza al femminile

Scienziate e scienziati, artiste e artisti per approfondire il contributo delle donne nella scienza

Scientists and artists to analyse women's contribution to science

Pietro Centorrino, Valeria D'Ambrosio

Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics INFN, Sistema Museale di Ateneo UNIFI

Parole chiave. Scienza, donne, arte, gender gap, Galileo Galilei, luna, musica, sostenibilità.

Nato dalla collaborazione tra il Galileo Galilei Institute (GGI) e il Sistema Museale di Ateneo (SMA), “SHE-SCIENCE. La scienza al femminile” è il primo evento organizzato nell’ambito di GGPaths – *Sulle tracce di Galileo Galilei: sentieri di scienza ad Arcetri*, un progetto di alta formazione di Regione Toscana, co-finanziato dall’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dalla Fondazione Cassa Risparmio Firenze. Tale progetto, su cui stiamo lavorando attivamente, prevede la creazione di un percorso di divulgazione scientifica attraverso linguaggi accessibili a pubblici non specialisti. All’interno di questo, Villa Galileo si presenta come *genius loci* di trasmissione del sapere, spazio aperto alla condivisione della scienza. L’ampia disponibilità e varietà di spazi, che solo in minima parte sono stati allestiti in modo da offrire uno spaccato sulle abitudini dello scienziato

Keywords. Science, women, art, gender gap, Galileo Galilei, moon, music, sustainability.

Born from the collaboration between the Galileo Galilei Institute (GGI) and the Sistema Museale di Ateneo (SMA), “SHE-SCIENCE. La scienza al femminile” is the first event organised within the framework of GGPaths – *In the footsteps of Galileo Galilei: paths of science at Arcetri*, a higher education project of the Tuscany Region, co-funded by the National Institute of Nuclear Physics (INFN) and Fondazione Cassa Risparmio Firenze. We are actively working on this project, which envisages the creation of an itinerary for the dissemination of science using a vocabulary that is accessible to non-specialist audiences. Within this, Villa Galileo offers itself as a *genius loci* for the transmission of knowledge, a space open to the sharing of science. The extensive availability and variety of spaces, only a small part of which have been set up to offer an insight into the habits of scientists and the life of the time, makes the Villa an excellent location for co-creation activities, workshops, laboratories and performance

e sulla vita del tempo, rende la Villa luogo ottimale per attività di co-creazione, workshop, laboratori ed eventi performativi. Ed è qui che “*SHE-SCIENCE. La scienza al femminile*” ha avuto luogo il 21 ottobre 2022, con l’obiettivo di approfondire una narrazione multidisciplinare intorno al contributo delle donne in campo scientifico per incentivare il coinvolgimento di giovani ricercatrici in questo settore. L’evento è stato pensato come un programma culturale a corredo dell’evento annuale del GGI *Women in Theoretical Physics* per il conferimento del Premio Milla Baldo Ceolin alle migliori tesi redatte da studentesse per la laurea magistrale in Fisica Teorica.

SHE-SCIENCE è stato inserito nel Calendario OFF del Festival *L’eredità delle Donne* diretto da Serena Dandini e ha permesso al pubblico di fruire liberamente delle stanze, dei cortili e del giardino di Villa Galileo, per un intero pomeriggio di racconti, esperimenti e spettacoli. Il programma è stato diviso in tre momenti che hanno accompagnato il pubblico nella scoperta di una serie di importanti scienziate del passato, così come dei numeri preoccupanti del gap di genere nelle discipline scientifiche che rimane tutt’oggi una questione cruciale aperta.

Per la rubrica *Racconti di Scienza e Arte*, giovani scienziate e scienziati, artiste e artisti sono stati invitate/i a portare il proprio contributo sul tema della giornata.

Ha partecipato *WeSTEAM*, una rete di scienziate (S), tecnologhe (T), ingegnere (E), artiste (A) e matematiche (M), di cui fa parte Edwige Pezzulli, che ha condotto una riflessione sul rapporto tra scienza e genere. Nonostante le buone intenzioni il gap di genere nelle scienze, ma specialmente in fisica, rimane una realtà. Non è difficile immaginare il perché: oltre agli stereotipi di genere, lo scienziato

events. And it is here that “*SHE-SCIENCE. La scienza al femminile*” was held on 21 October 2022, with the aim of exploring a multidisciplinary narrative around the contribution of women to science in order to encourage the involvement of young female researchers in this field. The event was conceived as a cultural programme to accompany the annual GGI *Women in Theoretical Physics* event for the awarding of the Milla Baldo Ceolin Prize to the best theses written by female students for their Master’s degree in Theoretical Physics.

SHE-SCIENCE was included in the OFF Calendar of the Festival *L’eredità delle Donne* (Women’s Heritage) directed by Serena Dandini, and allowed the public to freely enjoy the rooms, courtyards and garden of Villa Galileo, for an entire afternoon of stories, experiments and entertainment. The programme was divided into three moments which accompanied the public on a journey to discover a series of important female scientists from the past, as well as the worrying numbers of the gender gap in scientific disciplines, which continues to be a key problem today.

For the *Racconti di Scienza e Arte* (Tales of Science and Art) segment, young scientists and artists were invited to bring their contribution on the theme of the day.

WeSTEAM, a network of female scientists (S), female technologists (T), female engineers (E), female artists (A) and female mathematicians (M), of which Edwige Pezzulli is a member, led a reflection on the relationship between science and gender. Despite all good intentions, the gender gap in science, especially physics, continues to be a reality. It is not hard to imagine why: in addition to gender stereotypes, scientists are seen and imagined as lonely old

è visto e immaginato come un uomo, anziano, solo, e con i capelli spettinati. Sicuramente un tipo di narrazione diversa, che proponga e porti alla luce il ruolo delle scienziate, contribuirà a rompere questa idea ormai antiquata della ricerca.

Claudia Fasolato, con l'associazione *The Science Zone* composta da scienziate, ricercatori, educatrici e divulgatori di diverse discipline scientifiche, ha raccontato di pratiche sperimentali svolte in alcune scuole secondarie di Roma dove, attraverso una serie di incontri vengono illustrate le biografie di scienziate ed esplorate le loro scoperte con esperimenti interattivi. Questo con l'obiettivo di riscoprire il ruolo delle donne nella storia della scienza ma anche per proporre un diverso approccio alla didattica, con laboratori basati sull'esperimento e sulla collaborazione.

Luigi Conte ha ricondotto la questione del *gender gap* nel mondo scientifico alla gestione degli adattamenti ai cambiamenti climatici attraverso la presentazione di una serie di video-interviste raccolte nel 2022 a quattro scienziate indigene provenienti da quattro continenti diversi, all'interno del progetto "*Boosting Green Education*" per proporre una scienza che sia decolonizzata dalle dinamiche di profitto e in ascolto dei territori e delle persone che lì vivono. Usare quindi la scienza come strumento a disposizione di chi tutela e protegge le coltivazioni, le aree naturali, di chi si prende cura delle comunità. Purtroppo, ancora oggi questa cura è appannaggio del lavoro (spesso non retribuito) delle donne.

La scienza al femminile è rappresentazione del mondo, della sua complessità e delle sue contraddizioni, aspetti che l'arte sa cogliere. Di questo ci ha parlato il collettivo di artiste *FAMA. Four Artists for a Metastable Art* composto da Valentina Lapolla, Rachel Morellet, Eva Sauer e Tatiana Villani, ha riportato esperienze

men with messy hair. Surely a different kind of narrative, one that proposes and highlights the role of female scientists, will help break this outdated idea of research.

Claudia Fasolato, with *The Science Zone*, an association of scientists, researchers, educators and communicators of various scientific disciplines, spoke about experimental practices in a number of secondary schools in Rome where a series of meetings are held to present the biographies of female scientists and explore their discoveries with interactive experiments. The aim is to rediscover the role of women in the history of science, but also to propose a different approach to teaching, with workshops based on experimentation and collaboration.

In his presentation of a series of video interviews collected in 2022 with four indigenous female scientists from four different continents, as part of the "*Boosting Green Education*" project, Luigi Conte traced the issue of the gender gap in the world of science back to the management of adaptations to climate change. The idea is to use science as a tool to protect and preserve crops and natural areas, and to provide care for communities. Unfortunately, this kind of care is still mostly left to (often unpaid) women.

Science seen from the female perspective is a representation of the world in its complexity and contradictions, aspects that can be captured by art. This was the subject of the intervention by the female art collective *FAMA. Four Artists for a Metastable Art*, made up of Valentina Lapolla, Rachel Morellet, Eva Sauer and Tatiana Villani, who talked about practices of hybridisation between art and science, describing the metastability and the dynamic equilibrium that guides living systems, as a means of representing the world.

di pratiche di ibridazione tra arte e scienza per raccontare la metastabilità e l'equilibrio dinamico che guida i sistemi viventi, come mezzo di rappresentazione del mondo nelle sue complessità e contraddizioni.

Il secondo momento del programma era, invece, dedicato alle esperienze pratiche con Pietro Centorrino e Noemi Massetti. Divisi in due sezioni, *Storia ed esperimenti di fisica teorica* e *Storia ed esperimenti dallo spazio*, i due scienziati hanno accompagnato il pubblico nella riscoperta di Hedy Lamarr, attraverso un laboratorio sulla trasmissione dei segnali; Margherita Beloch Piazzolla, madre della fotogrammetria, in un esperimento dove è stato valutato il grado di scioglimento dei ghiacciai e della deforestazione dall'analisi di immagini satellitari; Emmy Noether, la matematica che è riuscita a tracciare la fondamentale relazione tra simmetrie e leggi di conservazione, con una divertente esperienza sulle bolle di sapone; infine, i più piccoli hanno conosciuto la storia di Ipazia e imparato a costruire parabole ed ellissi.

L'evento si è infine concluso con un ultimo momento pensato come tributo al padrone di casa con una lettura concertante dedicata al candore della Luna. Nel 1640, poco prima di morire isolato nella sua dimora di Arcetri, Galileo ormai cieco detterà un lettera, poi inviata al Principe Leopoldo di Toscana, per informarlo delle sue teorie sul candore dell'astro più amato da artisti e poeti, simbolo per eccellenza della sfera femminile. *Sul candore della luna* è un testo in cui Galileo confuta le tesi di Fortunio Liceti rispetto alla natura della luce secondaria della luna. Lo spettacolo ha visto alternarsi letture di estratti recitati da Lara Bertoli a intermezzi musicali condotti dal pianista e compositore

The second part of the programme was dedicated to practical experiences with Pietro Centorrino and Noemi Massetti. Divided into two sections, *History and Experiments in Theoretical Physics and History and Experiments from Space*, the two scientists accompanied the audience on a rediscovery of Hedy Lamarr, through a workshop on signal transmission; Margherita Beloch Piazzolla, the mother of photogrammetry, in an experiment in which the degree of glacier melting and deforestation were assessed by analysing satellite pictures; Emmy Noether, the mathematician who succeeded in tracing the fundamental relationship between symmetries and the laws of conservation, with a fun experience involving soap bubbles; and lastly, young children were introduced to the story of Hypatia and learned how to create parabolas and ellipses.

The event ended with a final moment designed as a tribute to Galileo with a group reading dedicated to the paleness of the Moon. In 1640, shortly before his death isolated in his home in Arcetri, the scientist, who by then was blind, dictated a letter, to Prince Leopold of Tuscany, informing him of his theories on the brightness of the celestial body most beloved by artists and poets, symbol par excellence of the female dimension. *Sul candore della luna* is a text in which Galileo challenges Fortunio Liceti's theories on the nature of the moon's secondary light. The performance alternated readings of excerpts by Lara Bertoli with musical interludes conducted by pianist and composer Cesare Picco, who used a handmade copy of an 18th century clavichord combined with electronic sounds for the occasion. Picco introduced the audience to what were most probably the sounds that Galileo listened to in that house, sounds produced by an instrument that was very much in vogue between the Middle Ages and the 18th century.

Cesare Picco che per l'occasione ha utilizzato una copia, fatta a mano, di un clavicordo del XVIII secolo combinato con suoni elettronici. Picco ha infatti introdotto il pubblico a quelli che, molto probabilmente, sono stati i suoni che Galileo ascoltava in quella casa, suoni prodotti da uno strumento molto in voga tra il Medioevo e il '700.

Il candore non è altro che la riflessione dei raggi solari sulla Terra che arrivano ad illuminare la superficie della Luna, in altre parole, un chiaro di Luna che sul nostro satellite diventa chiaro di Terra. Oggi possiamo studiare il nostro pianeta osservando il suo riflesso sulla Luna: l'intensità della luce che la Terra riflette dipende dal suo colore, principalmente dato dalla copertura nuvolosa, cambiando il colore varia la riflettanza e di conseguenza il candore lunare. Gli studi sulla luce riflessa dalla Terra possono essere utilizzati per mostrare come la copertura nuvolosa della Terra varia nel tempo, un importante fattore climatico.

Molte sono le cose che possiamo comprendere osservandone il riflesso, reale e metaforico. Come emerso con SHE-SCIENCE, le sofferenze e gli ostacoli che le donne hanno dovuto subire sono il riflesso di una società sessista e patriarcale: nomi maschili per nascondere la propria identità, mancanza di accesso agli studi, discriminazioni e violenze. L'oppressione che le donne hanno subito e continuano a subire è forse la più antica e difficile da sradicare e l'esperienza storica delle donne nella scienza è solo un tenue candore delle loro lotte secolari. Le poche che sono riuscite ad affermarsi sono un bagliore che non va glorificato come eccezionale, per quanto importante, ma che dovrebbe farci interrogare su come normalizzarlo, perché l'impatto del loro lavoro sia riconosciuto e l'accesso a quel-

The brightness is nothing more than the reflection of the sun's rays on the Earth that lights up the Moon's surface, in other words, Moonlight becomes Earthlight on our satellite. Today, we can study our planet by observing its reflection on the Moon: the intensity of the light reflected by the Earth depends on its colour, given mainly by the cloud cover; as the colour changes, the reflectivity and consequently the moon's brightness varies. Studies of the Earth's reflected light can be used to show how the Earth's cloud cover, an important climatic factor, varies over time.

There are many things we can understand by observing the reflection, both real and metaphorical. As revealed with SHE-SCIENCE, the suffering and obstacles women have had to endure are a reflection of a sexist and patriarchal society: male names to hide their identity, discrimination, violence and a lack of access to education. The oppression that women have suffered and continue to suffer is perhaps the oldest and most difficult to eradicate, and the historical experience of women in science is only a faint glimpse of their age-old struggles. The few women who have succeeded are a shining light that should not be glorified as exceptional, however important, but should make us question how to normalise it so that the impact of their work is acknowledged and access to what are still considered almost exclusively male-dominated fields is guaranteed.

INFN "Milla Baldo Ceolin" National Prize

The National Institute of Nuclear Physics launched the "Milla Baldo Ceolin" National Prize in 2020 for authors of the best Master's dissertations in the field of Theoretical Physics, con-

li che, ancora oggi, vengono considerati campi ad appannaggio quasi esclusivamente maschile sia garantito.

Premio Nazionale INFN "Milla Baldo Ceolin"

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ha istituito nel 2020 il Premio Nazionale "Milla Baldo Ceolin" per le autrici delle migliori tesi di Laurea magistrale nel campo della Fisica Teorica inerenti le tematiche d'interesse della Commissione Scientifica Nazionale IV (Teoria dei Campi e delle Stringhe, Fenomenologia delle Particelle Elementari, Fisica Nucleare e Adronica, Metodi matematici, Fisica Astroparticellare e Cosmologia, Fisica Statistica e Teoria dei Campi Applicata). Questo Premio intende incentivare la presenza di giovani ricercatrici in tale settore.

La prima edizione del premio ha visto 10 vincitrici: Anna Balaudo (Univ. Torino), Susanna Barsanti (Univ. Roma1), Erica Bertolini (Univ. Genova), Federica Capellino (Univ. Torino), Fabiana De Cesare (Univ. Roma1), Clara Lavinia Del Pio (Univ. Pavia), Federica Devoto (Univ. Genova), Ersilia Guarini (Univ. Bari), Chiara Savoini (Univ. Milano), Silvia Zanolì (Univ. Milano), che sono tutte attualmente impegnate in dottorati di ricerca in varie università Europee. Per loro il premio ha rappresentato un importante riconoscimento ed uno stimolo per la carriera da ricercatrici. Le vincitrici della edizione 2021 del Premio sono: Angelica Albertini (Univ. Torino), Chiara Calascibetta, (Univ. Roma Tor Vergata), Marienza Caldarola (Univ. Padova), Sofia Maggioni (Univ. Milano Bicocca), Viviana Viggiano (Univ. Bari).

cerning the topics of interest of the National Scientific Commission IV (Field and String Theory, Phenomenology of Elementary Particles, Nuclear and Hadron Physics, Mathematical Methods, Astroparticle Physics and Cosmology, Statistical Physics and Applied Field Theory). The aim of this Prize is to encourage the presence of young female researchers in this field.

The first edition of the prize was awarded to 10 winners: Anna Balaudo (Univ. Turin), Susanna Barsanti (Univ. Rome1), Erica Bertolini (Univ. Genoa), Federica Capellino (Univ. Turin), Fabiana De Cesare (Univ. Rome1), Clara Lavinia Del Pio (Univ. Pavia), Federica Devoto (Univ. Genoa), Ersilia Guarini (Univ. Bari), Chiara Savoini (Univ. Milan), Silvia Zanolì (Univ. Milan), all of whom are currently working on research doctorates at various European universities. The prize was an important acknowledgement for them and an incentive for their careers as researchers. The winners of the 2021 edition of the Prize were: Angelica Albertini (Univ. of Milan): Angelica Albertini (Univ. Torino), Chiara Calascibetta, (Univ. Roma Tor Vergata), Marienza Caldarola (Univ. Padova), Sofia Maggioni (Univ. Milano Bicocca), Viviana Viggiano (Univ. Bari).

The awards ceremony was held in the presence of Antonio Zoccoli, INFN president, who was joined by institutional greetings from the University of Florence and the Region of Tuscany. The award-winners presented the highlights of the research described in their respective dissertations (link for seminars: <https://www.ggi.infn.it/showevent.pl?id=450>) showing just how diverse research in theoretical physics is (ranging from gravitational waves to the study of collective effects in macroscopic quantum systems, from black holes to the study of transport phenomena) and how fundamental it is to the advancement of knowledge.

La giornata di premiazione si è svolta alla presenza di Antonio Zoccoli, presidente INFN, a cui si sono uniti i saluti istituzionali dell'Università degli Studi di Firenze e di Regione Toscana. Le premiate hanno esposto i punti salienti delle loro ricerche descritte nelle rispettive tesi magistrali (link per i seminari: <https://www.ggi.infn.it/showevent.pl?id=450>) mostrando quanto varia sia la ricerca in fisica teorica (spaziando dalle onde gravitazionali, allo studio di effetti collettivi in sistemi quantistici macroscopici, dai buchi neri, fino allo studio di fenomeni di trasporto) e quanto sia fondamentale per il progresso della conoscenza.

Pietro Centorrino. Fisico e insegnante, si occupa di studiare in maniera attiva l'interazione tra scienza e società, sviluppando pratiche didattiche e progetti di scienza partecipata. Attualmente è assegnista di ricerca al Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics dell'INFN di Firenze.

Valeria D'Ambrosio. Storica dell'arte e curatrice d'arte contemporanea, si occupa di valorizzazione del patrimonio culturale e storico-scientifico all'interno di musei e archivi multimediali. Attualmente è assegnista di ricerca al Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics dell'INFN di Firenze.

Pietro Centorrino. A physicist and teacher, he actively studies the interaction between science and society, developing teaching practices and participatory science projects. He is currently a research fellow at the Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics of the INFN in Florence.

Valeria D'Ambrosio. An art historian and contemporary art curator, she works in the field of valorisation of cultural and historical-scientific heritage in museums and multimedia archives. She is currently a research fellow at the Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics of the INFN.



Figura 1. Visual dell' evento SHE-SCIENCE. La scienza al Femminile.

Figure 1. Visual of SHE-SCIENCE. La scienza al Femminile.



Figura 2. Le vincitrici del premio Milla Baldo Ceolin 2021 con Antonio Zoccoli (presidente INFN), Fulvio Piccinini (presidente della CSN4 INFN) e Stefania De Curtis (Direttrice del GGI).

Figure 2. The winners of the Milla Baldo Ceolin 2021 prize with Antonio Zoccoli (INFN president), Fulvio Piccinini (INFN CSN4 president) and Stefania De Curtis (Director of the GGI).



Il Colle di
Galileo

Numero atomico 539.7

Atomic number 539.7

Rosaria Petreti

Università degli Studi di Firenze

Biblioteca di Scienze Tecnologiche

Riassunto. Uno sguardo d'insieme sulla collezione di monografie, romanzi, periodici e rotocalchi dedicata a Enrico Fermi e conservata dalla Biblioteca di Scienze Tecnologiche dell'Università di Firenze presso la sede di Ingegneria.

Parole chiave. Enrico Fermi, Biblioteca di Scienze Tecnologiche dell'Università di Firenze, collezione tematica.

539.7: un numero a prima vista indecifrabile, quattro cifre che si ripetono in maniera pressoché continua sui libri esposti nelle vetrine del Salone Villa Cristina, presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Firenze.

A ben guardarli, questi libri non condividono solo la presenza su molti dei loro frontespizi dello stesso numero enigmatico, ruotano tutti, per ragioni diverse, attorno alla figura di Enrico Fermi (premio Nobel per la fisica nel 1938): sono i componenti del "Fondo Enrico Fermi", donato alla biblioteca di Scienze Tecnologiche dal prof. Giuseppe Pelosi (Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione), che li ha raccolti negli anni assieme a curiosi rotocalchi illustrati degli anni trenta, quaranta, cinquanta e sessanta, per costruire un nucleo documentario incentrato sul profilo del celebre scienziato italiano. Sulla collezione sarà prossimamente pubblicato un contributo all'interno del volume *Il grande Fermi. Lo*

Abstract. An overview on the monographs, novels, journals and magazines collection devoted to Enrico Fermi and hosted by the Technology Library – Engineering branch – of the University of Florence.

Keywords. Enrico Fermi, Technology Library of the University of Florence, themed book collection.

539.7: a number which seems indecipherable at first glance, four digits which are repeated almost continuously on the books displayed in the windows of the Salone Villa Cristina at the School of Engineering of the University of Florence.

On closer inspection, these books not only share the presence of the same enigmatic number on many of their title pages, they all revolve, for different reasons, around the figure of Enrico Fermi (Nobel Prize winner for physics in 1938): they are all components of the "Enrico Fermi collection", donated to the Technology Library by prof. Giuseppe Pelosi (Department of Information Engineering), who has collected them over the years, together with curious illustrated magazines



Figure 1 e 2. Il salone villa Cristina della Scuola di Ingegneria, dov'è ospitata la collezione dedicata a Enrico Fermi.

Figures 1 and 2. Salone Villa Cristina at the School of Engineering, which hosts the collection dedicated to Enrico Fermi.

scienziato come figura pubblica, in uscita per i tipi della SIF-Società Italiana di Fisica. Quest'ultima ha recentemente dedicato un articolo, sul periodico online *SIF Prima Pagina*, all'esperienza di insegnamento di Fermi a Firenze e alla collezione che porta il suo nome ospitata dalla Biblioteca di Scienze Tecnologiche.

I lavori scientifici di Fermi sono ben rappresentati all'interno della collezione, principalmente attraverso la raccolta completa dei suoi articoli, curata tra il 1962 e il 1965 dall'Accademia dei Lincei e dalla University Chicago Press, sotto la su-

from the 1930s, 1940s, 1950s and 1960s, to build a documentary nucleus centred on the profile of the famous Italian scientist. A contribution on the collection will soon be published in the volume *Il grande Fermi. Lo scienziato come figura pubblica*, due for release by the SIF-Società Italiana di Fisica, which recently dedicated an article to Fermi's teaching experience in Florence and to the collection named after him in the Technology Library, in the online magazine *SIF Prima Pagina*.

Fermi's scientific works are well represented within the collection, mainly through the complete collection of his articles, edited between 1962 and 1965 by the Accademia dei Lincei and the University Chicago Press, under the supervision of Emilio Segrè, a collaborator and loyal friend of the scholar. The Italian, US and Russian editions of the work are owned by the library. It is curious to note that the editing of the Russian edition and part of the translation of the text were entrusted to another boy from via Panisperna, Bruno Pontecorvo.

Earlier dated specimens and older books, on the other hand, take us back to the studies of mathematics and physics performed by Fermi from his early teenage years, with Poisson's *Traité de mécanique* (1811), Hvol'son's *Traité de physique* (1906-1927) and Serret's *Treatise on Plane and Spherical Trigonometry* (1898).

The collection also contains biographical works which will satisfy the curiosity of readers who are not well-versed in matters of physics. The best known of these, *Atoms in the Family*, was written by Fermi's wife, Laura Capon. The collection includes US, Italian, Spanish, French and Russian editions. Ample space is also given to Fermi's Florentine period (1924-1926), through publications, co-written by the donor, that are also available through Open Access:

pervisione di Emilio Segrè, collaboratore e fraterno amico dello studioso. L'opera è posseduta nell'edizione italiana, statunitense e russa. Curioso notare come, in quest'ultimo caso, la cura e parte della traduzione del testo fossero stati affidati a un altro ragazzo di via Panisperna, Bruno Pontecorvo.

Esemplari di datazione precedente e libri antichi ci riportano invece agli studi di matematica e fisica che Fermi approfondì fin dalla prima adolescenza, cimentandosi con il *Traité de mécanique* di Poisson (1811), il *Traité de physique* di Hvol'son (1906-1927) o il *Trattato di trigonometria piana e sferica* di Serret (1898).

La collezione potrà soddisfare anche la curiosità dei lettori non addentro alle questioni di fisica, attraverso opere di carattere biografico, la più nota delle quali, *Atomi in famiglia*, venne scritta dalla moglie di Fermi, Laura Capon. La raccolta comprende l'edizione statunitense, italiana, spagnola, francese e russa. Nella collezione viene dato ampio spazio anche al periodo fiorentino di Fermi (1924-1926), tramite pubblicazioni disponibili anche in Open Access e di cui il donatore è coautore: *Enrico Fermi's IEEE Milestone in Florence. For his Major Contribution to Semiconductor Statistics, 1924-1926* e *Enrico Fermi a Firenze. Le «Lezioni di Meccanica Razionale» al biennio propedeutico agli studi di Ingegneria: 1924-1926*.

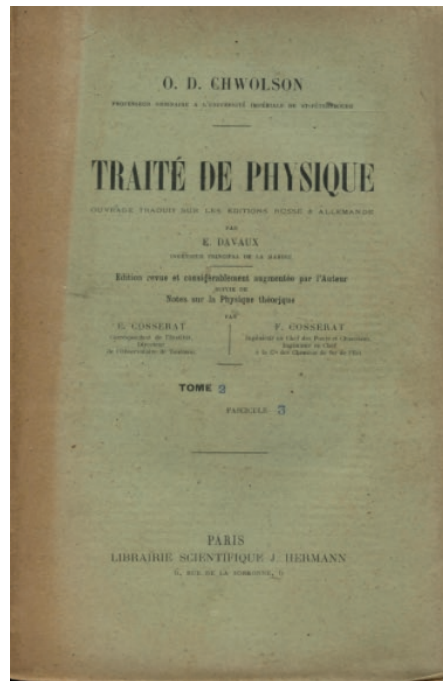
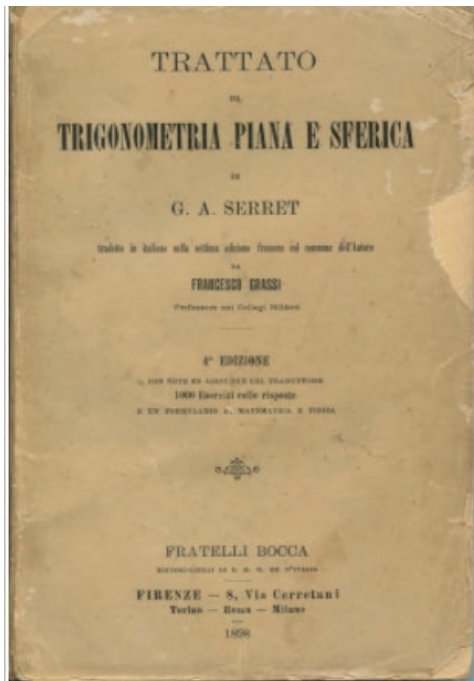


Figure 3 e 4. Copertine degli esemplari dei trattati di Serret e Hvol'son posseduti dalla biblioteca.
 Figures 3 and 4. Covers of the examples of the treatises by Serret and Hvol'son owned by the library.



Figure 5-6-7. Il romanzo di Laura Fermi, *Atomi in famiglia*, nelle edizioni spagnola (1956), russa (1959) e statunitense (1961-2° ed.).

Figures 5-6-7. Laura Fermi's book, *Atoms in the Family*, in the Spanish (1956), Russian (1959) and US versions (1961-2nd ed.).

Un quarto gruppo di pubblicazioni comprende opere di o su collaboratori di Fermi: i generi spaziano dalla raccolta di lavori scientifici (p.e. *La vita e l'opera di Ettore Majorana*, a cura di E. Amaldi e R. Liotta), alla biografia (p.e. *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, di V. Del Gamba), al romanzo.

Completano la collezione un gruppo di opere legate a vario titolo a Fermi – come *Uno scienziato galantuomo a via Panisperna. Pietro Blaserna e la*

Enrico Fermi's IEEE Milestone in Florence. For his Major Contribution to Semiconductor Statistics, 1924-1926 and *Enrico Fermi a Firenze. Le «lezioni di Meccanica Razionale» al biennio propedeutico agli studi di Ingegneria: 1924-1926.*

A fourth group of publications includes works by or about Fermi's collaborators: the genres range from the collection of scientific works (e.g. *La vita e l'opera di Ettore Majorana*, E. Amaldi and R. Liotta – eds), to biographies (e.g. *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, by V. Del Gamba), to novels.

The collection is completed by a group of works linked in various ways to Fermi – such as *Uno scienziato galantuomo a via Panisperna. Pietro Blaserna e la nascita dell'Istituto fisico di Roma*, by M. Focaccia – and a series of periodicals including the aforementioned magazines. Titles such as: *Corriere della Sera* (and its supplements), *Epoca*, *Tempo*, *L'Europeo*, *Oggi* and *La Tribuna Illustrata*.

Amidst news articles and vintage advertisements, we see Fermi as a scientist and also as a social figure: we see him describe the phenomenon of transmutation of the elements in plain and precise language (*Sapere*, n.2 January 1935), participate in the festivities organised by Magneti Marelli in his honour to celebrate the award of the Nobel Prize (*La Moto*, n. 6, December 1938), return to Italy eleven years after fleeing to the United States, to attend the International Physics Congress organised in Como (*Tempo*, n. 38, September 1949). The welcome was that reserved for a member of the international jet-set, complete with escapes to fool journalists and questions about the scientist's future choices: would he be returning to Italy to carry out his research or not?

nascita dell'Istituto fisico di Roma, di M. Focaccia – e una serie di periodici in cui sono inclusi i rotocalchi sopracitati. Sono rappresentate testate quali: *Corriere della Sera* (e suoi supplementi), *Epoca*, *Tempo*, *L'Europeo*, *Oggi* e *La Tribuna Illustrata*.

Tra articoli di cronaca e pubblicità vintage, ecco spuntare Fermi ora come scienziato ora come figura mondana: lo vediamo raccontare con un linguaggio piano e preciso il fenomeno della trasmutazione degli elementi (*Sapere*, n. 2 gennaio 1935), partecipare ai festeggiamenti che la Magneti Marelli ha organizzato in suo onore per celebrare l'attribuzione del Premio Nobel (*La Moto*, n. 6, dicembre 1938), rientrare in Italia, ad 11 anni dalla fuga negli Stati Uniti, per intervenire al Congresso Internazionale di Fisica organizzato a Como (*Tempo*, n. 38, settembre 1949). L'accoglienza è quella tributata a un personaggio del jet-set cinematografico, con tanto di fughe per ingannare i giornalisti e interrogativi sulle future scelte dello scienziato: tornerà o no a svolgere la sua attività di ricerca in Italia?

Più austera l'atmosfera di interviste concesse, con ritrosia, nei primissimi anni cinquanta, dalle quali sembra trapelare il desiderio di non essere semplicisticamente identificato come lo scienziato che ha inventato la bomba atomica, ma come un ricercatore che prosegue nel suo percorso e che attualmente “[lavora] sul problema delle forze nucleari e sulla loro relazione con i mesoni”, secondo le parole che egli stesso detta al suo interlocutore, timoroso delle banalizzazioni che possono intervenire quando si presentano concetti scientifici attraverso un taglio eccessivamente divulgativo (*L'Europeo* n. 50, dicembre 1951 e *Il Corriere della Sera*, n. 32, febbraio 1952).

The atmosphere of the interviews he gave (reluctantly) in the very early 1950s was more austere and they seem to reveal a desire not to be simplistically identified as the scientist who invented the atom bomb, but as a researcher continuing on his path and currently “[working] on the problem of nuclear forces and their relationship with mesons”, as he himself said to his interviewer, fearful of the trivialisation that can occur when scientific concepts are presented in an excessively popularised manner (*L'Europeo* n. 50, December 1951 and *Il Corriere della Sera*, n. 32, February 1952).

Then comes the time of memories: the news of Fermi's death (1954) occupies ample space and is translated into heartfelt and accurate personal and scientific biographies (*La Tribuna illustrata*; *L'Europeo*; *Oggi*; *Tempo*; in all cases n. 49, December 1954). Even years later, Fermi's human and scientific story continues to arouse interest. Just think of the presentation, in 1958, by *Tempo* in a serialised narrative also featuring interviews with his wife and children.

So, why 539.7? Librarians also like to play with numbers and for around 150 years have been using a continuously updated classification system (*Dewey Decimal Classification*, DDC) in which the subject of a book is indicated by a number... and what could these digits refer to if not *atomic and nuclear physics*?!

Viene poi il tempo dei ricordi: la notizia della morte di Fermi (1954) occupa ampio spazio e si traduce in biografie personali e scientifiche sentite e accurate (*La Tribuna illustrata; L'Europeo; Oggi; Tempo*; in tutti i casi n. 49, dicembre 1954). Anche a distanza di anni la vicenda umana e scientifica di Fermi continua a suscitare interesse, se si pensa che nel 1958 *Tempo* la presenta attraverso una narrazione a puntate costruita anche attraverso interviste alla moglie e ai figli.

Dunque, perché 539.7? Anche i bibliotecari amano giocare con i numeri e da circa 150 anni utilizzano un sistema di classificazione in continuo aggiornamento (*Classificazione Decimale Dewey*, CDD) in cui l'argomento di un'opera viene indicato da un numero... e a cosa potrebbero corrispondere queste cifre se non alla *fisica atomica e nucleare*?!



Figura 8. Sapere (n. 2, gennaio 1935) affida all'autorevolezza di Fermi la spiegazione del fenomeno della trasmutazione degli elementi

Figure 8. Sapere (n. 2, January 1935) entrusts the phenomenon of transmutation of the elements to the authoritative explanation of Fermi.



PER SFUGGIRE ai giornalisti, Enrico Fermi sale con la femmineola a un albergo di Venezia, nella stanza di Corso, abbandonando l'ingombrante apparecchio in città. Ma il colpo non gli è riuscito del tutto. La nostra macchina lo ha colto di sorpresa mentre, colto tra la folla, ritira la figlia. Fermi non si brida, affrettosi approssimamente. Rimede con disinvoltura anche agli ammoniti suoi moderati.



Figure 9 e 10. Fotografie e didascalia tratte da: I.S., Fermi resterà in Italia? in "Tempo", n. 38, 1949.
 Figures 9 and 10. Photographs and caption taken from: I.S., Fermi resterà in Italia? in "Tempo", n. 38, 1949.



Figure 11. Fotografia tratta da: Luigi Barzini jr., Enrico Fermi, l'atomico in bicicletta, in "L'Europeo", n. 50, 1951.
 Figure 11. Photograph taken from: Luigi Barzini jr., Enrico Fermi, l'atomico in bicicletta, in "L'Europeo", n. 50, 1951.

Sommario | Table of contents

Volume 12 – 2 · 2023

PILLOLE DI STORIA / HISTORICAL PILLS

Antonio Garbasso, fisico guelfo e dantista | *Antonio Garbasso, Dantean and Guelph physicist* 5
MASSIMO MAZZONI

L'astronomia nella *Divina Commedia* | *Astronomy in the Divine Comedy* 23
GUIDO RISALITI

RAPPORTI DI ATTIVITÀ / ACTIVITY REPORTS

Vasco Ronchi Colloquia: vision on Technology Transfer 37

New Physics from the Sky 53

IN MEMORY OF

Giornata in ricordo di Claudio Chiuderi 57
LUCA DEL ZANNA, FRANCESCA BACCIOTTI

IN EVIDENZA / HIGHLIGHTS

SHE-SCIENCE. La scienza al femminile. Scienziate e scienziati, artiste e artisti per approfondire il contributo delle donne nella scienza | *SHE-SCIENCE. La scienza al femminile. Scientists and artists to analyse women's contribution to science* 61
PIETRO CENTORRINO, VALERIA D'AMBROSIO

Numero atomico 539.7 | *Atomic number 539.7* 69
ROSARIA PETRETI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



INO-CNR
ISTITUTO
NAZIONALE DI
OTTICA