

# La dinamica di diffusione del sapere astronomico e l'agenda di ricerca come contesto della pubblicazione del *De revolutionibus* di Copernico (1543)

Matteo Valleriani<sup>1</sup>, Maryam Zamani<sup>2</sup>, Hassan El-Hajj<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Max Planck Institute for the History of Science, Technische Universität Berlin, Tel Aviv University, BIFOLD, valleriani@mpiwg-berlin.mpg.de

<sup>2</sup> Max Planck Institute for the History of Science, zamani.marya@gmail.com

<sup>3</sup> Max Planck Institute for the History of Science, BIFOLD, hhajj@mpiwg-berlin.mpg.de

*Abstract:* The research project “The Sphere: Knowledge System Evolution and the Shared Scientific Identity of Europe” delves into the epistemological processes of homogenization of scientific knowledge across late medieval and 17<sup>th</sup>-century Europe. Focusing on widespread astronomical knowledge taught in universities, this study examines the dynamics surrounding Copernicus’ revolutionary ideas. It analyzes 359 textbooks printed from 1472 to 1650, revealing a significant shift after 1531 in the dissemination of scientific works beyond local markets. This change coincided with Wittenberg’s intellectual dominance, led by figures like Rheticus and influenced by Melanchthon’s agenda merging humanities and exact sciences. Despite Copernicus’ publication in 1543, his ideas faced neglect due to divergent intellectual priorities. The study elucidates that Copernicus’ work did not align with the prevalent academic emphasis at the time, leading to its prolonged disregard, highlighting the intertwined evolution of knowledge domains and their impact on scientific reception and dissemination.

*Keywords:* Astronomy, Sacrobosco, Copernicus, Spread of Knowledge

## 1. Introduzione

Nell’ambito del progetto di ricerca “The sphere. Knowledge System Evolution and the Shared Scientific Identity of Europe”,<sup>1</sup> si intendono ricostruire i processi epistemologici che hanno condotto ad un’omogeneizzazione del sapere scientifico in Europa tra il tardo medioevo e il XVII secolo. La ricerca è condotta in riferimento al sapere astronomico “diffuso” e cioè a quel sapere di base che veniva insegnato nelle università e che perciò rappresenta anche la pietra di paragone per comprendere se e come nuove concezioni, come ad esempio quella di Copernico, venivano accettate o meno (Cole 1983).

La ricerca approfondisce tipici temi di economia del sapere come processi di diffusione ed accumulazione del sapere scientifico e nel presente lavoro vengono presentati i risultati di ricerche volte a comprendere le caratteristiche di tali dinamiche durante il periodo che circonda l’importante anno 1543, e cioè l’anno di pubblicazione del *De revolutionibus orbium coelestis*.

È noto che la teoria copernicana raggiunse un livello di consenso generalizzato solo molto tempo dopo la pubblicazione del testo fondamentale e non senza un percorso travagliato. Le ricostruzioni storiche rivolte a questo tema si sono tuttavia generalmente concentrate sulle ricerche astronomiche di spicco di quegli anni, tralasciando invece il contesto generale, nel quale queste ricerche avvenivano.

---

<sup>1</sup> Per un’introduzione generale agli scopi scientifici del progetto, si veda: El-Hajj *et al.* (2022). Per la presentazione web del progetto: <https://sphaera.mpiwg-berlin.mpg.de>

In questo lavoro vengono dimostrati a) che il momento della pubblicazione del testo di Copernico avvenne in una fase in cui la dinamica di diffusione del sapere astronomico di base mostrava un impressionante cambio di passo aumentandone significativamente la velocità e la sua capacità di trasformazione e b) che però l'agenda scientifica alla base di tale cambiamento era dettata da scopi completamente diversi da quelli che la teoria copernicana avrebbe potuto raggiungere o supportare.

I risultati presentati in questo lavoro, perciò, possono essere visti come una spiegazione della mancata o scarsa ricezione del lavoro di Copernico.

## 2. Fonti e dati

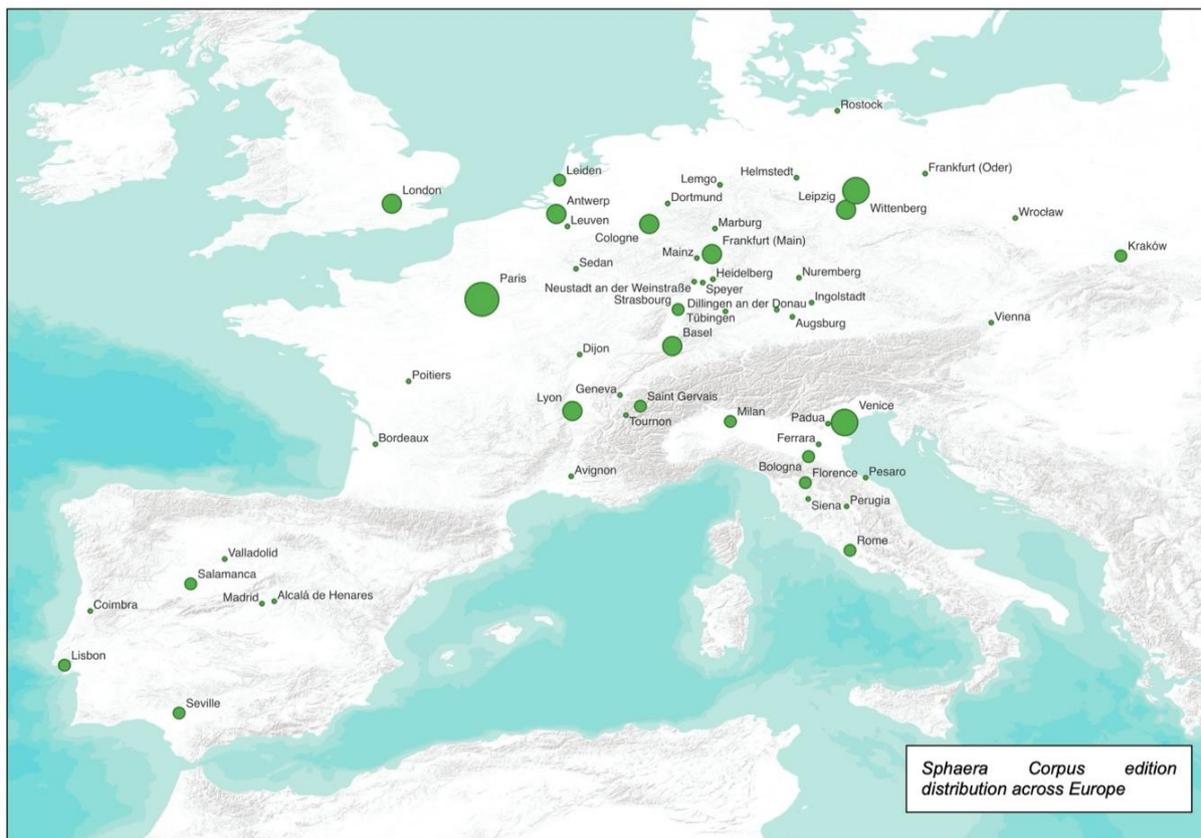
Viene analizzata una collezione di libri di testo a stampa utilizzati per l'insegnamento dell'astronomia durante il primo corso di studi. Come disciplina, l'astronomia faceva parte del quadrivio ed era perciò materia di insegnamento obbligatoria per tutti coloro che raggiungevano gli studi universitari (Valleriani 2022). I volumi sono stati raccolti in base al fatto che contengono un testo scientifico particolare e cioè il *Tractatus de sphaera* di Johannes de Sacrobosco (ca. 1195-1256). Questo testo, compilato per gli studenti dell'università di Parigi durante la seconda metà del XIII secolo, divenne nel giro di un secolo un testo standard utilizzato in quasi tutte le università europee fino alla metà del XVII secolo (Valleriani 2017).

Il *Tractatus* è un'introduzione alla cosmologia geocentrica che solo nell'ultimo breve capitolo approccia temi di astronomia matematica come ad esempio la teorica dei pianeti e le eclissi. Nella sua versione originale, il testo fornisce una visione globale degli elementi costitutivi della *machina mundi*, dei loro movimenti, di alcune misure, quali ad esempio la lunghezza dell'equatore terrestre, ma non fornisce alcun precetto concernente calcoli astronomici.

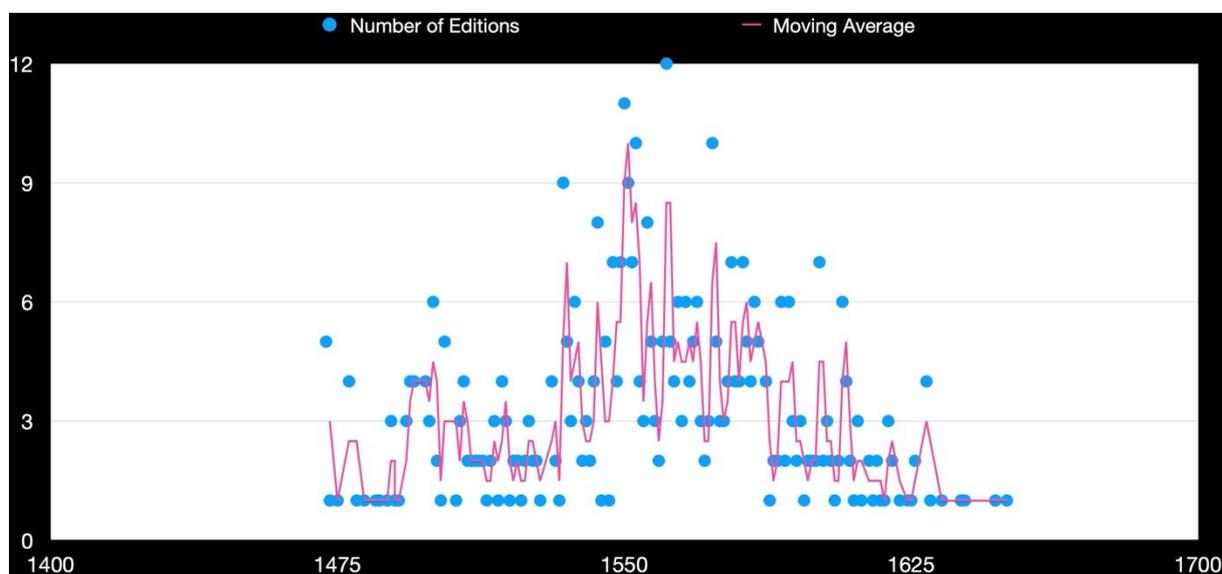
Tutti i libri di testo analizzati contengono, in una forma o un'altra, il *Tractatus* di Sacrobosco. Ma non solo. I libri di testo scientifici rinascimentali sono generalmente volumi che contengono più di un singolo lavoro scientifico. Questi possono essere testi di altri autori, spesso pertinenti temi specifici trattati nel *Tractatus*, oppure si tratta di commenti al *Tractatus*. Il commento scientifico rinascimentale è un tipico prodotto della ricerca scientifica del tempo e forniva un'ampia libertà di manovra al commentatore. I commenti scientifici della collezione di fonti toccano perciò i temi più disparati: dall'approfondimento dell'apparato matematico, all'astrologia, la medicina o la religione. La composizione del libro di testo così come la scelta di un particolare libro di testo per la lezione risultavano spesso da un dialogo tra il lettore di matematica all'università e uno o più stampatori locali (Pantin e Renouard 1986; Pantin 2022, 2006).

La collezione risultante è composta da 359 diversi libri di testo stampati tra il 1472 e il 1650 mentre i luoghi di stampa ricoprono gran parte del continente europeo (Fig. 1 e 2).

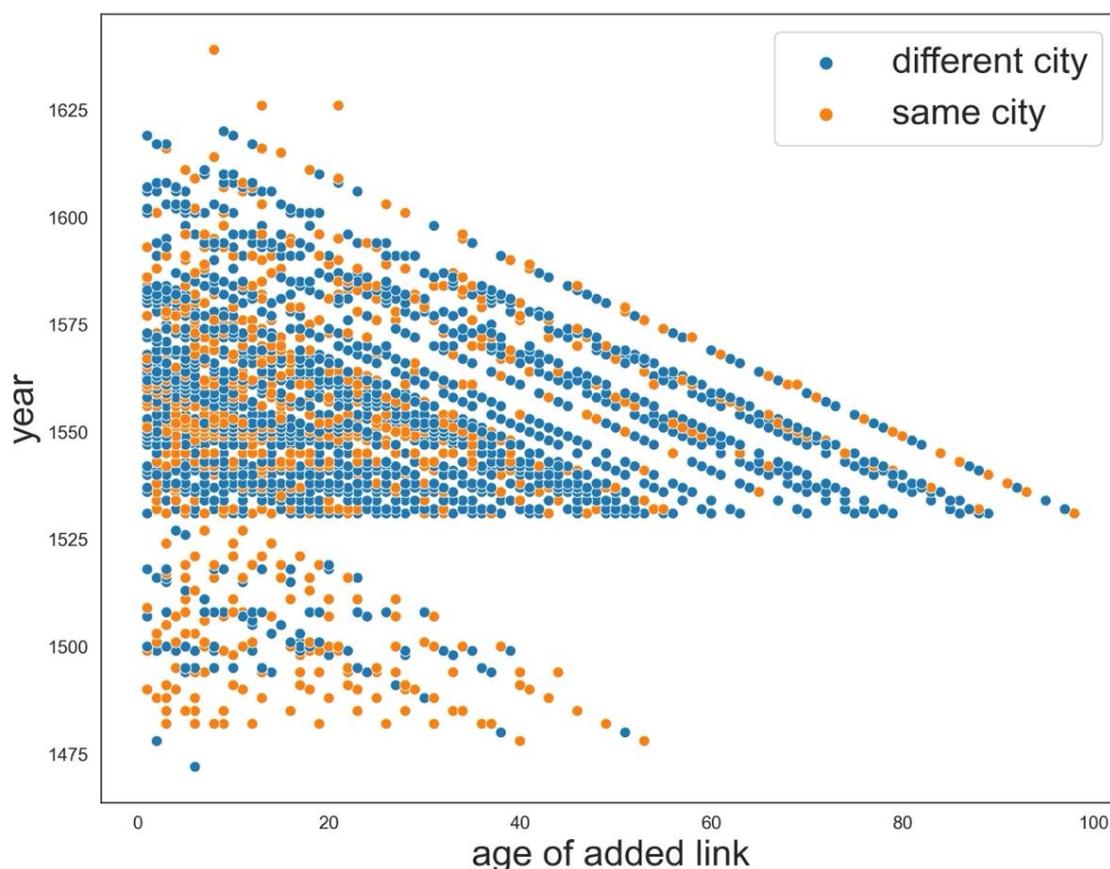
Dopo un accurato controllo e una sistematica raccolta dei metadati bibliografici, i libri di testo sono stati scomposti in modo da ottenere una lista completa dei singoli lavori scientifici contenuti in tutti i testi della loro collezione. I singoli lavori sono stati poi organizzati tassonomicamente in "testo originale o di riferimento", "commento", "traduzione" e "adattamento". In questo modo è stato possibile ricostruire quante volte e in quali volumi ogni singolo lavoro scientifico è stato ripubblicato. Considerando sia testi scientifici che paratesti, sono stati identificati ca. 500 testi, la metà dei quali è stata pubblicata una volta sola e l'altra metà un numero di volte che varia da 2 a 89, per un totale di circa 1900 re-occorrenze (Valleriani 2020).



**Fig. 1.** Distribuzione geografica dei luoghi di pubblicazione dei libri di testo universitari utilizzati per le lezioni introduttive all’astronomia in Europa tra il 1472 e il 1650.



**Fig. 2.** Distribuzione temporale degli anni di pubblicazione dei libri di testo universitari utilizzati per le lezioni introduttive all’astronomia in Europa tra il 1472 e il 1650.



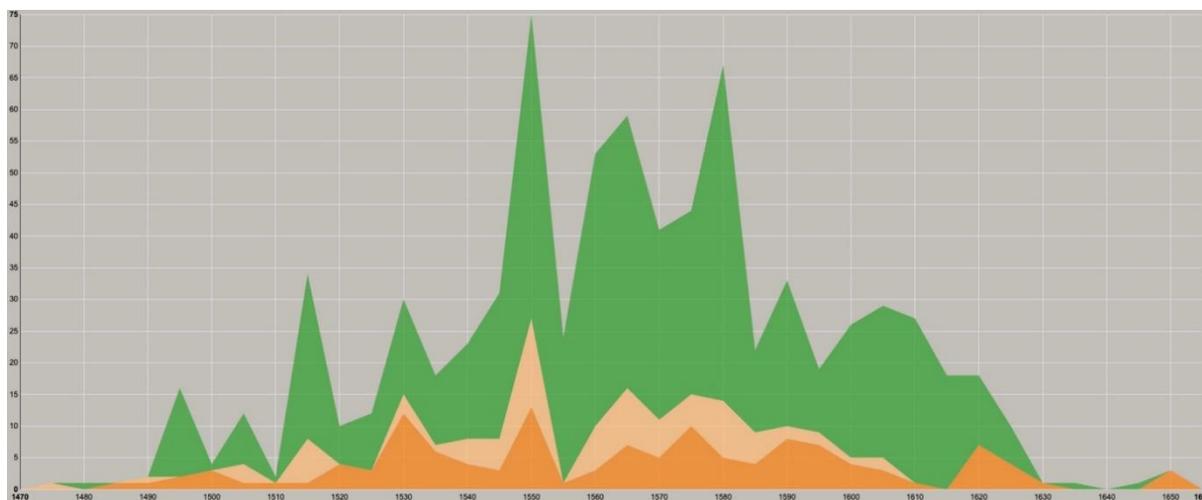
**Fig. 3.** Plot delle ri-occorrenze dei testi scientifici pubblicati come parti di libro di testo universitari usati per l'introduzione all'astronomia in Europa tra il 1472 e il 1650. Il plot mostra che dopo il 1531 la dinamica di ri-pubblicazione si espande spazialmente, avvenendo le ri-occorrenze in città diverse molto più sovente che nel periodo precedente e, allo stesso tempo, si arricchisce in termini quantitativi, in quanto il numero di ri-occorrenze aumenta di molto.

### 3. Dinamica di diffusione

Attraverso un processo di ricomposizione dei dati in forma di network è stato possibile eliminare quei dati che non si trovavano in connessione con nessun altro dato e, soprattutto, individuare quelle regioni del network che sono più popolate e dense. Riducendo perciò il network ai soli componenti maggiori, è stato possibile ricostruire in dettaglio la dinamica geo-temporale di ripubblicazione dei lavori scientifici attraverso l'integrazione con i metadati dei libri di testi universitari che contengono i singoli lavori scientifici (Zamani *et al.* 2020; Zamani *et al.* 2023; Valleriani *et al.* 2019).

Utilizzando la semplice differenziazione tra pubblicazioni avvenute nello stesso luogo e quelle avvenute in luoghi diversi, si nota immediatamente una cesura e una grande differenza tra il fenomeno di diffusione prima e dopo il 1531 (Fig. 3). Mentre durante il periodo precedente al 1531, ri-occorrenze di lavori scientifici avvenivano quasi esclusivamente su base locale, dopo il 1531, tale diffusione ha luogo su un'area geografica che evidentemente si sta espandendo. Questo effetto è solo parzialmente da imputare all'aumento del numero di libri di testo immessi sul mercato accademico in quanto il picco di produzione viene raggiunto solamente verso il 1560 (Fig. 2). Evidentemente è la dimensione dei libri di testo che sta cambiando parallelamente e cioè in modo tale da contenere un maggior numero di lavori scientifici.

Non è stata ancora individuata tuttavia una spiegazione plausibile per la cesura che avvenne nel 1531. Altri studi hanno dimostrato che le attività e gli interessi commerciali degli stampatori a livello transregionale influenzarono profondamente il contenuto dei libri di testo universitari ed è dunque possibile che il tasso di ri-occorrenza non locale sia dovuto alla costruzione e ampliamento di network commerciali tra questi operatori economici (Valleriani e Ottone 2022a; Valleriani *et al.* 2022). L'analisi geo-temporale della dinamica di diffusione suggerisce di controllare i testi pubblicati dopo il 1531. Seguendo la tassonomia descritta sopra, si evince che il numero di testi originali e di riferimento (ad esempio per successivi lavori di commento) inizia ad aumentare alcuni anni più tardi e, anche se non linearmente, raggiunge un picco nel 1540 (Fig. 4). A questo occorre aggiungere l'osservazione che il numero generale di ri-occorrenze aumenta in modo sovra-proporzionale se correlato al numero di testi originali. In altri termini, si può giungere ad una prima conclusione affermando che, nel 1543, non solo era in corso un aumento della velocità di diffusione del sapere astronomico di base ma anche che questo sapere stava attraversando un significativo processo di trasformazione in seguito alla pubblicazione di un numero di testi originali decisamente più alto, in proporzione, di quello del periodo precedente.



**Fig. 4.** Plot della dinamica delle ri-occorrenze di testi originali. La striscia in basso denota i testi che sono stati pubblicati una volta sola. La striscia centrale la prima pubblicazione di testi che poi sono stati ri-pubblicati almeno una volta e almeno un anno più tardi. La striscia più in alto denota la dinamica di ri-pubblicazione di testi pubblicati in precedenza.

#### 4. Temporalità storica e Wittenberg

La conclusione appena raggiunta è possibile solo a condizione di poter assumere un punto d'osservazione esterno, quale quello dello storico che ha tutti i dati a disposizione per ricostruire il fenomeno o il processo da investigare dall'inizio alla fine. Tuttavia, una tale analisi temporale non è completa se non si aggiunge anche la temporalità come percepita dagli stessi attori storici. Spostare il punto d'osservazione dall'esterno all'interno del processo, implica andare alla ricerca di cause e spiegazioni e conseguenze del processo stesso individuando inoltre una possibile spiegazione delle decisioni degli attori storici nella loro stessa percezione del tempo e della dinamica. Ci si può chiedere dunque se la pubblicazione di Copernico nel 1543 non fosse dovuta anche al fatto che ci si trovava in un periodo della storia dell'astronomia che era caratterizzato dalla diffusione di innovazioni. Per rispondere a questa domanda, tuttavia, occorre prima dimostrare che gli attori coinvolti – in questo caso Georg J. Rheticus (1514-1574) – avessero in effetti percepito i cambiamenti che stavano avvenendo a partire dal 1531.

L'opera di Copernico fu infatti pubblicata dallo stampatore Petreius di Norimberga (ca. 1497-1550) e grazie al lavoro svolto da Rheticus, suo amico e famoso lettore presso l'università di Wittenberg e molto vicino a Philipp Melanchthon (1497-1560). In altre ricerche è stato dimostrato come la data del 1531 coincida con l'inizio di un periodo di dominio intellettuale della produzione accademica della città protestante di Wittenberg sull'intero continente europeo (Zamani *et al.* 2020; Valleriani *et al.* 2019). In particolare, è stato dimostrato come, a partire da questa data, i contenuti dei libri di testo per l'introduzione all'astronomia abbiano iniziato ad omogenizzarsi su tutto il continente e che tale omogenizzazione sia avvenuta attraverso un processo di imitazione e copia dei nuovi libri di testo concepiti per l'insegnamento a Wittenberg. Attraverso l'ordine impartito dai padri protestanti agli stampatori limitrofi e soprattutto quelli di Lipsia di traslocare nella città di Wittenberg, la piccola città si fornì di capacità intellettuali e materiali per diventare un centro di emanazione del sapere di base. I testi prodotti dai lettori e scienziati operanti a Wittenberg iniziarono ad essere stampati in tutta Europa in numero crescente, spesso passando attraverso una prima ristampa nelle città di Venezia o Parigi, allora i due maggiori centri europei di produzione di libri e quindi in grado di gestire sia il mercato locale che quello transnazionale (Nuovo 2013). Questo processo era abilmente analizzato da pensatori e autorità istituzionali del calibro di Philipp Melanchthon. Le sue prefazioni ai libri di testo rientrano tra i lavori scientifici pubblicati più volte durante il XVI secolo su tutto il territorio europeo e indipendentemente dalla confessione religiosa. Fu Melanchthon, nel 1537, ad assicurare la nomina di Rheticus a professore di astronomia e matematica all'università di Wittenberg. Non c'è dunque ombra di dubbio che non solo Melanchthon ma anche tutti quelli che appartenevano al suo circolo fossero ben coscienti del ruolo egemone che i loro prodotti scientifici rivolti all'insegnamento stavano svolgendo, anche perché questo stava accadendo proprio attraverso l'accelerazione della dinamica di diffusione del sapere descritta sopra.

Studi successivi, infine, hanno mostrato che i protagonisti di tale dinamica di innovazione, diffusione e omogeneizzazione erano principalmente gli stampatori (Valleriani e Ottone 2022b). E in effetti fu proprio Petreius a chiedere al suo amico Rheticus, nel 1538, di viaggiare alla volta di Copernico per provare a convincerlo a mettere a disposizione il manoscritto del suo lavoro per poi poterlo pubblicare.

Il 1543 dunque risulta essere un contesto temporale ottimale per i protagonisti di questa pubblicazione in quanto attori attivi e spettatori di un'accelerazione di tutti i fattori di produzione e diffusione di sapere scientifico. In termini storiografici, l'esistenza del lavoro di Copernico non è sufficiente a spiegarne la sua pubblicazione. Per questo occorre analizzare come percepivano la dinamica gli attori stessi e questa non poteva che invitarli a tentare queste iniziative editoriali. Il momento era quello giusto.

Posta in questi termini, tuttavia, ci si deve aspettare che anche altri tipi di innovazioni e iniziative furono tentate. E se l'attenzione è rivolta a Rheticus, infatti, si scopre che nello stesso 1543 pubblicò, anche se in forma anonima, un altro testo che ebbe una diffusione enorme in tutta Europa e risultò molto più influente di quello di Copernico per quel che riguarda la formazione di base (Valleriani, Federau & Nicolaeva 2022). Questo testo, intitolato *De ortu poetico*, va visto come un'espansione e un approfondimento di uno dei soggetti trattati nel *Tractatus* di Sacrobosco, e precisamente nel terzo capitolo, una sezione del quale spesso recava lo stesso titolo. La funzione di questo testo era quella di spiegare come analizzare specifici riferimenti agli astri celesti che si trovano nella letteratura classica greca e latina (da qui l'aggettivo *poeticu*) (Pantin 2021). "De ortu" (dall'est) si riferisce all'apparizione o scomparsa delle prime stelle al calare o sorgere del sole. Attraverso l'identificazione di queste stelle è poi possibile risalire a quale giorno dell'anno questa osservazione è stata compiuta. Nelle opere classiche questo metodo veniva spesso utilizzato e quando vengono descritti particolari eventi, vengono anche descritte per esempio le prime stelle che sono apparse in quel giorno al calar del sole. Si tratta perciò di un metodo di datazione universale e indipendente dal calendario effettivamente usato da una società e cultura.

Nel *Tractatus* questo tema viene elucidato brevemente e accompagnato da una piccola serie di esempi di calcoli basati su versi tratti dalla letteratura classica latina. Il testo di Rheticus amplia

significativamente l'apparato matematico-astronomico e ancora di più il numero di esempi forniti, spaziando anche nella letteratura classica greca.

La ragione per la compilazione e pubblicazione di questo testo va cercata nell'agenda culturale di Melanchthon e il suo circolo, la quale si era posta la priorità di ricompilare le cosiddette *chronicae* (Westman 1975). Il *De ortu poetico* di Rheticus apparve per la prima volta in un libro di testo che conteneva, oltre all'obbligatorio *Tractatus*, anche una prefazione di Melanchthon attraverso la quale spiegava agli studenti che uno dei motivi principali per studiare astronomia era quello di ricostruire la storia; senza l'astronomia il passato del genere umano sarebbe risultato in un caos (Reich & Knobloch 2004).

Melanchthon stesso lavorò seguendo questa agenda di ricerca molto intensamente, ad esempio attraverso i suoi monumentali commenti ad opere classiche greche. Rheticus dunque si incaricò di fornire il sapere matematico ed astronomico per compiere questa missione.

#### 4. Conclusione

Se il numero di ri-occorrenze, la loro rapidità e intensità, così come l'incremento delle distanze vengono presi come parametri non solo di successo delle innovazioni, ma anche di grado di influenza dell'agenda intellettuale dalle quale tali pubblicazioni risultavano, allora si può concludere che il programma principale degli scienziati e lettori di Wittenberg, i cui lavori, va ricordato, venivano presi a modello in tutta Europa, era rivolto a porre l'accento alla combinazione tra quelle che oggi vengono definite scienze umane e scienze esatte, e precisamente tra discipline storiche e astronomia.

È questo il contesto che può aiutare a comprendere come mai il testo di Copernico sia stato completamente ignorato per moltissimo tempo, se si fa eccezione di alcuni specialisti che miravano alla riforma del calendario. Cento anni dopo la pubblicazione di Copernico, questo nome era citato solo in un paio di edizioni di testi universitari e la trattazione del sistema eliocentrico, anche solo in forma di ipotesi, era completamente assente. In conclusione, si può formulare l'ipotesi che il testo di Copernico non sia stato rifiutato ma semplicemente ignorato in quanto non confacente con le priorità intellettuali del tempo.

#### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Prof. Flavia Marcacci e il SOC del XLIII Congresso SISFA per aver offerto la possibilità di presentare questo lavoro al meeting annuale di Padova 2023.

#### Bibliografia

- Cole, S. (1983). "The hierarchy of the sciences?", *American Journal of Sociology*, 89(1), pp. 111-139.
- El-Hajj, H. et al. (2022). "An ever-expanding humanities knowledge graph: The «Sphaera» Corpus at the intersection of humanities, data management, and Machine Learning", *Datenbank-Spektrum: Zeitschrift für Datenbanktechnologien und Information Retrieval*. doi:10.1007/s13222-022-00414-1.
- Nuovo, A. (2013). *The book trade in the Italian Renaissance*. Leiden: Brill.
- Pantin, I. (2006). "Teaching mathematics and astronomy in France: The Collège Royal (1550-1650)", *Science & Education*, 15, pp. 189-207.
- Pantin, I. (2021). "Lire le ciel dans les poèmes anciens. Le «De ortu poetico» et la pédagogie de Melanchthon", in Champetier de Ribes, M., Dembruk, S., Fliege, D. & Oberliessen V. (eds.) «*Une honnête curiosité de s'enquérir de toutes choses*» *Mélanges en l'honneur d'Olivier Millet*. Genève: Droz, pp. 373-384.
- Pantin, I. (2022). "Mathematical books in Paris (1531-1563): the development of editorial policies in a competitive international market", in Valleriani, M. & Ottone, A. (eds.) *Publishing Sacrobosco's*

- «*De sphaera*» in *early modern Europe. Modes of material and scientific exchange*. Cham: Springer, pp. 289-335.
- Pantin, I. & Renouard, P. (eds.) (1986). *Imprimeurs et libraires parisiens du XVIe siècle: Cavellat - Marnef et Cavellat*. Paris: Bibliothèque nationale.
- Reich, K. & Knobloch, E. (2004). “Melanchthons Vorreden zu Sacroboscus «Sphaera» (1531) und zum «Computus ecclesiasticus»”, *Beiträge zur Astronomiegeschichte*, 7, pp. 13-44.
- Valleriani, M. (2017). “The tracts on The Sphere. Knowledge restructured over a network”, in Valleriani, M. (ed.) *Structures of practical knowledge*. Dordrecht: Springer, pp. 421-473.
- Valleriani, M. (2020). “Prolegomena to the study of early modern commentators on Johannes de Sacrobosco’s «Tractatus de sphaera»”, in Valleriani, M. (ed.) «*De sphaera*» of Johannes de Sacrobosco in the early modern period: The authors of the commentaries. Cham: Springer Nature, pp. 1-23. doi: 10.1007/978-3-030-30833-9\_1.
- Valleriani, M. (2022). “From the «quadrivium» to modern science”, *HoST - Journal of History of Science and Technology*, 16(1), pp. 121-132. doi:10.2478/host-2022-0007.
- Valleriani, M., Federau, B. & Nicolaeva, O. (2022). “The hidden praeceptor: How Georg Rheticus taught geocentric cosmology to Europe”, *Perspectives in Science*, 30(3), pp. 407-436. doi: 10.1162/posc\_a\_00421.
- Valleriani, M. et al. (2019). “The emergence of epistemic communities in the «Sphaera» Corpus: mechanisms of knowledge evolution”, *Journal of Historical Network Research*, 3, pp. 50-91. doi: 10.25517/jhnr.v3i1.63.
- Valleriani, M. & Ottone, A. (2022). “Printers, publishers, and sellers: Actors in the process of consolidation of epistemic communities in the early modern academic world”, in Valleriani, M. & Ottone, A. (eds.) *Publishing Sacrobosco’s «De sphaera» in early modern Europe. Modes of material and scientific exchange*. Cham: Springer Nature, pp. 1-24. doi:10.1007/978-3-030-86600-6\_1.
- Valleriani, M. & Ottone, A. (eds.) (2022b). *Publishing Sacrobosco’s «De sphaera» in early modern Europe. Modes of material and scientific exchange*. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-030-86600-6.
- Valleriani, M. et al. (2022). “The network of early modern printers and its impact on the evolution of scientific knowledge: automatic detection of awareness relations”, *Histories*, 2(4), pp. 466-503. doi: 10.3390/histories2040033.
- Westman, R.S. (1975). *The Melanchthon Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory*. Cambridge, Mass.: Society for Comparative Study of Society and History.
- Zamani, M. et al. (2023). “A mathematical model for the process of accumulation of scientific knowledge in the early modern period”, *Humanities and Social Science Communications*, 10, 533. doi: 10.1057/s41599-023-01947-w.
- Zamani, M. et al. (2020). “Evolution and transformation of early modern cosmological knowledge: a network study”, *Scientific Reports – Nature*, 10, 19822. doi:10.1038/s41598-020-76916-3.