

Tra fisici e filologi

I PAPIRI DI ERCOLANO

*Sofistiche tecnologie consentono di decifrare
testi di filosofia antica finora illeggibili*

Luca Sciortino

Uomo e manoscritto si sono incontrati molte volte nella storia. Sempre è stato l'inizio di qualcosa, una serie di scoperte, uno stile letterario, un nuovo modo di concepire il mondo. Come quando tra il 1896 e il 1907 due egittologi dell'università di Oxford scoprirono in un'antica discarica i cosiddetti papiri di Ossirinco, un'enorme collezione di testi papiracei e su pergamena in greco e latino, tra i quali poemi di Pindaro, poesie di Saffo e Archiloco, drammi di Eschilo, Sofocle ed Euripide e parti complete degli *Elementi* di Euclide. O come quando, nel 1345, Francesco Petrarca trovò nella Biblioteca Capitolare di Verona parte dell'epistolario di Cicerone da cui trasse ispirazione per un nuovo stile di scrittura e per la composizione delle lettere agli scrittori antichi, poi raccolte nell'ultimo libro delle *Familiares*, una delle quattro sezioni delle *Epistolae* (cfr. Wilkins, 1964). E non si può a questo proposito non ricordare l'umanista Poggio Bracciolini che nel 1417 ri-

scoprì a San Gallo l'unica copia rimasta del *De rerum Natura* (cfr. Flores, 1980), un'opera che ebbe un'enorme influenza su pensatori e letterati come Giordano Bruno, Michel de Montaigne e William Shakespeare e il cui ritrovamento, insieme a molti altri, contribuì all'affermarsi del Rinascimento.

È anche accaduto che tra uomo e manoscritto gli incontri si siano ripetuti a distanza di tempo. È stato ogni qualvolta un nuovo importante sviluppo delle tecnologie di indagine che lasciava immaginare la possibilità di decifrare parti di testo ancora sconosciute o reinterpretarne altre a noi già note. Quello di cui parleremo è un caso del genere, anche se del tutto speciale rispetto al passato: mai prima di adesso eravamo riusciti a leggere papiri semicarbonizzati senza aprirli. La tomografia a raggi X a contrasto di fase, una specie di potentissima TAC, sta permettendo di decifrare manoscritti antichi che erano considerati persi per sempre, come quelli



Casa del Colonnato Tuscanico, Ercolano

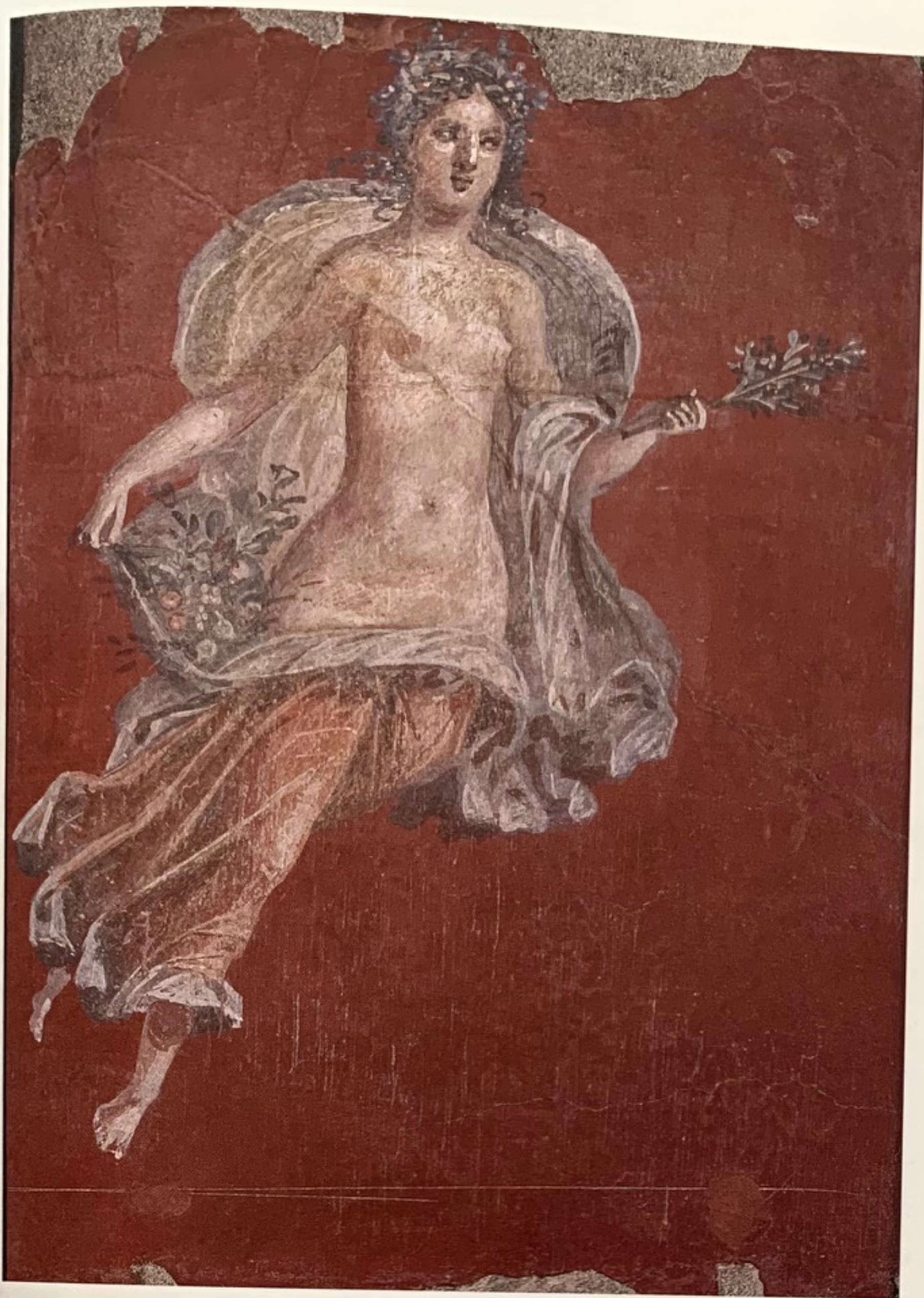
provenienti da siti distrutti da incendi o calamità naturali. L'esempio forse più emblematico riguarda i papiri di Ercolano, fortemente danneggiati durante la terribile eruzione del Vesuvio del 79 d.C. e costituenti l'unica biblioteca privata pervenutaci nell'antichità, appartenuta con tutta probabilità a Lucio Calpurnio Pisone Cesonino (105/1 a.C.-43 a.C.). Suocero di Giulio Cesare e politico romano, Pisone fu oggetto dell'invettiva di Cicerone *In Pisonem* pubblicata nel 54 a.C. in cui veniva criticato per la frequentazione del filosofo Filodemo di Gadara (110-post 40 a. C.) e per le sue simpatie per l'epicureismo. Quest'ultimo era un filosofo e scrittore epicureo che fu allievo di Zenone di Sidone ad Atene prima di stabilirsi a Roma e poi in Campania, quasi sicuramente ospite nella villa di Pisone. Non è un caso che i 1.840 papiri greci e latini della biblioteca di quest'ultimo, oggi custoditi presso l'Officina dei Papiri Ercolanesi della Biblioteca Nazionale 'Vittorio Emanuele III' di Napoli, includano sette scritti di Crisippo o di altri pensatori stoici e vari testi letterari latini per la maggior parte a noi altrimenti ignoti, oltre a vari libri del trattato capitale di Epicuro (341 a.C.-270 a.C.) *Sulla natura*, opere originali di altri pensatori epicurei come Polieno (340 a.C.-285 a.C.), matematico greco e amico di Epicuro, Carneisco, discepolo di Epicuro della fine del IV secolo a.C., Demetrio Lacone, morto alla fine del II secolo a.C., Polistrato (? -219/218 a.C.), scolarca del *Giardino* epicureo, e lo stesso Filodemo. Quando furono scoperti, tra il 1752 e 1754, quello fu l'inizio di una lunga serie di tentativi di lettura e interpretazione. Una faticosa ricerca che ha visto alternarsi fallimenti e successi fino alla vera e propria svolta: l'idea del fisico Vito Mocella che i papiri potessero essere letti senza srotolarli usando la tomografia a raggi X a contrasto di fase disponibile all'Esrf (*European Synchrotron Facility*) di Grenoble (Mocella, Brun, Ferrero, & Delattre, 2015). Fu allora che la lettura dei papiri senza aprirli divenne un fatto possibile, tanto che l'anno dopo arrivava il primo svolgimento virtuale dei rotoli (Bukreeva et al. 2016).

Breve storia del manoscritto. I testi scritti nei papiri di Ercolano sono casi di inediti andati completamente perduti nella tradizione manoscritta medievale. In assenza di abbondanti testimonianze dirette concernenti la filo-

sofia greca e la letteratura latina costituiscono quindi un'eccezione assoluta. La loro eccezionalità la si può anche cogliere nel contesto della storia del manoscritto. Se nelle civiltà antiche del Vicino Oriente come quella babilonese si scriveva incidendo su tavolette di argilla, Greci e Romani utilizzavano prevalentemente rotoli di papiro, un supporto di scrittura ricavato da una pianta acquatica che cresceva soprattutto nel delta del Nilo. Accanto al papiro era diffuso l'impiego di cocci (*ostraka*) o tavolette cerate, ma solo per usi domestici e



Vestizione di sacerdotessa, affresco proveniente da Ercolano (part.), Museo Archeologico Nazionale, Napoli



Ercolano, Menade danzante

scolastici o per fare conti e annotazioni. Secondo alcune ipotesi, intorno al 550 a.C. i canti omerici vennero messi per iscritto e pubblicati in forma di un insieme di fogli cuciti, una sorta di proto-libro. A quell'epoca ad Atene sorse il primo mercato librario e già nel 466 a.C. fu messa in vendita in una grande edizione quella che può considerarsi la prima pubblicazione di scienza naturale, l'opera *Della natura* di Anassagora (Popper, 1989 [1984], p. 109). Di certo, solo a partire dal II secolo d.C. e più massicciamente dal IV, il rotolo fu gradualmente sostituito dal codice, il libro come più o meno lo conosciamo noi oggi, costituito da più fogli papiracei legati insieme o piegati e tenuti l'uno dentro l'altro. In quel periodo il papiro, fino ad allora unico supporto di scrittura in Occidente e prodotto di lusso importato dall'Egitto, fu soppiantato dalla pergamena, ugualmente costosa ma reperibile in Europa. Siamo agli albori del manoscritto medievale.

Un rotolo papiraceo, costituito di vari fogli incollati insieme di altezza compresa tra i 20 e i 35 cm, poteva essere lungo da 6 a 15 m e anche di più. Era scritto in colonne prima sul *recto* (o fronte) e spesso anche sul *verso* (o retro) e lo si leggeva tenendolo tra le due mani, svolgendolo con la destra e riavvolgendolo con la sini-

stra. Nel caso dei papiri letterari, il rotolo papiraceo era dotato all'inizio e alla fine di un *incipit* e di un *explicit* indicanti il nome dell'autore, il titolo dell'opera ed eventualmente il libro a cui esso corrispondeva. Da una delle due estremità pendeva anche un'etichetta che serviva ad individuarne immediatamente il contenuto senza la necessità di svolgerlo. I rotoli erano stipati orizzontalmente in scaffali o verticalmente all'interno di *capsae* o contenitori cilindrici. L'etichetta che pendeva dalla maggior parte di essi permetteva di individuarli, proprio come facciamo noi quando scorriamo i titoli sulle coste dei libri posti di taglio su una scaffalatura. Nelle *domus* private più sontuose ad essi era destinato un ambiente apposito denominato "biblioteca". Ma vi furono, a partire dall'età ellenistica, anche biblioteche 'pubbliche' o semipubbliche, come quella di Pergamo o la celebre biblioteca di Alessandria d'Egitto. A partire dal I secolo d.C. nel mondo romano le più importanti biblioteche private furono acquisite dallo Stato così che sorsero enormi biblioteche pubbliche come quella del Foro di Traiano a Roma.

Il clima secco e umido ha preservato decine di migliaia dei papiri greci e latini che provenivano dall'Egitto, ma in Europa ne sono rimasti molti meno, e generalmente in seguito ad accidentale carbonizzazione. I più antichi sono i Papiri di Dafne (V secolo a.C.), di Derveni e di Timoteo (entrambi del IV secolo a.C.). Per quanto riguarda i papiri di Ercolano, ragioni paleografiche suggeriscono che nella biblioteca appartenuta probabilmente a Lucio Calpurnio Pisone Cesonino vi fossero papiri appartenenti a tre nuclei cronologicamente successivi. Di questi, i due più antichi, risalgono rispettivamente al III/II secolo a.C. e alla fine del II secolo a.C. e dunque non solo sono più antichi della villa in cui sono stati ritrovati (I secolo a.C.), ma facevano sicuramente parte di preesistenti raccolte librerie probabilmente localizzate nel Mediterraneo orientale (Atene, Asia Minore o Alessandria). Più della metà di questi manoscritti sono opera di Filodemo di Gadara di cui possediamo un numero impressionante di trattati, anche molto estesi, concernenti i temi più disparati come l'etica, la teologia, la logica, la semiotica, l'epistemologia, la poetica, la retorica, la teoria musicale e la storia della filosofia.

L'analisi dei manoscritti - Poco dopo che i papiri di Ercolano furono scoperti, l'erudito ed esperto di manoscritti antichi padre Antonio Piaggio ideò una macchina per svolgerli che fu usata fino ai primi del '900. Prima di allora, i metodi in uso erano tutt'altro che esenti da rischi per l'integrità dei reperti, in quanto prevedevano un raschiamento del papiro, la copiatura del contenuto

e il fissaggio su un foglio di cartone. Con la sua nuova macchina, Piaggio fu il primo a svolgere completamente interi rotoli papiracei con danni minimi per gli stessi tanto che il suo metodo è stato in uso fino all'inizio del Novecento. Per esempio, completò l'apertura e la trascrizione del *PHerc. 1497* che conteneva il quarto libro dell'opera *Sulla musica* di Filodemo di Gadara e altri rotoli papiracei. Dopo la loro scoperta, e quando ancora la papirologia non era ancora sorta, i papiri di Ercolano furono svolti ed editi per decenni con metodi via via meno rudimentali dagli accademici napoletani e, tra il XIX e il XX secolo, la filologia italo-tedesca diede un primo importante contributo all'edizione dei testi. Poi, nella seconda metà del Novecento e per iniziativa del papirologo e grecista Marcello Gigante, fu fondato il Centro Internazionale per lo Studio dei Papiri Ercolanesi, un'autentica fucina di nuove edizioni e studi su questi manoscritti unici al mondo.

Negli anni che seguirono furono utilizzate altre tecniche ma non sempre con successo, come il cosiddetto metodo di Oslo applicato negli anni '80 a due rotoli ercolanesi ora a Parigi. Sull'esperienza dei danni involontariamente causati ai papiri nello svolgerli si preferì lasciare così com'erano quelli ancora non srotolati. La ricerca quindi proseguì su quelli già aperti, e anche con qualche suc-

cesso: la leggibilità fu migliorata con l'uso di microscopi binoculari illuminati e la fotografia all'infrarosso (950 nanometri) di tutta la collezione. Ma quando ci si pose il problema di come decifrare i rotoli ancora chiusi allora il nodo venne al pettine: naturalmente, la fotografia digitale poteva essere usata solo sui rotoli già svolti. Come accennato sopra, l'idea di Mocella fu quella di utilizzare metodi capaci di leggerli senza svolgerli, ma il punto era: con quali tecniche? Le vecchie indagini radiografiche con raggi X non sarebbero state utili perché si basano sulla differenza di assorbimento della radiazione di materiali diversi e, in questo caso, l'inchiostro a base di carbonio ha una densità simile a quella del papiro carbonizzato. Questo tipo di tecniche è di aiuto soltanto nella decifrazione di testi che sono stati coperti da altri scritti o sporcati dal fango o altri materiali, ma non di quelli che hanno subito anche altri danni come quelli di Ercolano. Mocella scelse quindi una tecnica a raggi X più sofisticata, cioè la tomografia a contrasto di fase, sfruttando l'intuizione che l'inchiostro aggiunge al papiro una sorta di rilievo, con una sua morfologia, rilevabile dagli strumenti: il risultato eccezionale fu quello di rivelare varie lettere senza provocare nessun danno (Mocella et al., 2015).

Un anno dopo Mocella e il suo gruppo aggiungevano un ulteriore tassello a questi studi pubblicando sulla ri-



Ercolano, Terme Centrali, mosaico del pavimento con Nettuno

vista *Pnas* una ricerca che metteva in dubbio quanto ritenuto fino ad allora e cioè che l'inchiostro dei Greci e dei Romani fosse costituito da solo carbonio senza la presenza di metalli (Brun et al., 2016). Era un'idea che veniva data per scontata sulla base di vari indizi, non ultimo il fatto che Plinio il Vecchio (23 d.C.-79 d.C.) nella sua "Storia Naturale" aveva scritto che l'inchiostro era ottenuto dalla legna bruciata nelle fornaci senza aggiunta di metalli (Eichholz, Jones, & Rackham, 2014). Smentendo questa supposizione, Mocella e i suoi colleghi trovarono alte quantità di piombo nell'inchiostro, quindi non spiegabili con una semplice contaminazione, e le ricerche successive sui papiri di Ercolano tennero presente questa scoperta, soprattutto in fase di scelta e applicazione delle tecniche di *imaging*. Che a quel tempo si potesse fare uso di metalli nella fabbricazione dell'inchiostro non è in fondo impossibile visto che esistevano tecniche di lavorazione dei metalli molto complicate. Per esempio, la stessa estrazione del ferro dai suoi minerali, in uso già presso gli Ittiti nel II millennio a.C., prevedeva l'utilizzo di forni chiusi con carbone e iniezioni di aria e si componeva di molte fasi, tra le quali il ripetuto riscaldamento a temperature elevate e l'immersione in acqua. Ricerche più recenti, anche con l'aiuto di altre sofisticate tecniche a raggi X, mirano a

raggiungere risoluzioni sempre minori nel tentativo di rivelare sempre meglio le tracce dell'inchiostro nei papiri di Ercolano.

Grazie al contributo fondamentale di fisici di varie istituzioni, tra cui CNR, il CNRS francese, il Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi e il Dipartimento di Fisica della Sapienza di Roma, è stato poi possibile effettuare misure di tomografia a raggi X a contrasto di fase su due rotoli papiracei non svolti presso il Sincrotrone Europeo di Grenoble i cui risultati sono stati pubblicati in *Scientific Reports (Nature)* (Bukreeva et al., 2016). In particolare, grazie ad algoritmi di analisi sono state svolte e appiattite virtualmente ampie porzioni di due rotoli ed isolati i singoli strati così da rendere possibile per la prima volta la lettura di sequenze di lettere, parole, espressioni e porzioni testuali. Questa impresa sta proseguendo ora in collaborazione con l'équipe guidata da Brent Seales, un ingegnere informatico dell'Università del Kentucky che negli ultimi tre anni ha fatto passi in avanti nella ricerca.

Accadeva nell'antichità che l'autore di un testo annotasse alcune correzioni o semplicemente qualche appunto sul retro del papiro, a volte con l'intenzione di apportare cambiamenti nel testo successivamente. A febbraio del 2018 il gruppo di Graziano Ranocchia, ordi-



Ercolano, Casa del tramezzo di legno, Cardo IV. Atrio

nario di papirologia all'università di Pisa, ha applicato al *PHerc.* 1691/1021, contenente la *Storia dell'Accademia* di Filodemo, il cosiddetto *hyperspectral imaging* a infrarosso a onda corta (Tournié et al., 2019), una tecnica meno potente della tomografia a raggi X a contrasto di fase ma sufficiente per gli scopi di quella specifica ricerca: rivelare per la prima volta in maniera non-invasiva svariate porzioni del testo greco nascoste sul *verso* del rotolo – cioè sulla sua parte posteriore. Queste porzioni sul retro del papiro non erano più accessibili dopo che, in seguito allo svolgimento del rotolo effettuato nel 1795, i fragili frammenti svolti erano stati incollati a cartoncini di supporto. Non solo la ricerca ne ha consentito la lettura ma ha determinato anche nel testo vergato sul *recto* un contrasto e una leggibilità molto superiori a quelli precedentemente raggiunti con la fotografia a infrarossi a 950 nanometri.

L'esegesi dei testi - Oggi, l'interesse della comunità scientifica internazionale per questi papiri è stato ravvivato dalla pubblicazione di nuove edizioni di vari trattati in essi contenuti. Enormi passi in avanti sono stati fatti nell'esegesi di singole opere come quelle *Sulla natura* di Epicuro o *Sulla religiosità*, *Sulla poetica*, *Sulla musica* e *Sugli dèi* di Filodemo. Anche gli scarsi papiri latini superstiti han-

no riservato importanti sorprese. È del 2017 la scoperta da parte di Valeria Piano dell'Università di Firenze delle *Historiae* perdute di Seneca il Vecchio (*PHerc.* 1067). A questo filone di studi appartengono anche le ricerche condotte da Ranocchia che sta lavorando all'edizione e interpretazione di opere fisiche, astronomiche, epistemologiche, etiche, mediche e retoriche attribuibili a Epicuro (*Sulla natura*), Crisippo ([*Sulle virtù cognitive, dialettiche e morali del sapiente*]), Demetrio Lacone (*Sul Sole* e *Sulla procreazione*) e Filodemo (*Sulla retorica*, *Rassegna dei filosofi*). Dal 2009 sono in corso progetti europei che hanno per obiettivo una nuova edizione critica della *Storia dell'Accademia* di Filodemo, in corso di pubblicazione da parte del filologo e classicista Kilian Fleischer dell'Università di Würzburg. L'Accademia era una scuola fondata ad Atene da Platone che proseguì la sua attività per alcuni secoli dopo la sua morte, cioè fino al 529 a.C. Speusippo (408 a.C. – 339-8 a.C.) e Senocrate (396 a.C. – 314 a.C.) furono i primi successori di Platone alla guida della scuola e tra gli allievi importanti dell'Accademia nella sua prima fase vi furono Aristotele, che probabilmente vi tenne alcuni suoi corsi giovanili, ed Eudosso di Cnido (408 a.C. - 355 a.C.), uno dei primi grandi matematici i cui risultati confluirono negli *Elementi* di Euclide. Essa fu chiusa per decreto dell'imperatore bizantino Giustiniano I a seguito delle proteste di alcuni Cri-



Ercolano, Atrio della casa di Nettuno e Anfitrite

stiani. Quella data, il 529 a. C., segna convenzionalmente la fine della filosofia antica. Il IV libro della *Retorica* di Filodemo raccoglie testimonianze sui filosofi presocratici, come gli Eleati, gli Atomisti e i Pitagorici. Sono passi di carattere biografico o dossografico di cui un altro studioso, Christian Vassallo, dell'università di Cosenza, ha fornito in un articolo di ricerca un'edizione critica.

La combinazione di *hyperspectral imaging* a infrarosso a onda corta e fotografia a infrarossi a 950 nanometri, precedentemente applicata su vasta scala ai papiri di Ercolano da un'équipe della Brigham Young University, ha consentito a Fleischer, il nuovo editore della *Storia dell'Accademia* di Filodemo, di ricostruire il 25 per cento di testo greco in più rispetto alla precedente edizione di questo libro risalente al 1991, una cifra molto più elevata di quanto ci si potesse aspettare prima dell'impiego delle tecniche sopra discusse. La nuova edizione ha rivelato una gran quantità di informazioni sostanziali e rilevanti per la nostra conoscenza della scuola platonica e dei suoi rappresentanti, da Platone ad Antioco di Ascalona. In particolare, le nuove letture di Fleischer esercitano un significativo impatto in campo storico-filosofico e storico-letterario e ci restituiscono informazioni uniche e fatti a noi altrimenti ignoti. I seguenti sono alcuni esempi di questi progressi testuali e conseguenti acquisizioni in ambito storico-filosofico. Dalla nuova ricostruzione testuale di Fleischer emerge anche che il caposcuola accademico Filone di Larissa morì in Italia (84/83 a.C.) durante un'epidemia influenzale diffusasi in tutto il bacino del Mediterraneo, un evento storico di cui non sapevamo nulla e sul quale sarà nostro interesse sapere di più. La nuova lettura consente anche di riconsiderare su nuove basi l'intrigante questione concernente il possibile successore di Filone alla guida dell'Accademia e quella se la tradizione accademico-scettica proseguì nella scuola anche dopo la sua morte. Un ulteriore progresso testuale ha confermato che Filodemo soggiornò per qualche tempo ad Alessandria d'Egitto, ci ha fornito nuove informazioni sui discepoli di Filone e ha corroborato l'ipotesi che Filodemo abbia soggiornato in Sicilia. Di quest'ultimo alcune nuove letture ne hanno confermato la data di nascita sin qui comunemente accettata dagli studiosi (110 a.C.) e hanno consentito una più precisa datazione dei suoi primi studi ateniesi. Il filosofo vetero-accademico Antioco di Ascalona fu realmente allievo dello stoico Mnesarco. Tale inferenza, resa possibile alla luce delle conoscenze acquisite elimina ogni dubbio concernente la diretta influenza delle dottrine stoiche di Mnesarco su Antioco. Stando alla nuova ricostruzione, Filodemo afferma di aver personalmente appreso da Dione che numerosi filosofi, probabilmente stoici, si stavano o si erano trasferiti ad Alessandria, dove Antioco aveva soggiornato e dove lo stesso Dione era nato e insegnava in quel tempo. Ciò po-

trebbe significare che dopo la morte di Antioco molti Stoici (o altri filosofi) erano attratti dall'ambiente alessandrino o a causa dell'attività didattica di Dione o, in ogni caso, per la presenza di una consolidata tradizione vetero-accademica in quella città. Ciò si adatta bene alla tendenza eclettica della filosofia stoica ed ellenistica propria della prima metà del I secolo a.C. Inoltre, l'esistenza di ben consolidate attività vetero-accademiche ad Alessandria in quel periodo suggerisce un rapporto causale diretto tra l'Antica Accademia di Antioco e la nascita del Medioplatonismo, una questione che è stata oggetto di acceso dibattito tra gli studiosi negli ultimi quaranta anni. Tutti questi risultati rendono ora auspicabile un'estensione delle indagini con le nuove tecniche oggi disponibili all'intera collezione ercolanese e ad altri papiri carbonizzati, con prevedibili fondamentali ripercussioni per la nostra conoscenza della filosofia antica e della letteratura classica. Che cosa ancora potremmo scoprire è imprevedibile. Possiamo però immaginare, per esempio, che la presenza di opere di contenuto matematico tra i papiri di Ercolano, come quelle di Demetrio Lacone, potranno rivelarci un nuovo modo di pensare il cosmo che è lontano dal nostro e di cui sappiamo molto poco. Infatti, la teoria epicurea dei *minima* presupponeva un rifiuto della divisibilità all'infinito, un principio alla base della geometria di Euclide sorto in seguito alla scoperta dell'incommensurabilità. O, ancora, le note o le correzioni sul *recto* dei papiri potranno aiutarci a comprendere come quei filosofi lavoravano nella fase di creazione delle opere che costituiscono i fondamenti della nostra cultura.

Luca Sciortino

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BRUN, E., ET AL. (2016). *Revealing metallic ink in Herculaneum papyri*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(14), 3751-3754.
- BUKREEVA, I., ET AL. (2016). *Virtual unrolling and deciphering of Herculaneum papyri by X-ray phase-contrast tomography*. Scientific Reports, 6(1), 27227.
- EICHHOLZ, D. E., JONES, W. H. S., & RACKHAM, H. (2014). *Pliny the Elder, Natural History*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- FLORES, E. (1980). *Le scoperte di Poggio e il testo di Lucrezio*. Napoli: Liguori Editore.
- MOCELLA, V., BRUN, E., FERRERO, C., & DELATTRE, D. (2015). *Revealing letters in rolled Herculaneum papyri by X-ray phase-contrast imaging*. Nature Communications, 6(1), 5895.
- POPPER, K. (1989). *Alla ricerca di un mondo migliore: conferenze e saggi di trent'anni di attività*. Roma: Armando.
- C.S. PARKER, S. PARSONS, J. BANDY, CH. CHAPMAN, F. COPPENS, W.B. SEALES, *From invisibility to readability: Recovering the ink of Herculaneum*, PLoS ONE 14, 5, 2019, e0215775
- W.B. SEALES, C.S. PARKER, M. SEGAL, E. TOV, P. SHOR, Y. PORATH, *From damage to discovery via virtual unwrapping: Reading the scroll from En-Gedi*, Science Advances 2, 9, 2016, e1601247
- TOURNIE, A., ET AL. (2019). *Ancient Greek text concealed on the back of unrolled papyrus revealed through shortwave-infrared hyperspectral imaging*. Science Advances, 5(10).
- WILKINS, E. H. (1964). *On the Evolution of Petrarch's Letter to Posterity*. Speculum, 39(2), 304-308.