1 - LE FONTI

1.1. I papiri

A differenza di quanto è accaduto in Mesopotamia, in Egitto solo pochi testi di contenuto matematico sono arrivati fino a noi. Il motivo è chiaramente costituito dal fatto che il supporto scrittorio usato in Mesopotamia, la tavoletta d'argilla, è molto più resistente di quello che veniva abitualmente usato in Egitto, il papiro.

Le fonti si contano sulle dita di una mano.

Questa lacuna costituisce un grosso limite al lavoro dello studioso moderno, per un duplice motivo. Sotto un punto di vista generale, la scarsità di informazione riguardante l'ambito matematico ci impedisce di ricostruire quanto vaste e approfondite potessero essere le conoscenze egiziane. Da un punto di vista relativo questa rappresenta anche un ostacolo alla contestualizzazione e alla valutazione delle fonti disponibili.

Poiché non siamo in grado di stabilire se questi testi rappresentino il vertice delle conoscenze egiziane o solo uno stato intermedio, è necessario tentare di considerare il peso del materiale andato perduto, per non cadere nella tentazione di trarre delle conclusioni assolute da quel poco che ci è rimasto.

I documenti sono costituiti per la maggior parte da papiri, da un eccezionale rotolo di cuoio, e da alcuni ostraca.

Tra questi il Papiro Rhind e il Papiro di Mosca rappresentano di gran lunga i testi più importanti, poiché raccolgono problemi sia di aritmetica

Alice Cartocci, *La matematica degli Egizi: i papiri matematici del Medio Regno*,
ISBN 978-88-8453- 580-1 (online), ISBN 978-88-8453- 581-8 (print),

che di geometria. Sarebbe più corretto affermare che lo studio della matematica egiziana si fonda quasi esclusivamente sullo studio di questi due testi. Il resto delle fonti aggiunge ben poco a quanto già possiamo dedurre dagli altri due: essi contengono prevalentemente conti e operazioni di natura più semplice.

I papiri demotici costituiscono un'eccezione, poiché si presentano come un anello di congiunzione tra la matematica egiziana e quella greca; sono anche gli unici testi nei quali si affacciano delle innovazioni nel sistema frazionario matematico che si è conservato identico a se stesso per tre millenni.[1]

1.2. Il Papiro matematico Rhind

Nel 1858 A. Harry Rhind, uno scozzese costretto per motivi di salute a trascorrere l'inverno in Egitto, acquistò a Luxor due frammenti di papiro, appartenenti ad un unico rotolo, scritto in ieratico. Alla sua morte, avvenuta pochi anni dopo, i papiri furono acquistati dal British Museum, dove tuttora si trovano, catalogati con i numeri BM 10057 e BM 10058.

Si dice che questi frammenti provenissero, insieme ad altri, da un piccolo edificio situato nei pressi del tempio funerario di Ramesse II a Tebe.[2]

Dal titolo e dall'intestazione si traggono preziose informazioni sulla cronologia del papiro e del suo contenuto. Fu scritto durante il Secondo Periodo Intermedio per mano di uno scriba di nome 'Ahmose. Questi ci informa del fatto che il papiro matematico non è opera del suo ingegno, ma che lo ha copiato da un papiro più antico, della fine del Medio Regno.

> *Tp-ḥsb n hꜣt m ẖt, rḫ ntt nbt snkt [nbt, …] štꜣt nbt. Iw ist grt spẖr.n.tw šfdw pn m rnpt-sp 33 ꜣbd 4 (nw n) ꜣḫt ḥr ḥm n nsw-bit 'ꜣ-Wsr-R' di 'nḫ m-snt-r sšw n iswt iry m hꜣw nswt-bity N-Mꜣ't-R', in sš I'h-Msw spẖr snn pn.*

[1] Parker, *Dem. Math. Pap.*, p. 43.

[2] Fu lo stesso Rhind a raccontare, al suo ritorno dall'Egitto, di aver ricevuto le informazioni sul ritrovamento del papiro dai *fellahin* dai quali l'aveva acquistato. Cfr. Peet, *Rhind Math. Pap.*, p. 7.

> Metodo corretto di entrare nella natura, conoscere tutto ciò che esiste, ogni mistero, ogni segreto. Questo libro è stato copiato nell'anno 33, nel quarto mese della stagione dell'inondazione, sotto la maestà del re dell'Alto e del Basso Egitto, 'A-user-Ra[3], dotato di vita, in conformità di scritti fatti in antico, al tempo del re dell'Alto e Basso Egitto Amenemhet III. È lo scriba 'Ahmose che ha copiato questo scritto.

I due frammenti del British Museum non combaciano, probabilmente il papiro non è stato tagliato in antico, ma si è rotto durante un maldestro srotolamento, poiché si è visto che non era possibile tagliarlo in quel punto senza mutilare uno dei problemi. La lacuna di pochi centimetri, che sussiste tra i due frammenti, è fortunatamente integrabile con frammenti appartenenti alla New York Historical Society.

Questi frammenti entrarono in possesso dell'Historical Society nel 1907 con la collezione Edwin Smith. Fu lo stesso Smith a scrivere sui frammenti le date nelle quali questi erano entrati in suo possesso, probabilmente tramite acquisto, per l'esattezza tra il marzo del 1862 e il dicembre del 1863.

Il catalogo dell'Historical Society riporta alcune informazioni interessanti a proposito di questi frammenti, dice infatti che furono ritrovati assieme al rotolo medico (il famoso papiro "chirurgico" Smith[4]), e ad un piccolo frammento, n. 262, che riporta il nome di Tuthmosi I.

Secondo Peet è possibile dedurre da queste informazioni che chi ha trovato questi testi ha scoperto una "cache of scientific documents dating, like the Rhind and the Edwin Smith, from the hyksos period, stored away not earlier than the reign of Tuthmosi I".[5] Poi però conclude "no one, however, who knows the habits of the native finder and dealer will be unwise enough to make any deduction at all".[6]

[3] Si tratta con ogni probabilità di 'Auserra Apopi, sovrano del periodo Hyksos, databile alla metà del XVIII sec a. C.

[4] J. Breasted, *The Edwin Smith Surgical Papyrus,* Chicago 1930.

[5] Peet, *Rhind Math. Pap.*, p. 7.

[6] Peet, *Rhind Math. Pap.*, p. 7.

La scrittura è stata realizzata in nero e in rosso. Il rosso è stato utilizzato per scrivere l'incipit di ogni nuovo problema e quindi per organizzare bene la scansione del testo; inoltre è stato usato per evidenziare certi numeri all'interno dei calcoli in alcuni problemi, per esempio per evidenziare il comune multiplo durante la somma di più frazioni.[7]

Oltre a questo papiro, Rhind acquistò un altro testo che costituisce una fonte importante: il Rotolo di cuoio matematico, (Egyptian Mathematical Leather Roll). Anch'esso fu acquistato dal British Museum (catalogato BM 10250), dove a tutt'oggi si trova; a causa delle sue pessime condizioni di conservazione non si fu in grado di srotolarlo fino al 1927.

Il suo contenuto verte esclusivamente sull'aritmetica, ed è costituito da una doppia serie di somme di frazioni, probabilmente una copia di una tavola di somme di frazioni, strumento utilissimo per snellire i calcoli in conti complessi.

Gillings racconta la naturale delusione di Scott e Hall quando dopo sessant'anni riuscirono a srotolare il rotolo di cuoio e vi trovarono dentro solamente somme di frazioni, poiché si aspettavano di trovarvi un contenuto ben più importante. Effettivamente risulta abbastanza strano che si sia usato un materiale così costoso come il cuoio per fare semplicemente una copia di una tavola di frazioni.[8]

1.3. Il Papiro matematico di Mosca

Il Papiro matematico di Mosca in origine fu denominato Golenischev Papyrus in onore del suo primo possessore, V. S. Golenischev, che lo acquistò nel 1893 in Egitto da Abd-el-Rasoul, uno degli scopritori delle mummie reali di Deir-el-Bahri. Nel 1912, Golenischev decise di cedere tutta la propria collezione di antichità egiziane al governo russo in cambio di una rendita vitalizia, che però, in seguito al rove-

[7] Per la funzione degli ausiliari rossi cfr. *infra*. p. 37.

[8] Gillings, *Math. Time Pharaohs*, p. 90.

sciamento politico e sociale che seguì la rivoluzione del 1917, non gli fu più pagata.

Il papiro si trova tutt'oggi al Museo Statale delle Belle Arti di Mosca, con il numero di catalogazione 4576.

Nel 1930 W. W. Struve ne diede una edizione con traduzione e commento.[9]

Il papiro non è giunto fino a noi integro, l'inizio del rotolo è purtroppo andato perduto. In tutto si conservano nove piccoli frammenti della parte iniziale, dei quali uno piccolissimo contiene solo tre segni, ed un segmento più lungo. Quest'ultimo è stato tagliato, in epoca moderna, in 11 fogli di larghezza variabile dai 64 ai 33,5 cm. La lunghezza totale del papiro è di 544 cm, e l'altezza di 8 cm.

Allo stesso rotolo apparteneva inoltre un altro frammento, lungo 168 cm, ma che è rimasto vuoto. Lo scriba che aveva iniziato a coprire di conti un lungo rotolo, è stato per qualche motivo interrotto, e non ha potuto portare a termine il suo lavoro.

Il papiro è scritto solo sul recto, in ieratico, con inchiostro nero, e contiene sia scrittura sia disegni, che servono da illustrazione per i problemi di geometria.

Si tratta di un palinsesto, la scrittura precedente non è stata cancellata del tutto e alcuni segni sono ancora riconoscibili. In particolare sotto le colonne 39 e 40 si distinguono chiaramente le linee della scrittura precedente, ma non è possibile riconoscere altro che alcune lettere in ordine sparso.

Anche sul verso del papiro, non riutilizzato, si individuano tracce della scrittura precedente cancellata, si distingue ancora la forma ieratica di alcune ȝ. Qui la scrittura corre in colonne verticali, e i segni sono stati scritti a caratteri grandi. Al contrario, nel recto, dove si trova ora il testo matematico, anche la scrittura del testo precedente corre in linee orizzontali.

[9] Struve, *Math. Pap. Staat. Museums Moskau.*

Essendo andata perduta la parte iniziale del rotolo non è possibile sapere se conteneva titolo e data. Il papiro può essere quindi datato solo su base paleografica. A detta dei papirologi – questa è l'opinione di Struve[10] e di Gillings[11]– lo scriba del pMosca ha una pessima grafia, che comunque si può far risalire al Medio Regno; non è però possibile datare il papiro con maggior precisione.

L'altezza del papiro non è usuale, non rientra cioè nelle dimensioni standard, ma neppure in quelle del mezzo foglio (16 cm). Secondo Struve[12] si può pensare che il papiro sia stato realizzato di dimensioni così piccole in altezza perché destinato ad un utilizzo frequente.

Conserva 25 problemi, alcuni dei quali sono purtroppo illeggibili, o comunque difficilmente interpretabili.

Il problema numero 14, in particolar modo, rappresenta – agli occhi dei commentatori moderni – il punto più alto raggiunto dalla geometria egiziana, almeno per quanto è arrivato fino a noi: si chiede di calcolare, e il risultato e la procedura sono corretti, il volume di un tronco di piramide a base quadrata. La formula usata, che non è esposta in notazione simbolica come la nostra, ma in maniera numerica, è:

$$V = (h/3) \cdot (a^2 + ab + b^2).$$

dove h è l'altezza ed a e b sono i lati della base maggiore e della minore.

I problemi sembrano susseguirsi senza un criterio di ordinazione preciso.

1.4. Carattere generale delle fonti

A questo punto è utile fare delle considerazioni generali sulle fonti viste nel loro insieme; a proposito della loro peculiare natura e della loro collocazione cronologica.

[10] Struve, *Math. Pap. Staat. Museums Moskau*, p. 13.
[11] Gillings, *Math. Time Pharaohs*, p. 246.
[12] Struve, *Math. Pap. Staat. Museums Moskau*, p. 5.

Tutti i documenti in nostro possesso, ivi compreso il pRhind, sono dei manuali di matematica per studenti. Lo si può affermare con certezza sulla base di più fatti. La presenza di una tavola complessa come quella che apre il pRhind, per esempio, è indice del fatto che questo fosse stato pensato ad uso di studenti, poiché è presumibile che uno scriba già esperto di matematica conoscesse a memoria uno strumento così fondamentale, così come noi oggi teniamo a memoria le dieci tabelle pitagoriche che ci permettono di fare le moltiplicazioni. È possibile inoltre che l'enunciato di un problema reciti: "se ti viene chiesto (*mi ḏd(w) n.k*)", oppure "se lo scriba ti chiede quanto è… fagli sentire:…" (*mi ḏd n.k sš…sḏm.f*) e che concluda: "così devi rispondere", oppure: "ed avrai dato la risposta corretta". Sono le parole del maestro che parla ad uno scolaro.[13]

Il rotolo di cuoio del British Museum è considerato per intero l'esercizio di uno studente.[14]

Ma la cosa che più delle altre induce a pensare che si tratti di testi didattici è la metodica con la quale vengono affrontati e risolti i problemi. Tutti i testi concentrano un maggior interesse sul corretto metodo di risoluzione. Talvolta presentano anche la riprova della correttezza del calcolo, e non forniscono una teoria razionale che spieghi la procedura da applicare, o la legge matematica che regola quella procedura stessa.

Tale mancanza non impedisce però di pensare che questa legge venisse esposta oralmente. L'ipotesi più plausibile è che i testi a noi pervenuti fossero stati pensati come un "testo per gli esercizi", e che dovessero essere accompagnati dall'insegnamento orale della teoria da parte di un maestro. Tutti i problemi, infatti, sono raggruppati in piccole sezioni per categorie, in maniera tale che ogni sezione sia caratterizzata dallo stesso metodo di soluzione.

[13] Ad esempio i problemi numero 30, 51, 62 e 68 del Papiro Rhind, e i numero 10 e 14 del Papiro di Mosca.

[14] Gillings, *Math. Time Pharaohs*, p. 89, che riprende l'opinione di Glanville, *MLR British Museum*, p. 237-238, che la ritiene "work of a junior official, not of a schoolboy for the writing is far too good."

Questo spiega perché in tutto il pRhind esistano solo due casi nei quali si fornisce chiaramente una regola generale da applicare in tutti i problemi simili.[15]

Si tratta quindi di matematica in uso, matematica applicata. Anche questo fatto, tenendo conto del numero veramente esiguo e dello stato frammentario dei testi, spinge a ritenere che queste fonti non rappresentino la totalità delle conoscenze egiziane.

Quello che a noi oggi più interessa conoscere, cioè quali traguardi la scienza egiziana avesse raggiunto e quali conseguenze avessero le conoscenze matematiche nel sistema epistemologico e filosofico, non è direttamente accessibile. La teoria astratta che poteva essere in loro possesso, la si deve dedurre indirettamente dall'applicazione pratica che ne viene fatta.

Le informazioni che possono essere desunte direttamente dal testo riguardano piuttosto il metodo didattico e le competenze che dovevano essere in possesso di uno scriba per essere in grado di affrontare quotidianamente il proprio lavoro: distribuzioni di pane e di cibo, valore di scambio di pani e birra, calcolo del foraggio per il bestiame, costruzione di granai, etc. Il metodo didattico egiziano richiedeva di presentare la matematica sotto gli aspetti della vita quotidiana. È possibile cioè che, al fine dell'insegnamento, per formare nuovi scribi in grado di svolgere correttamente il proprio lavoro, si rivestisse la teoria matematica con una veste pratica, che risultasse al giovane scriba più attinente al proprio lavoro e più familiare.

L'altra peculiare caratteristica delle fonti è la loro collocazione cronologica. Le informazioni che abbiamo sono tutte successive al Medio Regno, non sappiamo nulla relativamente all'Antico Regno e al Primo Periodo Intermedio; quello che sappiamo è solo che già al suo apparire la civiltà egiziana aveva il suo sistema di notazione numerica stabile e completo fino al milione.[16]

[15] Problema 40 e 61b.
[16] Cfr *infra*. p. 17.

Le nostre due fonti principali (pRhind e pMosca) risalgono al medio regno. L'unico altro documento di una certa rilevanza, il rotolo di cuoio, risale al XVII sec. a. C. Altri frammenti di papiro si dispongono cronologicamente nei periodi successivi fino alla fine della cultura egiziana, ma ancora in modo disomogeneo; poco risale al Nuovo Regno, poi di nuovo assistiamo ad un silenzio delle fonti fino al periodo tardo con i documenti in demotico. Con il periodo greco, le fonti egiziane si sovrappongono a quelle greche, ed è riconoscibile una notevole influenza della matematica egiziana su quella greca.[17]

[17] Maurice Caveing nella sua tesi di dottorato ha studiato quali elementi della matematica vicino-orientale possano aver determinato la nascita del cosiddetto "miracolo matematico greco". In particolare la matematica egiziana ha lasciato in eredità ai matematici greci il sistema delle frazioni unitarie e lo studio sulle progressioni.