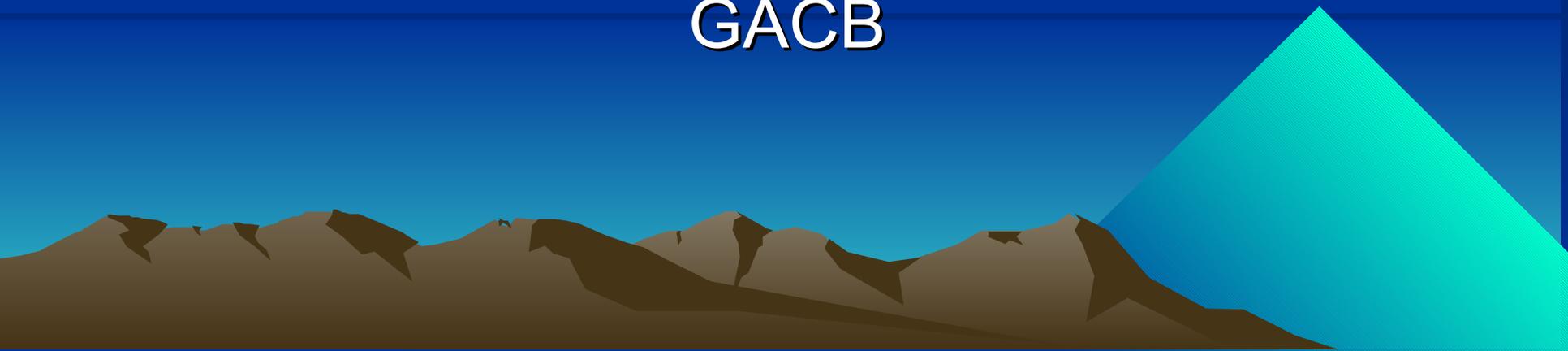


La Macchina di Antikythera e la Scienza Ellenistica

Stefano Spagocci

GACB



La Scienza Greca Classica

- E' ben noto il grande valore della scienza greca in epoca classica, per quanto riguarda la matematica e l'astronomia.
- Si trattava di una scienza altamente teorica e che poco si distingueva dalla filosofia.
- Meno noto, ci sembra, è il grande valore della scienza ellenistica, una scienza straordinariamente moderna.



La Scienza Ellenistica

- Forse non è così noto l'immenso valore della scienza ellenistica.
- Si definisce ellenismo il periodo che va dalle conquiste di Alessandro Magno (III sec. a.C.) fino alla decadenza della civiltà greca (V sec. d.C.)
- La scienza ellenistica anticipa il metodo sperimentale (vd. Eratostene con la misura del raggio terrestre) e le applicazioni della scienza alla tecnologia (vd. Erone e i suoi meccanismi).



La Scienza Ellenistica

- Grande importanza ebbe l'Egitto tolemaico con la famosa Biblioteca di Alessandria, un vero e proprio centro di ricerca, oltre che biblioteca in senso moderno, pensiamo al sistema di Tolomeo (illustrato nell'Almagesto) e ad Ipazia.
- In epoca ellenistica si sviluppa anche una medicina molto vicina alla medicina moderna (vd. Galeno).

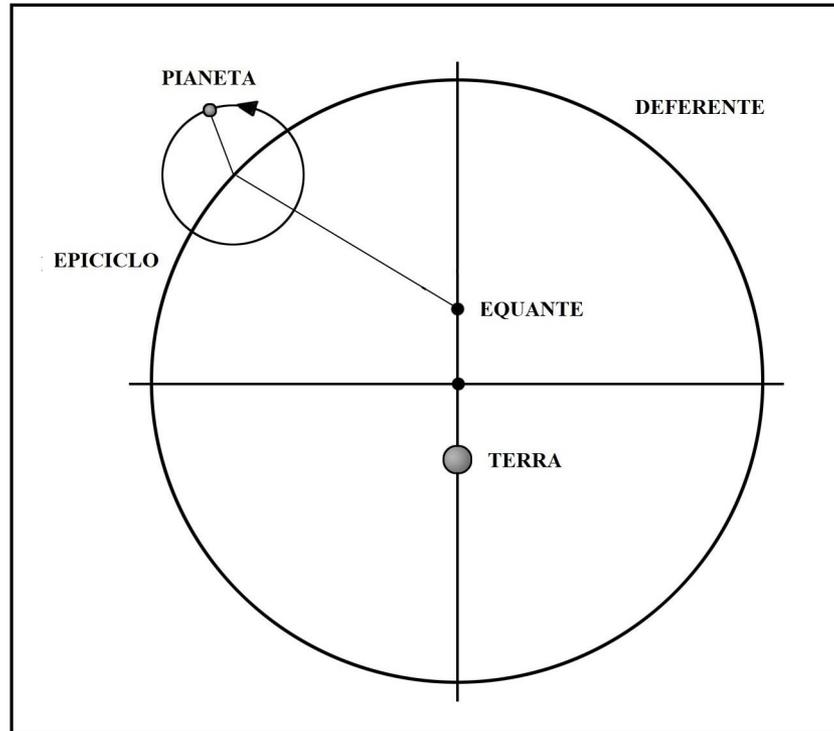


La Scienza Ellenistica

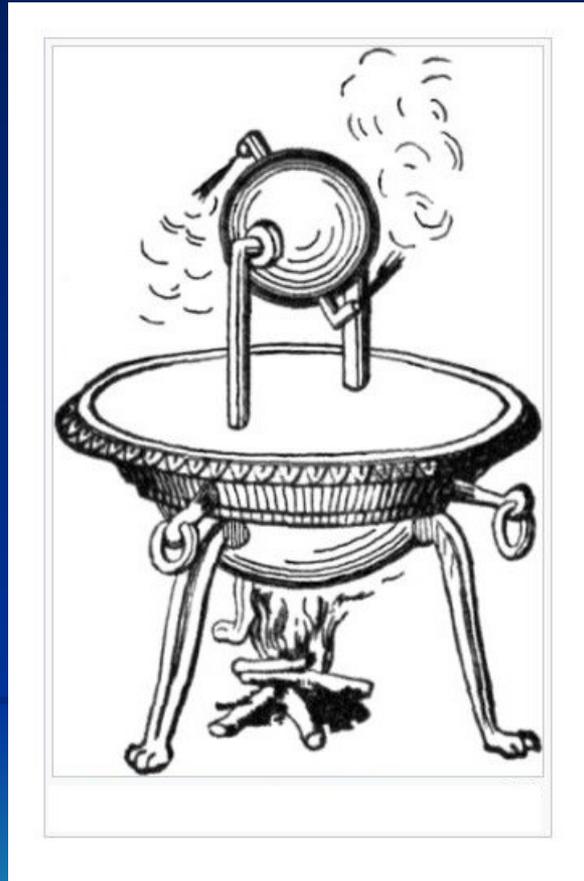
- Grande importanza ebbe l'Egitto tolemaico con la famosa Biblioteca di Alessandria, un vero e proprio centro di ricerca, oltre che biblioteca in senso moderno, pensiamo al sistema di Tolomeo (illustrato nell'Almagesto) e ad Ipazia.
- In epoca ellenistica si sviluppa anche una medicina molto vicina alla medicina moderna (vd. Galeno).



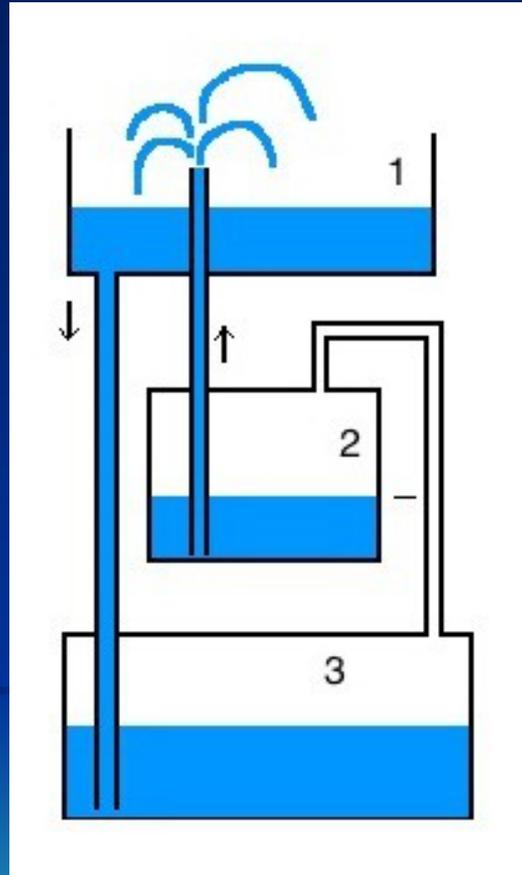
Sistema Tolemaico



Eolipila di Erone



Fontana di Erone



Antikythera, ~1900

- Nel 1900, un'imbarcazione di pescatori greci di spugne, al ritorno dalla Tunisia, fece naufragio sull'isola di Antikythera (tra la Grecia continentale e Creta).
- Ne approfittò per cercare spugne anche nell'isola e, per caso, si imbattè in un relitto.



Antikythera, ~1900

- Fu avviata una campagna di scavi sottomarini (la prima del suo genere) e si recuperarono numerose statue marmoree e bronzee e numerosi altri reperti.
- Furono ritrovati anche 4 strani blocchi metallici calcificati, che non destarono molta impressione.



Atene, ~1910

- In seguito, un impiegato del Museo Archeologico Nazionale di Atene li notò per caso e furono ripuliti e sommariamente studiati.
- Si capì subito che si trattava di tecnologia antica. Furono interpretati come resti di astrolabio, orologio e, finalmente, planetario (Rehm).



Statue di Antikythera



Il Frammento di Antikythera



Atene, ~1950

- Nessuno più fece caso ai reperti, per decine di anni.
- Poi, negli anni '50, un'equipe dell'American School of Classical Studies di Atene compì uno studio multidisciplinare degli oggetti di uso comune ritrovati nella nave di Antikythera, al fine di datare il suo naufragio.



Atene, ~1950

- Datazione al radiocarbonio (legno della nave): circa 180 a.C. (la nave aveva probabilmente qualche decennio quando naufragò).
- Datazione sulle tipologie di ceramica ed anfore: 90-60 a.C.
- Luoghi di provenienza delle stoviglie ed anfore: Pergamo e Rodi.



Antikythera, ~1970

- Il comandante Cousteau (che aveva già visitato il relitto negli anni '50), negli anni '70 compì una campagna di scavi sottomarini presso il relitto.
- Non trovò nulla di eclatante, ma un tesoretto di monete permise di datare il naufragio al 70-60 a.C.



Derek de Solla Price



Yale, ~1970

- De Solla Price, fisico e storico della scienza inglese, studiò il meccanismo di Antikythera negli anni '70.
- Ottenne dal Museo di Atene il permesso di studiare i 4 frammenti ai raggi x e cercò poi di ricostruire il funzionamento del meccanismo.



Yale, ~1970

- Secondo Derek de Solla Price, la faccia anteriore del meccanismo mostra il moto lungo lo zodiaco del Sole e della Luna.
- La faccia posteriore mostra invece il ciclo di Metone (circa 19 anni), dopo il quale la Luna si ripresenta nella stessa fase e posizione rispetto alle stelle fisse.



Yale, ~1970

- Secondo de Solla Price il moto relativo al ciclo di Metone sarebbe stato ottenuto come differenza tra il moto della Luna e quello del Sole nel quadrante anteriore.
- I Greci sarebbero stati quindi i primi ad inventare il cosiddetto differenziale, con 1800 anni di anticipo!



Londra/Sydney, ~1990

- Le evidenti lacune nella ricostruzione di de Solla Price furono colmate dall'opera di Allan Bromley (Università di Sydney) e Michael Wright (Londra, Science Museum).
- Bromley, in particolare, compì un altro paziente studio ai raggi x dei frammenti, poi proseguito da Wright.



Londra/Sydney, ~1990

- Secondo l'interpretazione di Wright (che costruì un modello del meccanismo), la faccia anteriore mostra il moto di Sole, Luna e i cinque pianeti allora conosciuti (di questi non esistono ingranaggi, ma si suppone che ci siano stati).



Londra, ~2000

- Tony Freeth, un matematico inglese divenuto documentarista scientifico, si innamorò del meccanismo e decise di studiarlo con tecnologie avanzate.
- Coinvolse la società X-Tek e il centro ricerche della Hewlett-Packard, rispettivamente per una TAC a raggi x (per cui non esisteva un apparecchio idoneo) e un'innovativa elaborazione delle immagini.



Il Modello “Definitivo”

- Ne risultò una nuova (e definitiva?) interpretazione.
- Faccia anteriore: moto dei sette “pianeti” conosciuti nell'antichità, comprese le variazioni della velocità per la non circolarità delle orbite, i moti retrogradi e l'indicazione delle fasi lunari.



Il Modello “Definitivo”

- Faccia posteriore/quadrante superiore: ciclo di Metone con 235 mesi sinodici (19 anni), dopo i quali la Luna si ripresenta nella stessa posizione.
- In un piccolo riquadro, ciclo di Callippo (19 x 4 = 76 anni): il ciclo di Metone è solo approssimativo ma ogni 76 anni la Luna si presenta esattamente nella stessa fase e posizione.



Il Modello “Definitivo”

- Faccia posteriore/quadrante inferiore: ciclo di Saros (18 anni), dopo il quale le eclissi si ripetono esattamente nella stessa sequenza (avvenendo 8 ore dopo il ciclo precedente).
- In un piccolo riquadro, ciclo Exeligmos (18 x 3 = 54 anni), dopo il quale le eclissi si ripetono esattamente.



Il Modello “Definitivo”

- Faccia anteriore: inscritto un calendario (parapegma) con il sorgere e tramontare di stelle e costellazioni (lavori agricoli).
- Faccia posteriore: istruzioni per il funzionamento del planetario, quindi destinato a ricchi signori, probabilmente romani, come esibizione di potenza e prestigio.



Modello "Definitivo"



- I planetari greci noti dalla letteratura sono due, menzionati da Cicerone e altri: il planetario di Archimede e quello di Posidonio.
- In base all'epoca in cui visse Posidonio (a Rodi), si pensa che il planetario di Antikythera possa essere quello di Posidonio.



Planetari Greci in Letteratura

- Si trattava di strumenti così preziosi che non possono non essere stati citati tutti dalla letteratura del tempo.
- Se non si tratta di due singoli planetari (Archimede e Posidonio), si tratta quantomeno di due limitate serie di strumenti.



Il Planetario di Olbia

- Nel 2007, scavando un sito romano (e prima punico) di Olbia, si scoprì un piccolo frammento di ingranaggio, vicino a ceramiche poi datate al 160-150 a.C.
- L'archeologo d'Oriano si rivolse, per chiarimenti, all'Ing. Pastore, esperto di meccanismi antichi, il quale pensò subito a parte di un meccanismo simile a quello di Antikythera.



Il Planetario di Olbia

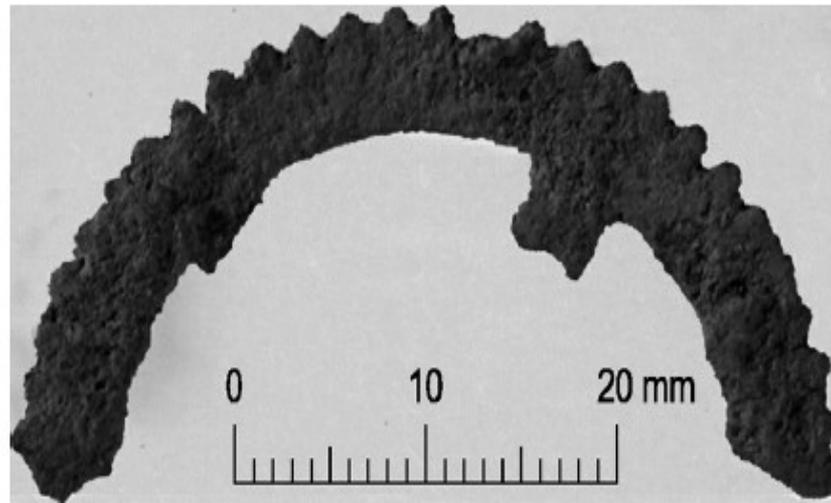


Fig. 2: Olbia, frammento di ruota dentata dallo scavo dell'ex Mercato prima del restauro (foto E. Grixoni).

Il Planetario di Olbia

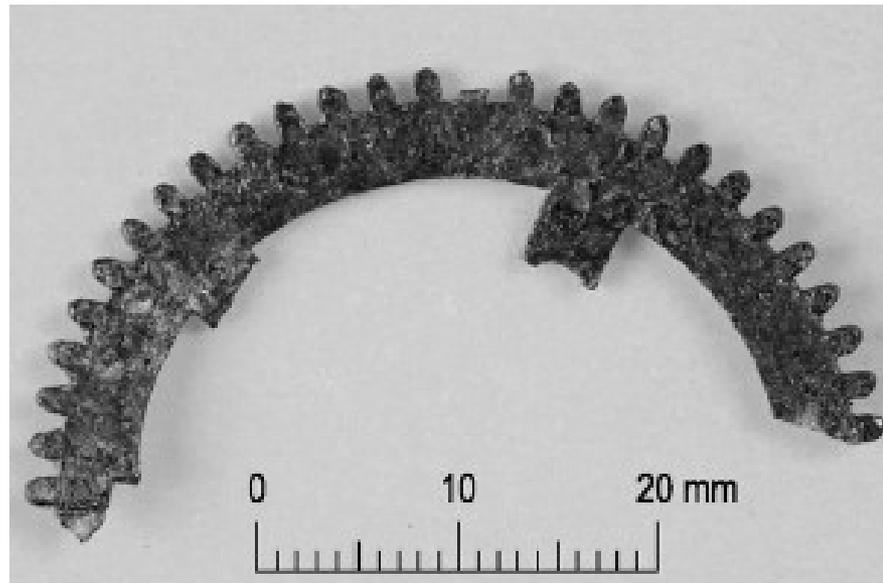


Fig. 4: Olbia, ruota dentata dopo il restauro (foto G. Pulina)

Il Planetario di Archimede

- Pastore, sulla base del fatto che l'ingranaggio aveva 55 denti, scartò subito l'ipotesi di un orologio e pensò ad un planetario.
- E' logico, per quanto detto prima, pensare al planetario di Archimede.
- Archimede morì a Siracusa nel 212 a.C.: considerato qualche decennio d'uso (suggerito dalla deformazione dell'ingranaggio), la datazione archeologica combacia.



Il Planetario di Archimede

- Cicerone narra che il planetario di Archimede fu portato a Roma da Marco Claudio Marcello e che l'omonimo nipote di Marcello lo esibiva ancora agli ospiti, attorno al 170 a.C.
- Marco Claudio Marcello (junior) si recò in Spagna per sedare la rivolta dei Celtiberi proprio attorno al 160 a.C. e di ritorno dalla Spagna fece forse scalo ad Olbia (situata lungo la rotta di ritorno a Roma).



Il Planetario di Archimede

- Il planetario, grazie alla capacità di predire eventi celesti, potrebbe essere stato usato per impressionare i Celtiberi e quindi esibito a Olbia.
- A Olbia si sarebbe rotto (come testimonia uno dei denti dell'ingranaggio) e, in seguito a tale evento, dismesso.



Il Planetario di Archimede

- Gli ingranaggi del planetario di Olbia hanno un profilo ad epicicloide che, dal 1800 circa, sappiamo essere necessario per un funzionamento regolare di un sistema di ingranaggi.
- Dunque, il profilo epicicloidale fu scoperto quasi 2000 anni prima di quanto si pensasse!



La Scienza Ellenistica

- Il profilo dei denti del planetario di Antikythera è triangolare, quello del planetario di Olbia è epicycloidale, ma questo ultimo planetario è più antico di 100 anni!
- Ciò concorda col fatto che nella Grecia ellenistica si svilupparono una scienza ed una tecnologia quasi moderne che però cominciarono a decadere in pochi decenni.



La Scienza Ellenistica

- Scienziati di matrice ellenistica continuarono ad operare fino al V sec. d.C. ma in un quadro di progressiva decadenza.
- Quelle conquiste furono dimenticate, in Occidente, fino al 1200, quando, grazie alla traduzione di testi arabi, parti dell'antica tecnologia furono riscoperte (orologi).
- La scienza e tecnologia ellenistiche sono state studiate da Lucio Russo.



Conclusioni

- I planetari di Antikythera e Olbia ci mostrano quanto fossero sviluppate la scienza e la tecnologia in epoca ellenistica: essi riassumevano tutto il sapere astronomico dell'epoca!
- Tutto quel sapere fu dimenticato parzialmente riscoperto nel tardo Medioevo e nel Rinascimento.



Conclusioni

- Larga parte di quel sapere è andato perduto per sempre, anche per l'incendio della Biblioteca di Alessandria.
- Le scoperte archeologiche e lo studio dei manoscritti potrebbero però darci ancora sorprese.
- Ci si può chiedere a quale livello scientifico e tecnologico saremmo oggi, se la scienza ellenistica non fosse stata dimenticata!

