DECIFRARE UN *antico calcolatore*

Nuove ricerche hanno rivelato il modo in cui il meccanismo di Antikythera rappresentava il moto lunare e prediceva le eclissi, oltre a svolgere altre sofisticate funzioni

di Tony Freeth

GLI ANTICHI GRECI sapevano come calcolare gli schemi ricorrenti delle eclissi lunari grazie ai secoli di osservazioni effettuate dai babilonesi. Il meccanismo di Antikythera avrebbe eseguito quei calcoli per loro, o forse per i ricchi romani che potevano permettersene l'acquisto. L'immagine è una ricostruzione artistica realizzata in base alla ricostruzione teorica del meccanismo da parte dell'autore e dei suoi collaboratori.

Jean-Francois Podevin e Tony Freeth

IN SINTESI

- Il meccanismo di Antikythera è un calcolatore meccanico unico nel suo genere, costruito in Grecia e risalente al II secolo a.C.
- Avanzati strumenti di imaging hanno finalmente permesso di ricostruire il modo in cui il congegno permetteva di prevedere le eclissi lunari e solari e il moto della Luna nel cielo.
- Le iscrizioni sul meccanismo suggeriscono che potrebbe essere stato costruito nella città, allora greca, di Siracusa, forse in seno a una tradizione risalente ad Archimede.

Se non fosse stato per due tempeste verificatesi nella stessa area del Mediterraneo a 2000 anni di distanza, il manufatto tecnologico più importante del mondo antico sarebbe andato perduto per sempre. La prima tempesta, avvenuta intorno alla metà del I secolo a.C., causò il naufragio di un veliero mercantile romano che trasportava tesori greci. La seconda, nel 1900 d.C., costrinse un gruppo di pescatori di spugne a cercare riparo sulla minuscola isola di Antikythera, tra Creta e la Grecia continentale. Quando la tempesta si placò, i pescatori tentarono la fortuna nelle acque del luogo e incapparono nel relitto. Mesi dopo i subacquei vi fecero ritorno, sovvenzionati dal governo greco. Nell'arco di nove mesi riportarono alla luce una miriade di bellissimi oggetti greci antichi — bronzi rari, oggetti in vetro, anfore, ceramiche e gioielli — in uno dei primi grandi scavi archeologici sottomarini della storia.

Ci fu un reperto che inizialmente non destò molta attenzione: un blocco informe, coperto da pesanti calcificazioni, delle dimensioni di un elenco telefonico. Alcuni mesi dopo si ruppe, rivelando i resti corrosi di ruote dentate in bronzo — schiacciate una sull'altra e con denti lunghi appena un millimetro e mezzo — insieme a tavole ricoperte di simboli e iscrizioni in greco. Fu una scoperta sconvolgente: fino ad allora si era pensato che gli antichi costruissero ingranaggi soltanto per scopi prettamente meccanici.

Tre dei principali frammenti del meccanismo di Antikythera, nome con cui è diventato famoso il dispositivo, sono oggi esposti al Museo archeologico nazionale di Atene. Hanno un aspetto minuto e fragile, circondati come sono da imponenti statue in bronzo e altre glorie dell'arte greca. Ma il loro sottile potere è ancora più sconcertante di quanto si immaginasse all'inizio.

Sentii nominare il meccanismo per la prima volta nel 2000. Lavoravo come cineasta, e l'astronomo Mike Edmunds dell'Università di Cardiff, in Galles, mi contattò perché pensava che sarebbe stato un grande soggetto per un documentario. Mi spiegò che nel corso di molti decenni i ricercatori che se ne occupavano avevano fatto progressi significativi, ipotizzando che servisse a calcolare dati astronomici, ma non erano ancora riusciti a capirne pienamente il funzionamento. Dati i miei trascorsi di matematico, mi appassionai sempre di più al mistero del meccanismo.

Edmunds e io organizzammo una collaborazione internazionale che coinvolse storici, astronomi ed esperti di *imaging*. In questi ultimi anni il nostro gruppo ha ricostruito le modalità di funzionamento di quasi tutte le parti giunte fino a noi, svelando i compiti a cui erano destinate. Il meccanismo calcolava le date delle eclissi lunari e solari, riproduceva i moti apparenti e quasi impercettibili della Luna nel cielo e registrava le date di eventi di importanza sociale, come i Giochi Olimpici. Non conosciamo nessun altro oggetto di pari complessità tecnologica, in qualunque parte del mondo, per almeno un altro millennio. Se quest'esemplare unico non fosse sopravvissuto, gli storici avrebbero escluso che potesse esistere qualcosa di simile.

Le prime ricerche

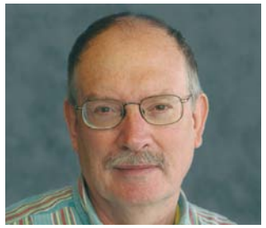
Il filologo tedesco Albert Rehm fu il primo a capire, intorno al 1905, che il meccanismo di Antikythera era una macchina per calcoli astronomici. Mezzo secolo dopo, quando lo storico della scienza Derek de Solla Price, allora all'Institute for Advanced Study di Princeton, descrisse il congegno in un articolo pubblicato su «Scientific American», ne erano stati scoperti ancora pochi segreti.

Il meccanismo, ipotizzò Price, funzionava girando una manovella posta su un lato, e mostrava il risultato muovendo lancette su quadranti situati sulla parte anteriore e posteriore. Girando la manovella, si poteva impostare la macchina su una certa data, come indicato su un quadrante-calendario a 365 giorni posto davanti. (Il quadrante poteva essere ruotato per ottenere un giorno in più ogni quattro anni, come negli anni bisestili di oggi.) Al tempo stesso la manovella metteva in funzione tutti gli altri ingranaggi per generare le informazioni corrispondenti alla data impostata.

Un secondo quadrante anteriore, concentrico al calendario, era diviso in 360 gradi e nei 12 segni che rappresentano le costellazioni dello zodiaco (*si veda il box a pp. 52-53*), vale a dire le costellazioni attraversate dal Sole nel suo moto apparente in relazione alle stelle fisse – «moto» che di fatto risulta dall'orbita della Terra intorno al Sole – insieme alla traiettoria detta eclittica. Price ipotizzò che la parte anteriore del congegno avesse una lancetta che mostrava dove si sarebbe trovato il Sole lungo l'eclittica alla data desiderata.

Nei frammenti giunti sino a noi Price identificò i resti di una dozzina di ingranaggi che facevano parte dei meccanismi interni del congegno, e ne stimò il numero totale di denti: la sola cosa possibile, visto che quasi tutte le ruote dentate sono danneggiate e incomplete. Poi, in un fondamentale studio del 1974, descrisse 27 ruote dentate nel frammento principale e fornì conteggi più precisi basandosi sulle prime scansioni a raggi X del congegno.

L'AUTORE



Il background accademico di TONY FREETH è in matematica e logica matematica. La sua brillante carriera di regista è culminata in una serie di documentari sull'aumento delle rese dei raccolti nell'Africa subsahariana con il premio Nobel per la pace Norman Borlaug. Dal 2000 Freeth è tornato ai suoi interessi accademici dedicandosi alla ricerca sul meccanismo di Antikythera, su cui sta realizzando un lungometraggio.

Il conteggio dei denti indica che cosa calcolava il meccanismo. Per esempio, girando la manovella per far compiere un giro completo a un ingranaggio primario a 64 denti si rappresentava il passaggio di un anno, come mostrato da una lancetta sul quadrante del calendario. Quell'ingranaggio era accoppiato a due ingranaggi secondari a 38 denti, ciascuno dei quali ruotava 64/38 volte per anno. Il movimento era trasmesso da un ingranaggio all'altro all'interno del congegno; a ciascun passaggio il rapporto tra i numeri di denti dell'ingranaggio rappresenta una diversa frazione. Il movimento era infine trasmesso alle lancette, che giravano a ritmi corrispondenti a diversi cicli astronomici. Price scoprì che i rapporti di una di queste serie di ingranaggi rappresentavano un antico ciclo babilonese della Luna.

Price, come Rehm prima di lui, ipotizzò che il congegno contenesse anche ingranaggi epicicloidali, che ruotavano su cuscinetti a loro volta attaccati ad altri ingranaggi. Gli ingranaggi epicicloidali ampliano la portata delle formule calcolabili, oltre alle moltiplicazioni di frazioni, ad addizioni e sottrazioni. Nessun altro esempio di ingranaggio epicicloidale è noto nella tecnologia occidentale per i successivi 1500 anni.

Molti altri ricercatori hanno studiato il congegno, in particolare Michael Wright, curatore del Science Museum di Londra, che insieme ad Allan Bromley, informatico dell'Università di Sydney, realizzò la prima scansione tridimensionale a raggi X del meccanismo. Bromley morì nel 2002, ma Wright non abbandonò il progetto e fece progressi significativi. Per esempio, trovò le prove che i quadranti posteriori, che a prima vista hanno l'aspetto di anelli concentrici, sono in realtà spirali, e scoprì un meccanismo epicicloidale sulla parte anteriore che calcolava le fasi lunari.

Wright fece sua anche una delle intuizioni di Price, vale a dire che il quadrante posteriore in alto possa essere un calendario lunare basato su un ciclo di 19 anni e 235 mesi lunari, detto ciclo metonico o metoniano. Si tratta di un calendario che prende il nome dall'astronomo del V secolo a.C. Metone di Atene – anche se fu scoperto ancora prima dai babilonesi – ed è usato ancora oggi per determinare la festività ebraica di Rosh Hashanah e quella cristiana della Pasqua.

High tech al museo

Quando ci mettemmo al lavoro, fummo subito ostacolati da una frustrante mancanza di dati. Non avevamo accesso ai precedenti studi a raggi X. Anzi, non avevamo nemmeno buone fotografie. Due immagini su una rivista scientifica – la radiografia di un pesce rosso e la fotografia ritoccata di una tavoletta in argilla babilonese – mi suggerirono un modo per ottenere dati migliori.

Chiedemmo alla Hewlett-Packard di eseguire riproduzioni fotografiche ad alta tecnologia e alla X-Tek Systems di realizzare elaborazioni tridimensionali a raggi X. Dopo quattro anni di trattative con le autorità greche, ottenemmo i permessi necessari, e noi facemmo in modo che i tecnici di imaging portassero i loro strumenti ad Atene: un'operazione necessaria, perché il meccanismo di Antikythera è troppo fragile per poter viaggiare.

Nel frattempo ricevemmo una chiamata inattesa da una funzionaria del museo. Era stata nel magazzino del seminterrato e aveva trovato scatole con pezzi etichettati «Antikythera». Ci poteva interessare? Certamente! Ora avevamo 82 frammenti, rispetto ai 20 iniziali.

Il team della HP diretto da Tom Malzbender costruì una cupola dall'aspetto misterioso del diametro di circa un metro e mezzo e coperta da lampade al magnesio elettroniche che fornivano illuminazione da angoli diversi. Per migliorare il dettaglio della superficie, il team si servì di una tecnica usata nella realizzazione dei videogiochi, la mappatura polinomiale delle texture. Le iscrizioni che Price aveva avuto difficoltà a decifrare divennero così chiaramente leggibili, e i dettagli più minuti potevano essere ingranditi e perfezionati sul monitor del computer controllando la riflettanza della superficie e l'angolo di illuminazione. Le iscrizioni erano essenzialmente un manuale di istruzioni inciso sulle tavole esterne.

Un mese dopo la polizia dovette chiudere al traffico le strade del centro di Atene per far arrivare al museo un camion che trasportava la BladeRunner, la macchina a raggi X della X-Tek, del peso di 8 tonnellate. La BladeRunner esegue tomografie computerizzate analoghe a quelle di uno scanner TAC per uso medico, ma con precisione ancora maggiore. Roger Hadland e il suo gruppo vi avevano apportato una modifica, in modo che avesse potenza sufficiente da penetrare nei frammenti del meccanismo di Antikythera. La ricostruzione in 3-D così ottenuta era favolosa: dove Price non riuscì vedere altro che un puzzle di ingranaggi sovrapposti, noi potevamo isolare gli strati all'interno del frammento e osservare tutti i dettagli dei denti di ciascuna ruota.

Inaspettatamente, i raggi X rivelarono oltre 2000 nuovi caratteri di testo che erano rimasti nascosti nel cuore dei frammenti. (Fino a oggi abbiamo identificato e interpretato in totale 3000 dei 15.000 caratteri che probabilmente esistevano in origine. Moussas e Yanis Bitsakis, dell'Università di Atene, e Agamemnon Tselikas, del Centro di storia e paleografia, iniziarono a scoprire iscrizioni

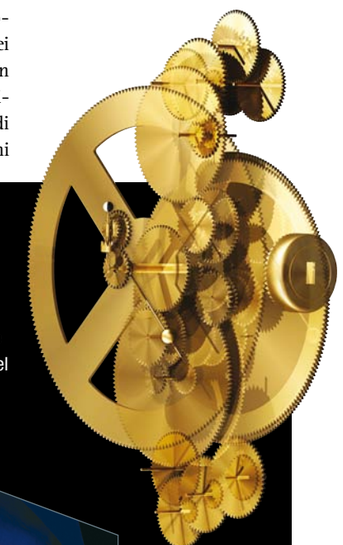
Gli storici escludevano che ***un oggetto di così grande complessità*** *potesse esistere in quell'epoca*

Il mondo greco e romano, intorno al 145 a.C.

Da dove veniva?

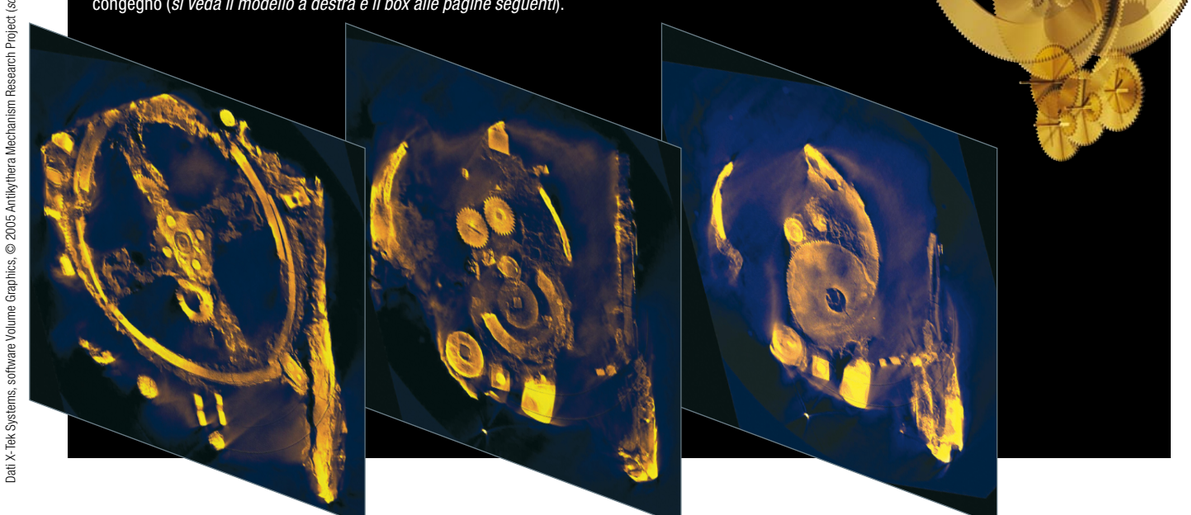
Il meccanismo di Antikythera fu costruito intorno alla metà del II secolo a.C., quando Roma si stava espandendo ai danni dei regni ellenistici di dominazione greca (*in verde*). I subacquei recuperarono ciò che ne rimane (compreso il frammento a sinistra) nel 1901 dal relitto di una nave vicino all'isola di Antikythera. La nave naufragò intorno al 65 a.C. mentre trasportava tesori dell'arte greca provenienti forse da Rodi e diretti verso Roma. Rodi era sede di una delle maggiori tradizioni dell'astronomia greca, ma le ultime prove fanno pensare a un'origine corinzia del meccanismo. Siracusa, che era stata una colonia corinzia in Sicilia, è una possibilità: il grande inventore greco Archimede aveva vissuto lì e potrebbe aver lasciato una tradizione tecnologica.

Kirk Caldwell (*mappa*); Museo archeologico nazionale di Atene (*frammenti*); cortesia Colin Freeth (*Freeth*)



Anatomia di una reliquia

La tomografia computerizzata – una mappatura 3D ottenuta da radiografie multiple – ha permesso all'autore e colleghi di vedere all'interno dei resti del meccanismo di Antikythera. Uno scanner TAC può essere usato, per esempio, per affettare virtualmente un oggetto (*sotto, sezioni del frammento principale*). Questo tipo di informazione ha aiutato il gruppo a capire come gli ingranaggi sopravvissuti si collegavano tra loro e a stimarne il numero dei denti, che determina quali calcoli eseguivano. Così è stato possibile ricostruire la maggior parte del congegno (*si veda il modello a destra e il box alle pagine seguenti*).



Dati X-Tek Systems, software Volume Graphics, © 2005 Antikythera Mechanism Research Project (*scansioni TAC*); Griff Wason e Tony Freeth (*ricostruzione*)

che erano rimaste invisibili all'occhio umano per oltre 2000 anni. Una di queste fu tradotta come «... suddivisioni spirale 235...», confermando che il quadrante superiore sul retro era una spirale che rappresentava il calendario metonico.

Verso Babilonia

Una volta tornato a Londra, iniziai a esaminare anche le tomografie. Certi frammenti erano chiaramente tutti parte di un quadrante a spirale che si trovava in basso sul retro. Una stima del numero complessivo di divisioni in questa spirale a quattro spire suggeriva da 220 a 225.

Il numero primo 223 era il candidato più ovvio. Gli antichi babilonesi avevano scoperto che quando si osserva un'eclissi di Luna – che può verificarsi soltanto durante il plenilunio – di norma se ne verifica un'altra 223 pleniluni dopo. Analogamente, se i babilonesi osservavano un'eclissi di Sole – che può avvenire esclusivamente con la Luna nuova – allora potevano prevedere che 223 noviluni dopo ce ne sarebbe stata una simile (anche se non sempre potevano vederla: le eclissi di Sole sono visibili soltanto da luoghi specifici, e gli antichi astronomi non potevano prevederle con sicurezza). Le eclissi si ripetono secondo questo ciclo perché ogni 223 mesi lunari il Sole, la Terra e la Luna tornano approssimativamente sullo stesso allineamento l'uno rispetto all'altro, una periodicità nota come ciclo di Saros.

I raggi X hanno rivelato iscrizioni rimaste ***invisibili all'occhio umano*** *per oltre 2000 anni*

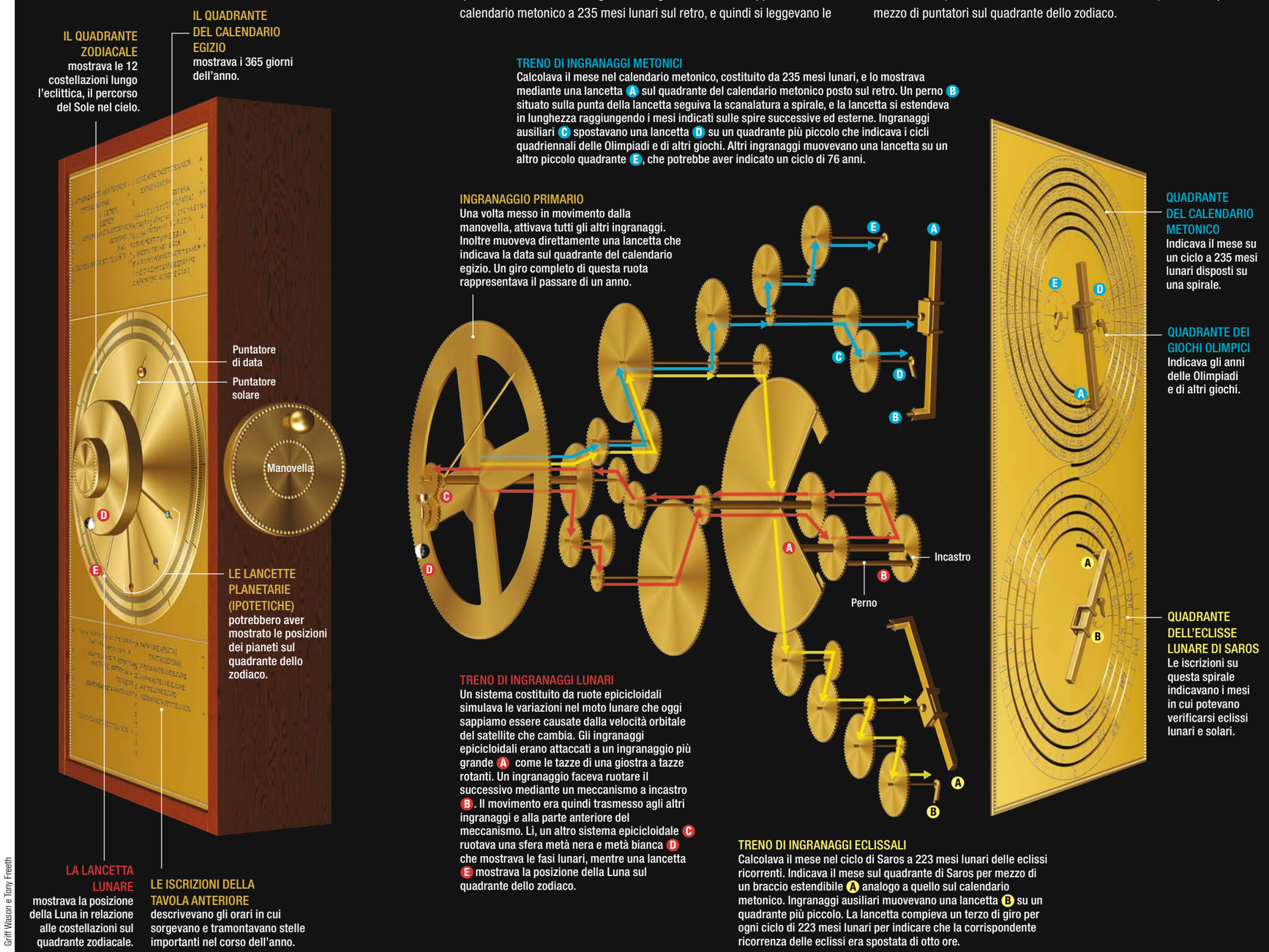
Tra le divisioni di scala c'erano blocchi di simboli, quasi tutti contenenti Σ (*sigma*) o H, o entrambi. Capii ben presto che Σ stava per Σεληνη (*selene*), termine greco per «Luna», a indicare un'eclissi lunare, mentre H stava per Ηλιος (*helios*), «Sole», a indicare un'eclissi solare. I babilonesi sapevano anche che all'interno del periodo di 223 mesi le eclissi possono verificarsi soltanto in mesi particolari, disposti secondo un modello prevedibile e separati da intervalli di cinque o sei mesi; la distribuzione di simboli intorno al quadrante corrispondeva perfettamente a quel modello.

Non mi restava che seguire gli indizi che mi portavano al cuore del meccanismo, e trovare un ingranaggio che avesse 223 denti. Edmunds confermò la presenza di un grande quadrante con 223 denti, un dato suggerito dalle prime radiografie, anche se nel modello di Price si riteneva che fossero 222. Con conteggi plausibili per altri ingranaggi e l'aggiunta di un piccolo, ipotetico ingranaggio, questa ruota a 223 denti poteva eseguire il calcolo desiderato.

Ma c'era ancora un enorme problema da risolvere, che si rivelò il più difficile da sbrogliare. Oltre a calcolare il ciclo di Saros, il grande ingranaggio

Meccanismo astronomico

Questo esploso del meccanismo mostra i 30 ingranaggi conosciuti, meno uno, più alcuni altri di cui si è ipotizzata l'esistenza. Girando una manovella sul lato si attivavano tutti gli ingranaggi del meccanismo e si muovevano le lancette sui quadranti anteriori e posteriori: le frecce in blu, rosso e giallo spiegano come si trasmetteva il moto da una ruota all'altra. Si selezionava una data sul quadrante del calendario egizio a 365 giorni sul davanti oppure sul calendario metonico a 235 mesi lunari sul retro, e quindi si leggevano le previsioni astronomiche per quel giorno (per esempio posizione e fasi della Luna) dagli altri quadranti. Oppure, si girava la manovella per impostare un evento specifico su un quadrante astronomico e vedere in quale data si sarebbe verificato. Altri ingranaggi, andati perduti, servivano forse a calcolare la posizione del Sole e di alcuni, o tutti, i cinque pianeti noti nell'antichità (Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno), mostrata per mezzo di puntatori sul quadrante dello zodiaco.



Griff Wason e Tony Freeth

a 223 denti era completato dal sistema di epicicli osservato da Price: un insieme di due piccoli ingranaggi accoppiati a uno più grande che ricorda una di quelle giostre con le tazze rotanti, stile Cappellaio Matto. Ciascun ingranaggio epicicloidale si collegava dunque a un altro piccolo ingranaggio. Eravamo disorientati dal fatto che tutti e quattro i piccoli ingranaggi sembravano avere lo stesso numero di denti, 50, il che apparentemente non aveva senso, perché il risultato sarebbe stato identico ai dati immessi.

Dopo mesi di frustrazione mi ricordai che Wright aveva osservato che uno dei due ingranaggi epicicloidali è provvisto di un perno sul lato frontale che entra in una fessura sull'altro lato. La sua idea era che i due ingranaggi girassero su assi leggermente diversi, separati di circa un millimetro. Di conseguenza l'angolo compiuto da un ingranaggio si alternava tra l'essere leggermente più ampio e leggermente più stretto rispetto all'angolo compiuto dall'altro ingranaggio. Se un ingranaggio girava a ritmo costante, l'altro variava tra un ritmo leggermente più veloce e uno leggermente più lento.

Chiedi la Luna

Il tasso variabile di rotazione è esattamente quello necessario per calcolare il moto lunare in base alla teoria astronomica più avanzata del II secolo a.C., quella spesso attribuita a Ipparco di Rodi. Prima di Keplero, nessuno aveva capito che l'orbita della Luna è ellittica e che la Luna accelera verso il perigeo, il suo punto più vicino alla Terra, e rallenta verso l'apogeo, il punto opposto. Ma gli antichi sapevano che il moto della Luna rispetto allo zodiaco sembra rallentare e accelerare a cadenza periodica. Nel modello di Ipparco, poi ampliato da Tolomeo, la Luna si muoveva a ritmo costante intorno a un cerchio il cui centro si muoveva a sua volta intorno a un cerchio a ritmo costante. Il risultato era una buona approssimazione del moto apparente della Luna. Questi cerchi concentrici, gli epicicli, dominarono il pensiero astronomico per 1800 anni.

C'era poi un'ulteriore complicazione: apogeo e perigeo non sono punti fissi, perché l'ellisse dell'orbita lunare ruota compiendo un giro completo ogni nove anni circa. Il tempo che la Luna impiega per tornare al perigeo è perciò un po' più lungo rispetto al tempo che impiega a tornare al medesimo punto nello zodiaco. La differenza è pari a sole 0,112579655 rotazioni all'anno. Con l'ingranaggio d'ingresso di 27 denti, la rotazione della ruota grande era un po' troppo ampia; con 26 denti era un po' troppo ridotta. Il risultato corretto sembrava essere circa a metà strada. Così provai l'idea paradossale che l'ingranaggio di ingresso avesse 26 denti e mezzo. Premetti il pulsante sulla mia calcolatrice e il risultato fu 0,112579655: risposta esatta. Nove cifre decimali non potevano essere una semplice coincidenza! Ma gli ingranaggi non possono avere frazioni di numeri di denti...

Ma 26,5 per 2 fa 53. Wright aveva stimato che uno degli ingranaggi principali avesse 53 denti, e io ora capivo che i conti tornavano. Il progettista aveva ingegnosamente montato il meccanismo a incastro in modo epicicloidale, al fine di rallentare leggermente il periodo della sua variazione, mantenendo inalterata la rotazione di base. Grazie a Edmunds ci rendemmo anche conto che il sistema di ingranaggi epicicloidali, collocato sul retro del meccanismo, comunicava il risultato mediante un albero che ruotava all'interno di un altro albero cavo che attraversava il resto del meccanismo verso la parte anteriore, in modo che il moto lunare potesse essere rappresentato sul quadrante dello zodiaco e sul visualizzatore delle fasi lunari. Tutti i numeri degli ingranaggi erano così spiegati, a eccezione di una piccola ruota che rimane tuttora un mistero.

Ricerche successive ci hanno fatto apportare qualche modifica al modello. Una riguarda un piccolo quadrante ausiliario situato sul retro, suddiviso a sua volta in quattro settori. Il primo indizio l'ho avuto leggendo sotto uno di questi la parola «*NEMEA*». Alexander Jones, storico dell'Università di New York, ha spiegato che si riferisce ai Giochi Nemei, uno dei maggiori eventi sportivi nella Grecia antica. In seguito, abbiamo scoperto, incise intorno ai quattro settori del quadrante, le parole *ISTHMIA,* per i giochi di Corinto, *PYTHIA,* per i giochi di Delphi, *NAA,* per i giochi minori di Dodona, e *OLYMPIA,* per i più importanti giochi del mondo greco, le Olimpiadi. Tutti i giochi si tenevano ogni due o quattro anni. In precedenza avevamo pensato che il meccanismo fosse solo uno strumento di astronomia matematica, ma quel quadrante gli conferiva una funzione sociale inaspettata.

Ventinove dei 30 ingranaggi sopravvissuti calcolano cicli solari e lunari. Ma i nostri studi delle iscrizioni sul fronte del meccanismo hanno raccolto anche una miniera di informazioni sul sorgere e il tramontare di stelle e pianeti. In più, sulla ruota dentata «primaria» nella parte anteriore, ciò che rimane dei cuscinetti testimonia un sistema epicicloidale andato perduto che avrebbe potuto imitare i moti dei pianeti lungo l'eclittica, oltre alle anomalie del moto solare. Questi indizi fanno pensare a calcoli sul Sole e su alcuni dei cinque pianeti noti nell'antichità, Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno.

Wright costruì un modello del congegno che include sistemi epicicloidali per tutti e cinque i pianeti. La sua struttura, però, non concorda con tutte le prove. Con i suoi 40 ingranaggi supplementari, potrebbe essere troppo complesso per corrispondere alla brillante semplicità del resto del meccanismo. La risposta definitiva potrebbe trovarsi ancora a 50 metri di profondità sul fondo del Mediterraneo.

Eureka?

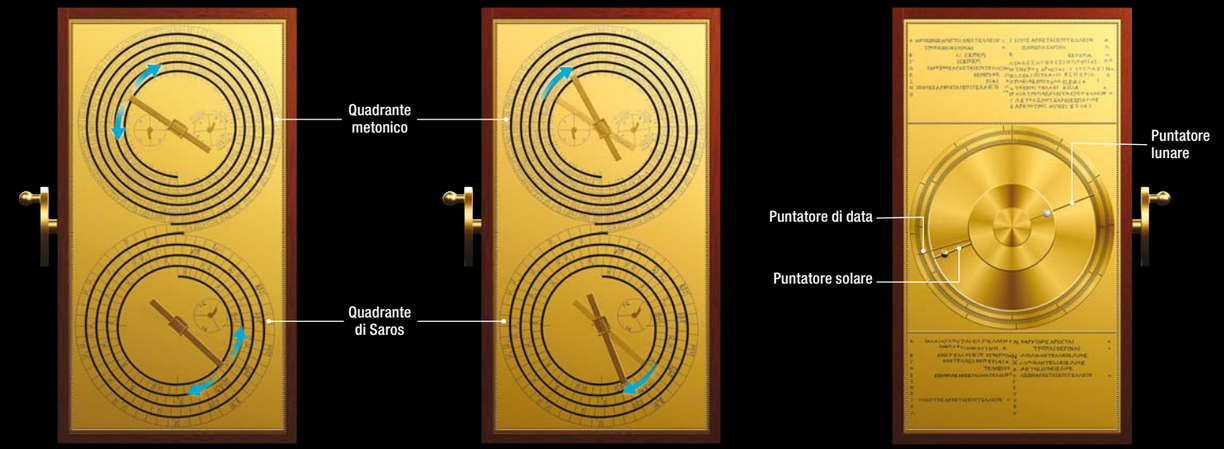
La questione della provenienza del meccanismo, e di chi lo ha costruito è ancora senza risposta. La maggior parte del carico del relitto proveniva dalla parte orientale del mondo greco, luoghi come Pergamo, Kos e Rodi. Era quindi naturale supporre che ne fosse stato l'artefice Ipparco o un altro astronomo di Rodi, ma il testo nascosto tra le 235 divisioni mensili del calendario metonico contraddice questa ipotesi. Alcuni nomi dei mesi erano usati soltanto in luoghi specifici dell'antica Grecia e suggeriscono un'origine corinzia. Se il congegno proveniva da Corinto, allora fu quasi certamente realizzato prima che la città venisse distrutta dai Romani nel 146 a.C. Forse la cosa più probabile è che sia stato costruito per essere usato in una delle colonie nella Grecia nord-occidentale o in Sicilia.

E la Sicilia fa subito pensare a un'ipotesi. A Siracusa visse infatti Archimede, il più grande scienziato dell'antichità. Nel I secolo a.C., Cicerone racconta che Archimede era stato ucciso durante l'assedio di Siracusa nel 212 e che il generale romano vittorioso, Marcello, aveva portato con sé come bottino un solo oggetto: uno strumento astronomico costruito da Archimede. Si trattava forse del meccanismo di Antikythera? Noi pensiamo di no, perché sembra essere stato costruito vari decenni dopo la morte del famoso scienziato. Ma potrebbe essere stato realizzato nell'ambito di una tradizione di manifattura di strumenti che aveva avuto origine con Archimede.

Ci sono ancora molti interrogativi sul meccanismo di Antikythera. Forse il principale è la ragione per cui questa tecnologia è stata così poco sfruttata, nella sua epoca come in quelle seguenti. Nel suo articolo su «Scientific American», Price scriveva: «È inquietante sapere che, poco prima della caduta della loro civiltà, gli antichi Greci siano giunti così vicini alla nostra epoca, non soltanto nel pensiero, ma anche nella tecnologia». Le nostre scoperte dimostrano che il meccanismo di Antikythera era ancora più vicino a noi. ■

Come prevedere un'eclissi

Probabilmente per usare il meccanismo di Antikythera bastavano un po' di pratica e qualche rudimento di astronomia. Dopo la calibrazione iniziale fatta da un esperto, il meccanismo poteva dare informazioni piuttosto accurate su eventi distanti diverse decine d'anni sia nel passato sia nel futuro. Le iscrizioni sul quadrante di Saros, a intervalli di cinque o sei mesi, corrispondevano ai mesi in cui la Terra, il Sole e la Luna sono quasi allineati (e quindi rappresentando tutte le potenziali eclissi solari e lunari) in un ciclo di 223 mesi lunari. Una volta noto il mese dell'eclissi, se ne poteva calcolare il giorno sul quadrante anteriore sfruttando il fatto che le eclissi solari avvengono sempre con il novilunio e quelle lunari col plenilunio.



AZZERARE LA DATA
Si comincia girando la manovella per impostare mese e anno corrente sul calendario metonico. La lancetta inferiore si dirigerà verso il mese corrispondente sul quadrante di Saros (*eclissi*).

TROVARE IL MESE DELL'ECLISSI
Girare la manovella per spostare il tempo in avanti finché la lancetta sul quadrante di Saros indica un'iscrizione di eclissi. L'iscrizione indicherà quindi mese e ora del giorno (ma non il giorno) di un'eclissi, specificando se sarà solare o lunare.

CALCOLARE IL GIORNO
Regolare la manovella finché i puntatori lunare e solare sono allineati (*per un'eclissi solare*) o a 180 gradi (*per un'eclissi lunare*). La lancetta del calendario egizio si sposterà di conseguenza, indicando il giorno dell'eclissi.

Dati X-Tek Systems, software Volume Graphics, © 2005 Antikythera Mechanism Research Project

Griff Wason e Tony Freeth

ISCRIZIONI

Questo frammento del retro del meccanismo di Antikythera, in un'immagine ai raggi X, contiene le parole «suddivisioni spirale 235», che hanno permesso ai ricercatori di accertare che il quadrante posto in alto sul retro indicava i 235 mesi del calendario metonico disposti a spirale. In precedenza era visibile soltanto la parola «ΕΛΙΚΙ» (*«ELIKI», visibile in alto a sinistra*), greco per «spirale».

➥ Letture

An Ancient Greek Computer. De Solla Price D., in «Scientific American», Vol. 200, n. 6, pp. 60-67, giugno 1959.

Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism – A Calendar Computer from ca. 80 B.C. De Solla Price D., in «Transactions of the American Philosophical Society», New Series, Vol. 64, n. 7, pp. 1-70, 1974.

Decoding the Ancient Greek Astronomical Calculator Known as the Antikythera Mechanism. Freeth T. e altri, in «Nature», Vol. 444, pp. 587-591, 30 novembre 2006.

Calendars with Olympiad Display and Eclipse Prediction on the Antikythera Mechanism. Freeth T., Jones A., Steele J.M. e Bitsakis Y., in «Nature», Vol. 454, pp. 614-617, 31 luglio 2008.

The Antikythera mechanism Research Project. **http://www.antikythera-mechanism.gr.**