

Vitruvio ("De architectura", IX, i, 11-14): un brano di argomento astronomico.

Lucio Russo

L'enorme influenza dell'Almagesto sugli astronomi dei quindici secoli successivi ha cancellato quasi completamente il ricordo dell'astronomia precedente. Tra le trattazioni dell'argomento successive allo sviluppo dell'astronomia ellenistica nel II secolo a.C. e precedenti l'opera di Tolomeo una delle poche rimasteci è quella presente nei primi cinque capitoli del IX libro del "De architectura" di Vitruvio. L'esposizione di Vitruvio è però in molti punti oscura e le difficoltà di interpretazione hanno di fatto precluso l'uso di questa opera da parte degli storici della scienza; Neugebauer, ad esempio, accenna appena ad un passo del IX libro di Vitruvio, osservando che "the passage in question is not only obscure but also apparently corrupt" ¹.

In questo lavoro ci occuperemo in particolare dell'interpretazione del brano seguente (IX, i, 11-14), relativo al moto dei pianeti superiori (Marte, Giove e Saturno):

Ei autem, qui supra solis iter circinationes peragunt, maxime cum in trigono fuerint, quod is inierit, tum non progrediuntur, sed regressus facientes morantur, doneque cum idem sol de eo trigono in aliud signum transitionem fecerit. Id autem nonnullis sic fieri placet, quod aiunt solem, cum longius absit abstantia quadam, non lucidis itineribus errantia per ea sidera obscuritatis morationibus impedire. Nobis vero id non videtur. Solis enim splendor perspicibilis et patens sine ullis obscurantionibus est per omnem mundum, ut etiam nobis appareant, cum facient eae stellae regressus et morationes. Ergo si tantis intervallis nostra species potest id animadvertere, quid ita divinationibus splendorisque astrorum iudicamus obscuritatis obici posse?

Ergo potius ea ratio nobis constabit, quod, fervor quemadmodum omnes res evocat et ad se ducit, ut etiam fructus e terra surgentes in altitudinem per calorem videmus, non minus aquae vapores a fontibus ad nubes per arcus excitari, eadem ratione solis impetus vehemens radiis trigoni forma porrectis insequentes stellas ad se perducit et ante currentes veluti refrenando retinendoque non patitur progredi, sed ad se regredi, in alterius trigoni signum esse.

Fortasse desiderabitur, quid ita sol quinto a se signo potius quam secundo aut tertio, quae sunt propiora, facit in his fervoribus retentiones. Ergo, quemadmodum id fieri videatur, exponam. Eius radii in mundo uti trigoni paribus lateribus formae liniationibus extenduntur. Id autem nec plus nec minus est ad quintum ab eo signo. Igitur si radii per omnem mundum fusi circinationibus vagarentur neque extentionibus porrecti ad trigoni formam liniarentur, propiora flagrant. Id autem etiam Euripides, Graecorum poeta, animadvertisse videtur. Ait

¹ O. Neugebauer: "A History of ancient mathematical Astronomy", Berlin-Heidelberg-New York, 1975, p. 694. Il riferimento è al passo (per la verità chiaro, ma Neugebauer si riferisce probabilmente al contesto in cui è inserito) nel quale Vitruvio parla del moto di Mercurio e di Venere attorno al Sole ("De architectura", IX, i, 6).

enim, quae longius a sole essent, haec vehementius ardere, propiora vero eum temperata habere. Itaque scribit in fabula Phaetonte sic: καειε τὰ πορρω, ταγγυθεν δ' εὐκρατ' ἔχει.

Si ergo res et ratio et testimonium poetae veteris id ostendit, non puto aliter oportere iudicari, nisi quemadmodum de ea re supra scriptum habemus.

Per la comprensione di questo brano è essenziale capire il senso in cui Vitruvio e la sua fonte usano i termini "trigonum" e, soprattutto, "signum".

In alcuni casi l'uso della parola "trigonum" nel senso di "triangolo" è evidente: ad esempio nell'espressione "trigoni forma". In altri passi, come all'inizio del brano riportato, si è pensato invece che Vitruvio alluda alle particolari configurazioni planetarie che furono chiamate, appunto, "trigoni" e considerate di interesse astrologico. Quanto al termine "signum" esso è in genere inteso come "segno" zodiacale e a favore di questa interpretazione vi è l'argomento, che può apparire decisivo, che Vitruvio usa certamente la parola in questo senso sia nello stesso capitolo, in passi precedenti il brano riportato, che in capitoli successivi dello stesso libro.

Poiché però usando le interpretazioni precedenti il brano è rimasto sostanzialmente incompreso, può essere utile esplorare la possibilità che i termini "trigonum" e "signum" siano usati qui in un diverso significato. Facciamo per questo alcune osservazioni.

Vitruvio allude più volte chiaramente ad una costruzione geometrica, in particolare con le espressioni "trigoni paribus lateribus formae liniationibus extenduntur" e "ad trigoni formam liniarentur".

Vitruvio sembra avere delle difficoltà nel seguire il ragionamento scientifico esposto dalla fonte. A questo riguardo sono particolarmente significativi due passi: quello sulla "obscuritas" che, secondo alcuni, sarebbe prodotta dal Sole e quello in cui si afferma che i raggi del Sole riscaldano i corpi lontani più di quelli vicini. Queste affermazioni, che sembrano generate da equivoci, dovettero sembrare molto strane anche a Vitruvio stesso: egli infatti si dissocia dalla prima e sembra a corto di argomenti per difendere la seconda quando chiude il discorso appellandosi all'autorità di Euripide. Vitruvio aveva mostrato del resto la propria incompetenza sulle questioni astronomiche quando aveva elencato, nel I libro, le nozioni di astronomia necessarie ad un buon architetto ².

Possiamo quindi supporre che Vitruvio cerchi in questo brano, con difficoltà, di seguire una fonte (presumibilmente greca) in cui era esposto un ragionamento scientifico, basato su una costruzione geometrica.

Questa ipotesi offre la chiave per una diversa possibile interpretazione dei termini "trigonum" e "signum".

In primo luogo, infatti, sembra naturale escludere un continuo uso alterno della stessa parola "trigonum" in due significati diversi. Se non Vitruvio, almeno la sua fonte, esponendo un ragionamento geometrico nel quale la parola "trigonum" ricorre con continuità, non poteva che averla usata costantemente nel suo semplice ed usuale significato di "triangolo" (significato che, come abbiamo già notato, in alcuni casi è inequivocabile).

² Vitruvio, *De architectura*, I, i, 10. Tra tali nozioni Vitruvio, prima di accennare genericamente al "moto degli astri", elenca la conoscenza dei quattro punti cardinali e quella degli equinozi e dei solstizi.

D'altra parte l'uso continuo di questo stesso termine geometrico greco lungo quasi tutto il brano riportato (con l'eccezione di alcune digressioni, che proprio l'abbandono della terminologia geometrica può far supporre estranee alla fonte) costituisce di per sé una forte indicazione dell'uso di un'unica fonte scientifica.

Osserviamo ora che in un testo in cui viene illustrata una costruzione geometrica non possono mancare alcune indicazioni di punti, espressioni cioè del tipo: "il punto B", "il punto C", "il punto E". Una traduzione letterale in latino di queste indicazioni scritte in lingua greca ³ fornirebbe proprio le espressioni "secundum signum", "tertium signum" e "quintum signum" usate da Vitruvio, pur di confondere il valore ordinale delle lettere greche con il loro uso per indicare i punti di una figura geometrica. Poiché Vitruvio non riporta altre indicazioni di punti e non si riesce a dare un significato diverso e convincente alle sue parole (e, d'altra parte, a lettori di opere matematiche greche è effettivamente capitato di fare confusione tra i due diversi usi delle lettere ⁴), la congettura che egli sia incorso in questo errore sembra meritevole di essere presa in considerazione.

Va notato che Vitruvio, quando parla di diagrammi che certamente capisce, usa in genere espressioni come "ubi erit littera A" (IX, vii, 2) o "ab littera S ducatur linea" (IX, vii, 6); egli usa cioè le lettere non come simboli di punti ma direttamente per individuare le zone del disegno in cui sono situate. In un passo nel quale il termine "signum" viene usato in un senso che sembra corrispondere approssimativamente al concetto di punto (evidentemente perché il termine è usato per tradurre il greco σημείον) Vitruvio scrive "ab eo signo et littera C per centrum, ubi est littera A, linea perducatur"(IX, vii, 3). È chiaro quindi che neppure in questo caso il "signum" è per Vitruvio un "punto", denotato da una lettera; si tratta per lui semplicemente di un "segno", che si trova presso la lettera. L'assenza nell'opera di Vitruvio del concetto geometrico astratto di "punto" non può stupire né deve essere considerata un suo limite personale. Bisogna ricordare che non era mai stata scritta un'opera di geometria in latino; era quindi semplicemente impossibile esprimere questo concetto in lingua latina.

La differenza tra il concetto astratto espresso dai matematici greci con il termine σημείον e quello concreto di "signum" (nel senso di "segno sulla carta") con il quale uno scrittore latino come Vitruvio lo sostituisce può essere importante per l'interpretazione del brano che stiamo considerando. Lo stesso termine latino "signum" poteva infatti indicare anche il "segno dello zodiaco" (concetto espresso in greco con il termine ζώδιον). In ogni caso il termine latino manteneva un significato concreto; naturalmente il contesto permetteva in genere di capire di quale "signum" si parlasse: se ad esempio di un

³ Il termine σημείον fu introdotto da Euclide nel significato di "punto" (in luogo del termine στήλη usato precedentemente) e fu usato costantemente dai matematici successivi durante tutto il periodo ellenistico.

⁴ L'errore è sistematico, ad esempio, nei frammenti di un infelice tentativo di traduzione in latino degli "Elementi" di Euclide contenuti in un manoscritto anonimo del X secolo. Tali frammenti sono riprodotti da Curtze nella prefazione alla sua edizione della traduzione di Gherardo di Cremona del commento agli "Elementi" di An-Nairīzī.

"signum" sulla carta o di un "signum" nel cielo. Poiché però in latino non si poteva parlare di un "signum" nel cielo se non nel senso di ζῳδιον si capisce quali problemi potessero nascere nel caso di un'opera scientifica greca che avesse fatto delle affermazioni su un σημεῖον dello spazio astronomico. Un lettore di lingua latina avrebbe potuto forse pensare che in questo caso il termine σημεῖον fosse usato come sinonimo di ζῳδιον; in ogni caso gli sarebbero mancati gli strumenti linguistici per tradurre correttamente il testo in latino.

Quanto all'associazione tra lettere e "signa", poiché per Vitruvio si tratta al più di una relazione di contiguità spaziale, essa non poteva essere facilmente estesa ai "signa" presenti nel cielo, dove certo non vi sono lettere. Poteva essere quindi naturale, in questo caso, interpretare le lettere come numeri ordinali.

Naturalmente le difficoltà esposte potevano essere superate facilmente grazie ad un riferimento chiaro ad un disegno, ma non si può escludere che in qualche caso un tale riferimento potesse mancare o non essere capito. In definitiva l'ipotesi che le espressioni di Vitruvio secundum, tertium e quintum signum corrispondessero, nella fonte greca, ai punti Β, Γ ed Ε di una costruzione geometrica appare plausibile.

Tenteremo ora, sulla base di questa ipotesi, di ricostruire il ragionamento e la costruzione geometrica esposti nella fonte di Vitruvio. L'idea scientifica fondamentale sembra potersi ricavare dal passo seguente:

... solis impetus vehemens radiis trigoni forma porrectis insequentas stellas ad se perducit et ante currentes veluti refrenando retinendoque non patitur progredi sed ad se regredi, ...

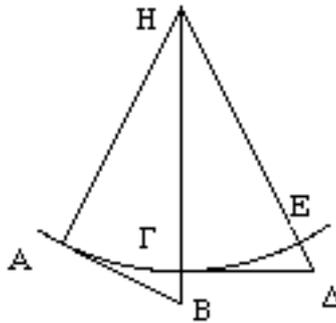
Un interessante parallelo è in Plinio ("Nat. Hist.", II, 69), che scrive:

Percussae in qua diximus parte et triangulo solis radio inhibentur rectum agere cursum et ignea vi levantur in sublime.

Le corrispondenze tra il "triangulo solis radio" ed i "radiis trigoni forma" e tra l' "ignea vi" ed il "solis impetus" sono significative soprattutto alla luce dell'identità del contesto: anche Plinio, infatti, sta cercando qui di spiegare il moto dei tre pianeti superiori.

E' chiara in ambedue i passi l'idea dell'attrazione esercitata dal Sole sui pianeti ed è particolarmente interessante l'idea, riferita da Plinio, che questa attrazione abbia l'effetto di impedire il moto dei pianeti in linea retta.

Supponiamo che la fonte di Vitruvio avesse voluto illustrare come il moto di un pianeta intorno al Sole (supposto circolare uniforme) possa essere visto come l'effetto di una serie di deviazioni dal moto rettilineo, dovute all'attrazione del Sole. Avrebbe in questo caso potuto ricorrere alla seguente costruzione geometrica.



Supponiamo che, detta A la posizione del pianeta all'istante iniziale, l'arco AΓ rappresenti un piccolo tratto dell'orbita; lo spostamento da A a Γ può allora essere visto come la composizione di due spostamenti contemporanei: quello da A a B, lungo la tangente all'orbita (spostamento che sarebbe quello del pianeta se esso, in assenza dell'interazione con il Sole, potesse, con le parole di Plinio, "rectum agere cursum") e quello da B a Γ, diretto verso il Sole, che ha attirato a sé ("ad se perducit", "ad se regredi") il pianeta lungo la retta HB. La costruzione può naturalmente essere iterata; il tratto successivo dell'orbita ΓE può cioè essere visto, allo stesso modo, come la composizione dello spostamento da Γ a Δ e quello da Δ a E, di nuovo verso il Sole, e così via.

Per mostrare la plausibilità della ricostruzione proposta verificheremo ora, indipendentemente tra loro:

- i) La presenza, nella cultura dell'epoca, di tutte le idee scientifiche utilizzate nel ragionamento precedente.
- ii) I riscontri tra la figura disegnata ed il testo di Vitruvio.

Per quanto riguarda il primo punto osserviamo che:

1. In alcuni passi del dialogo *De facie quae in orbe lunae apparet* Plutarco riferisce chiaramente l'idea che un moto lungo un'orbita circolare può essere considerato come l'effetto di una $\phi\omicron\rho\acute{\alpha}$ verso il centro dell'orbita. Le affermazioni di Plutarco non sono altro che una esposizione qualitativa dell'idea fondamentale della costruzione ipotizzata. Abbiamo esposto altrove l'ipotesi che la fonte di questo brano di Plutarco sia Ipparco⁵. Notiamo che Plinio non solo cita Ipparco come prima fonte straniera del secondo libro della *Naturalis Historia*, ma, nel corso dello stesso libro, gli tributa anche reiterati ed entusiastici encomi. Ipparco è inoltre menzionato anche da Vitruvio (IX, vi, 3).

2. Lo strumento matematico necessario per trasformare l'idea qualitativa riferita da Plutarco nella costruzione geometrica qui considerata è la regola per la composizione degli spostamenti (usualmente detta "regola del

⁵ L. Russo, *Un brano di Plutarco ("Moralia", 923C-924A) e la storia della dinamica 'Bollettino dei classici', Accademia dei Lincei, XIV, 80-92, 1993.*

parallelogramma"). Tale regola è descritta sia da Erone (*Meccanica*, I, viii) che nei *Problemi meccanici* pseudo-aristotelici (848b); l'uso sistematico, da parte di Erone, di fonti risalenti ai secoli III e II a.C. rende molto probabile che tale regola fosse già nota nel II secolo a.C.

3. Nei *Problemi meccanici* pseudo-aristotelici la regola del parallelogramma è usata proprio per spiegare come un moto circolare possa essere visto come la combinazione di un moto "secondo natura" (κατὰ φύσιν) lungo la tangente con un moto diretto verso il centro ⁶.

4. Mentre Plutarco (che parla della Luna e di corpi in moto all'interno della Terra) si riferisce sempre ad orbite circolari attorno al centro della Terra, abbiamo ipotizzato che la fonte di Vitruvio utilizzasse la stessa idea riguardo al moto dei pianeti attorno al Sole. L'ipotesi che la fonte di Vitruvio fosse eliocentrica non è solo suggerita dal passo sulla forza esercitata dal Sole sui pianeti, ma è anche coerente con l'esposizione di Vitruvio dei moti di Mercurio e Venere, che è esplicitamente eliocentrica (*De architectura*, IX, i, 6).

5. La scelta di ripetere due volte la stessa costruzione (in riferimento ai due tratti di orbita ΑΓ e ΓΕ) segue l'uso delle opere matematiche greche di ripetere esplicitamente due volte i procedimenti iterativi.

Quanto ai riscontri tra la ricostruzione ipotizzata ed il testo di Vitruvio, notiamo i seguenti:

1. La figura disegnata spiega l'origine dell'affermazione di Vitruvio (ed anche di Plinio) che i pianeti sono attratti da raggi del Sole a forma di triangolo, affermazione che altrimenti appare almeno strana.

2. Sappiamo da Vitruvio che la costruzione geometrica deve contenere dei triangoli "paribus lateribus". A prima vista può sembrare che questa espressione indichi dei triangoli equilateri, ma poiché una traduzione letterale del greco ἰσοσκελῆς porterebbe alle stesse parole latine, può anche trattarsi di triangoli solo isosceli. Le parole "eius radii in mundo uti trigoni paribus lateribus liniationibus extenduntur" mostrano che occorre effettivamente scegliere la seconda possibilità: sono infatti dei "radii" uscenti dal Sole a formare i lati eguali; è chiaro quindi che i lati eguali di ciascun triangolo, avendo ciascuno un'estremità nel Sole, non possono che essere solo due. Poiché inoltre l'espressione "paribus lateribus" sembra riferirsi a tutti i triangoli formati con i "radii" considerati, tali "radii" debbono essere tutti eguali tra loro.

La costruzione geometrica deve quindi contenere dei triangoli isosceli i cui lati eguali sono tutti raggi di un cerchio con centro nel Sole.

Le parole "alterius trigoni" indicano, inoltre, che i triangoli isosceli considerati sono esattamente due (formati, evidentemente, con tre "radii" uscenti dal Sole).

⁶ Cfr. (pseudo) Aristotele: "Problemi meccanici", 849a.

La coppia di triangoli isosceli HAF e HFE che abbiamo disegnato doveva quindi effettivamente far parte della figura.

3. Notiamo che, in base all'interpretazione ipotizzata dei termini "trigonum" e "signum", l'espressione "trigoni signum" va intesa come riferentesi, nella fonte di Vitruvio, semplicemente ad un vertice del triangolo. Le parole di Vitruvio "in alterius trigoni signum esse" (riferite, come sembra chiaro dal seguito, al "quintum signum" nel quale il pianeta si sposta) corrispondono quindi bene alla circostanza che il punto E sia un vertice del secondo dei due triangoli isosceli considerati e che il pianeta, nella costruzione, vi pervenga da una posizione esterna a tale triangolo.

4. L'affermazione di Vitruvio che il Sole, causando lo spostamento del pianeta nel "quintum signum", fa sì che il pianeta "ad se regredi" corrisponde (ovviamente) alla circostanza che nella ricostruzione proposta il segmento che congiunge E con la posizione precedentemente considerata (che è naturale indicare con la lettera Δ) sia diretto verso il Sole.

5. Le posizioni reali del pianeta (Γ , E , ...) possono ottenersi considerando le posizioni virtuali nelle quali il pianeta si troverebbe se nel tratto precedente non fosse stato deviato dal Sole (B , Δ ,...), congiungendo questi punti con il centro H dell'orbita (dove si trova il Sole) e staccando su questi segmenti i segmenti di eguale lunghezza $HE=HT=HA$. Questo modo di determinare il punto E corrisponde bene alle parole con le quali Vitruvio cerca di spiegare cosa ha di particolare il "quinto segno" ("id autem nec plus nec minus est ad quintum ab eo signo"). Osserviamo che, in ogni caso, queste parole sembrano confermare che i "signa" fossero, nella fonte, dei punti: la relazione di esatta eguaglianza tra distanze espressa con le parole "nec plus nec minus" appare infatti più adatta a determinare la posizione di un punto che non quella di un segno zodiacale. Inoltre le parole di Vitruvio, suggerendo che il "quintum signum" sia individuato assegnandone la distanza dal Sole, sembrano indicare che debba trattarsi di un punto da individuare su una semiretta già presente nella costruzione geometrica (come è, nella figura proposta, la semiretta $H\Delta$).

Notiamo infine che, nell'ipotesi fatta, la fonte, dopo avere indicato la posizione del Sole, avrebbe indicato le posizioni del pianeta successivamente considerate con lettere consecutive dell'alfabeto greco a partire da A . Se Vitruvio avesse interpretato queste lettere come numeri ordinali, avrebbe potuto pensare che i "signa" fossero ordinati in base alla loro distanza crescente dal Sole e ciò potrebbe spiegare sia le espressioni "quinto a se signo" e "quintum ab eo signo" che la sua affermazione (che, accettando la ricostruzione proposta, deve considerarsi un errore) che i segni secondo e terzo siano più vicini al Sole del "quintum signum".