

MAGGIO/AGOSTO 2014

# *il* BOLLETTINO

del GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO

## La Via LATTEA

miti, credenze  
e profondo cielo

ANNO 19

SPAZIO  
TEMPO  
**E RELATIVITA'**

中國古代天文學  
antica astronomia  
cinese

NUMERO 59



Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo





*in copertina*  
Via Lattea sopra Mount  
Uludag in Turchia.  
[foto: Tunc Tezel]

#### **Direttore responsabile**

Lara Falconi

#### **Redazione**

Antonella Corradini

Walter Franchini

Mauro Nardi

Paolo Nordi

#### **Hanno collaborato**

Cristiano Fumagalli

Stefano Spagocci

Giuseppe Corcella

2014 - Tutti i diritti riservati.  
La redazione non è  
responsabile delle opinioni  
espresse dagli autori.

**Editoriale** 4

**La Via Lattea: miti,  
credenze e profondo cielo** 6

**Spazio, tempo  
e relatività** 16

**中國古代天文學  
Antica Astronomia Cinese** 34

**Graphite** 48

**Astro News Of the Month** 50  
Chariklo, l'asteroide con gli anelli

**Cristiano Fumagalli**

## **Il fascino del Sistema Solare**

Non ho mai avuto un buon rapporto con i “social network”, anzi li ho sempre considerati “desocializzanti” (a dispetto del nome), se mal usati. Anche ora che possiedo un profilo su diversi di questi, facebook e Twitter in primis, non ho fondamentalmente cambiato opinione e, a dir la verità, li uso in maniera diversa, per fare divulgazione scientifica o discussioni politico-culturali. Non è questo, tuttavia, quello di cui voglio parlare, anche se ci sarebbe parecchio da scrivere...

In questi mesi ho pubblicato, sia sulla mia pagina, sia su quella del gruppo, diversi articoli provenienti da fonti professionali, traducendoli e riassumendoli. Essendo uno studioso dei fenomeni dell’astrofisica stellare, sono appassionato del profondo cielo e la gran parte di questi articoli sono dedicati a nebulose, galassie, ammassi stellari ecc., tutti corredati da splendide immagini. Non ho mai dimenticato, però, il Sistema Solare, mio antico amore e mai sopito (sono membro della Planetary Society di Pasadena), tenendo informati i lettori delle scoperte su Marte, Saturno e sugli altri corpi celesti. Facebook ha alcuni strumenti molto utili che permettono di ottenere statistiche abbastanza affidabili e, tra queste, la possibilità di sapere la frequenza con cui un articolo viene letto. Con iniziale sorpresa ho notato che le belle immagini del profondo cielo sono quasi surclassate da quelle del Sistema Solare! Pensandoci poi bene, però, come non comprendere

e condividere questo interesse? E' il "giardino di casa", l'unica vera possibilità di avere immagini di altri pianeti e mondi, soprattutto ora che le sonde ci permettono di avere immagini di grande effetto e definizione. Come non entusiasinarsi di fronte ai dettagli degli anelli di Saturno o ai laghi di metano della sua luna Titano, un mondo apparente simile al nostro, ma, di fatto, veramente alieno? Cosa dire poi di fronte alle foto dei geysers d'acqua di Encelado, altra luna saturniana, o a quelle della macchia rossa di Giove? Il Sistema Solare ci sta dando molte informazioni e sorprese a partire dal suo pianeta più affascinante, Marte. I robot presenti sulla sua superficie ci stanno "parlando" di un mondo che nel suo lontano passato era assai simile al nostro, con laghi, mari e fiumi, assai impetuosi, costituiti da acqua "neutra", condizione ideale per lo sviluppo della vita che potrebbe non solo essere stata presente nel passato, ma anche ai giorni nostri, seppur sotto forma di microorganismi. La stessa acqua è ancora presente, ghiacciata e miscelata al terriccio, in grande quantità, facilitando le future missioni umane che la troveranno il loco. Pensate quali paesaggi potranno vedere questi fortunati astronauti: il monte Olimpo con i suoi 25000 metri di altezza, il canyon della "Valles Marineris" ecc.! Sempre parlando di acqua e vita, sono sorprendenti le immagini della luna gioviana Europa, ricoperta di ghiaccio ma con un oceano sotto di questo, tenuto liquido da vulcani sottomarini e della cui presenza abbiamo indizi grazie ad alcuni geysers sulla superficie. Sempre intorno a Giove c'è lo, unico corpo, oltre la Terra, ad avere vulcani attivi le cui spettacolari eruzioni gettano letteralmente materiale "in orbita". Ecco il motivo per cui non c'è da stupirsi per il fascino che sempre emana il Sistema Solare e dal quale ci attendiamo per il futuro scoperte sempre più sorprendenti.

# La Via Lattea: miti credenze e profondo cielo

Giuseppe Corcella

In estate, quando si volge lo sguardo a un cielo sereno e senza Luna, lontano da fonti di inquinamento luminoso, si rimane meravigliati nel vedere le miriadi di stelle che si affollano sullo sfondo nero. In particolare l'attenzione cade su quella scia nebulosa di un colorito grigio-azzurro che lo attraversa da parte a parte, e che noi chiamiamo Via Lattea.

Ora, grazie a Galileo Galilei che per primo l'osservò al telescopio, sappiamo che quella strada lattiginosa è in realtà composta da tantissime piccole stelle e, inoltre, che quello è soltanto uno dei bracci che compongono la Via Lattea, la nostra galassia, la nostra casa, che oggi sappiamo contenere all'incirca 100 miliardi di stelle.

Nell'antichità quell'agglomerato di puntini luminosi che ogni notte si presentavano nel cielo metteva paura. Si pensò, dunque, di raggruppare le stelle più luminose in svariate figure, più o meno grandi, che raccontassero una storia.

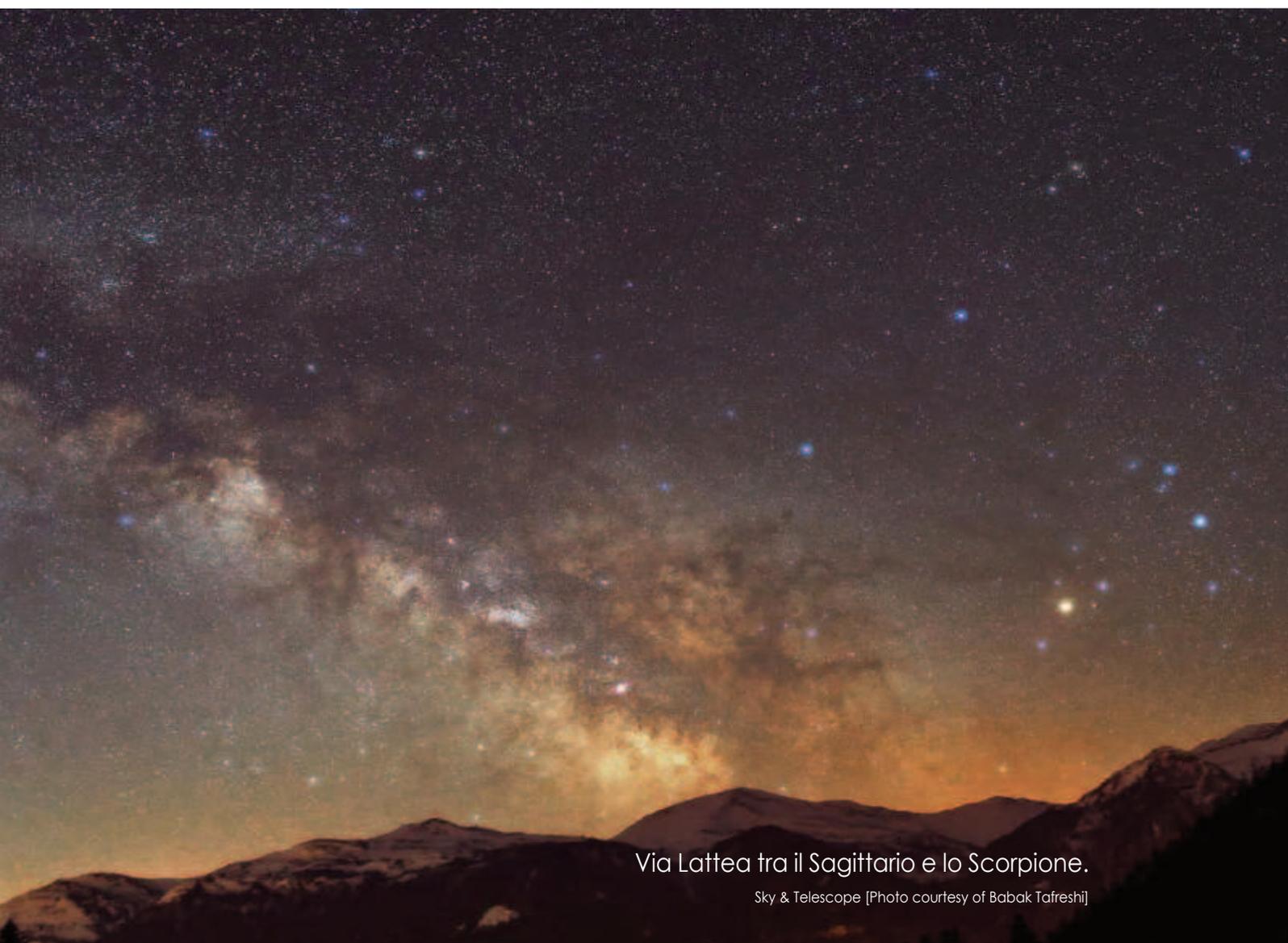
La Via Lattea non fu esente da questa rivoluzione e, anzi, essa è forse la parte di cielo su cui grava il maggior numero di storie, miti e leggende.

I Greci chiamavano la Via Lattea semplicemente *Galassia* (*Γαλαξίας*), che deriva dalla parola *γάλα*, *γάλακτος*, ovvero *latte*. La Via Lattea sarebbe dunque la "strada del latte". Il motivo di tale denominazione è facilmente intuibile: nel nero cielo notturno, questa scia color bianco-azzurro, sembrava agli occhi degli antichi appunto una sorta di strada lattiginosa che lo solcava da parte a parte.

Il mito racconta che Zeus, padre degli dèi, si invaghì di Icmena

astronomia

e assunse le fattezze del marito Anfitrione, Trezene. Un giorno, approfittando dell'assenza di lui, il dio si presentò ad Alcmena sotto le spoglie di Anfitrione e insieme a lei trascorse una notte lunga tre giorni. Dalla loro unione nacque Eracle che Zeus decise di porre, appena nato, al seno della moglie Era addormentata, cosicché il bambino potesse berne il latte divino e diventare così immortale. Ma Era si svegliò, s'accorse che stava nutrendo un bambino sconosciuto e lo respinse; il latte, sprizzato dalle mammelle, schizzò e bagnò il cielo notturno originando la Via Lattea.



Via Lattea tra il Sagittario e lo Scorpione.

Sky & Telescope [Photo courtesy of Babak Tafreshi]

Gli antichi Egizi consideravano la Via Lattea come una controparte celeste del Nilo: un fiume chiaro che attraversava il cielo notturno esattamente come il Nilo attraversava le loro terre.

In Spagna la Via Lattea viene anche chiamata *Camino de Santiago*, poiché era usata come guida dai pellegrini diretti in questo luogo. Secondo una leggenda medievale, la Via Lattea fu formata dalla polvere sollevata dai pellegrini stessi. Lo stesso termine Compostela deriverebbe da *campus stellae*.

In estate, quando alziamo lo sguardo verso il cielo, non possiamo fare a meno di notare tre stelle molto luminose.

Esse sono Vega, Deneb e Altair, rispettivamente gli astri più luminosi delle costellazioni della Lira, del Cigno e dell'Aquila, e formano il cosiddetto "triangolo estivo".

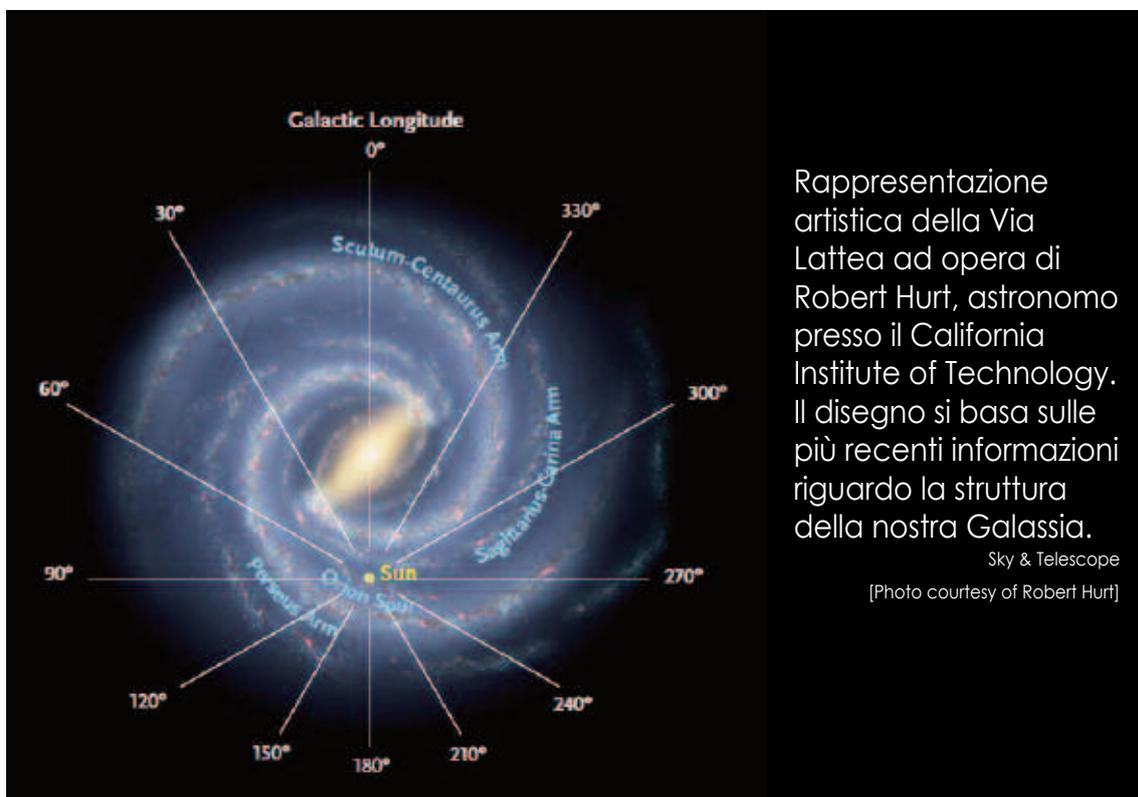
Intorno alla mezzanotte di fine giugno, il **Cigno** fa capolino sopra le nostre teste, attraversato in pieno dalla Via Lattea. Questa zona di cielo è costituita da numerosi ammassi aperti e nebulose.

Si possono segnalare, ad esempio, M29, la cui forma ricorda a molti quella ridotta delle Pleiadi, tanto da fargli guadagnare il soprannome di "*Piccole Pleiadi*".

M39, di mv 4.6, un ammasso aperto non molto ricco, né concentrato, piuttosto difficile a riconoscersi perché sito in piena Via Lattea, se non fosse per la buona luminosità delle sue componenti.

NGC 6871, un ammasso non molto ricco, ma situato in un campo zeppo di stelle, il che rende il tutto più affascinante, ma ne rende difficile il riconoscimento.

Tra le nebulose, possiamo ricordare IC 5146, o *Cocoon Nebula*, poco distante da M39. Io ricordo di avere osservato questa zona in una notte di metà settembre di qualche anno



Rappresentazione artistica della Via Lattea ad opera di Robert Hurt, astronomo presso il California Institute of Technology. Il disegno si basa sulle più recenti informazioni riguardo la struttura della nostra Galassia.

Sky & Telescope

[Photo courtesy of Robert Hurt]

fa, con un dobson da 350 mm, ma che la Cocoon in sé era difficilissima da vedere (se ne riusciva a intravedere la forma sbiadita rigorosamente con la visione distolta), mentre risaltava subito l'ammasso aperto ad essa legato. Tra le altre nebulose, possiamo ricordare la *Crescent Nebula* (NGC 6888), anch'essa di difficilissima osservazione, la *Nebulosa Velo* (NGC 6960, 6992, 6995) e la *Nebulosa Nord America* (NGC 7000), situata in prossimità di Deneb, la coda del Cigno, di cui si consiglia l'osservazione binoculare per apprezzarla al meglio. Infine, procedendo verso il becco del volatile troviamo la bellissima Albireo, una stella doppia le cui componenti hanno due colorazioni differenti, una calda e una fredda, una arancione e l'altra azzurro ghiaccio. La bellezza di questo oggetto sta nell'essere situato proprio in mezzo alla Via Lattea, il che lo rende un vero e proprio gioiello immerso in un mare di stelle.

Seguendo il volo del Cigno, ci imbattiamo nella costellazione della **Volpetta**, in cui si trova la bellissima *Dumbell Nebula* (M27), una nebulosa planetaria di grandi dimensioni, che ricorda la forma di una campana muta o di una clessidra. Questo è uno degli oggetti che non può mancare nelle osservazioni estive perché è visibile da qualsiasi luogo lo si osservi. Io ricordo di averla vista in un paio di serate ventose e abbastanza terse anche dal giardino di casa. Naturalmente, servirà un cielo il più possibile scuro per apprezzarla veramente, magari con l'ausilio di un filtro UHC-E o OIII. Un altro bell'oggetto sito nella Volpetta è l'ammasso aperto NGC 6802 che appare come una forte concentrazione stellare posta in un campo ricchissimo.



La grandezza della Via Lattea celebrata da una tribù aborigena dell'Australia durante un "walkabout". Scrive a proposito l'artista Aborigeno Collette Archer: *"Il nostro popolo utilizza da sempre le stelle per trovare la loro stada sui sentieri del walkabout durante la notte... Il nostro popolo celebra la Luna piena con danze e feste. Da sempre ammiriamo le stelle come ora faccio io."*

Artwork: Collette Archer, of the tribe Djunban in Far Northern Queensland, Australia



Una menzione particolare va all'ammasso Cr 399 non tanto per la sua concentrazione né per la sua bellezza, quanto per la sua forma singolare, che ricorda molto da vicino una grucciona.

Procedendo verso sud troviamo la costellazione della **Freccia**: quella freccia che Eracle usò per colpire l'aquila che ogni giorno divorava il fegato di Prometeo incatenato. Tra  $\gamma$  e  $\delta$  Sagittae si trova M71, classificato come ammasso aperto, anche se, data la distanza di circa 18 mila a.l., appare più probabile essere di tipo globulare. Questo è di magnitudine 8.3 e risulta un soggetto difficile da osservare con un comune binocolo; anche i telescopi su di esso puntati non rivelano molti dettagli.

Sotto la Freccia troviamo l'**Aquila**, costellazione già identificata nel 1200 a.C. dagli astronomi della valle dell'Eufrate. Deriva il proprio nome dall'uccello sacro a Giove, in quanto portava le folgori che il dio adirato lanciava contro i suoi nemici. Sono molti i miti e i racconti legati a questa costellazione. Uno di questi la vede come il rapace mandato da Zeus a divorare il fegato di Prometeo, legato a una roccia per aver rubato il fuoco degli dèi per donarlo agli uomini. Un altro vuole che Zeus si fosse trasformato in aquila, avesse poi rapito e portato in cielo il giovane troiano Ganimede perché facesse da coppiere alla mensa degli dei. Un altro ancora narra che Zeus, innamoratosi della dea Nemese, si trasformò in un cigno per non essere riconosciuto. Per poter sconfiggere le sue resistenze, chiese aiuto ad Afrodite che, trasformatasi in aquila, fece finta di cacciarlo. Allora Nemese, spinta da compassione per la povera bestia, le offrì riparo e Zeus ne approfittò per giacere con lei.

La costellazione dell'Aquila è ricca di oggetti, ma tutti di magnitudine piuttosto elevata (superiore all'ottava, fatta eccezione per l'ammasso aperto NGC 6709, di mv 6.7). Tra questi possiamo ricordare la Nebulosa oscura B143 per la quale si consiglia la visione binoculare e un cielo scuro per poterla osservare in tutta la sua bellezza; ci sono anche le nebulose planetarie NGC 6751, NGC 6772, NGC 6781 e l'ammasso globulare NGC 6760, piuttosto debole e di difficile osservazione.

La prossima costellazione che andiamo a citare è lo **Scudo**, piccola e poco appariscente, che nell'antichità faceva parte dell'Aquila. R Scuti è un'interessante variabile seguibile con un binocolo che fluttua tra le magn. 4,4 e 8,2: il periodo è intorno ai 140 giorni. Al massimo della luminosità questa stella brilla almeno 8 mila volte più del sole. Per quanto riguarda il profondo cielo, segnaliamo l'ammasso aperto M11, conosciuto anche come *Wild Duck Cluster*, anche se ignoriamo il motivo della denominazione. È un vero e proprio gioiello, un ammasso contenente più di 500 stelle, di forma vagamente rettangolare, completamente risolvibile anche a ingrandimenti medio-bassi, coi quali si nota un tappeto di piccole stelle. E' come se fosse una toppa sul cielo, su cui spicca un astro più luminoso degli altri. Un altro oggetto interessante e di facile osservazione è l'ammasso M26, di mv. 8, anche se, dopo aver gustato l'incantevole M11, potrebbe lasciare l'osservatore leggermente deluso.

Infine arriviamo alla zona più luminosa della Via Lattea, dovuta al fatto della presenza del *Centro Galattico*. In questa regione si trova una costellazione ricchissima di oggetti interessanti: il **Sagittario**.

L'oggetto forse più famoso di questa costellazione è M8 (*Lagoon Nebula*), nebulosa a emissione divisa in due parti da una banda di polveri oscure: da un lato si può osservare, con difficoltà, una regione nebulare, mentre dall'altro si trova l'ammasso aperto NGC 6530, immerso in una larga chiazza di luce. M20 (*Trifida*) è una bella nebulosa in parte a emissione e in parte a riflessione. Non potrò mai dimenticare l'osservazione di quest'oggetto fatta dal Passo del Sempione con un Dobson da 350 mm: la nebulosa a riflessione era abbastanza sbiadita, ma quella a emissione era uno spettacolo emozionante, sembrava una fotografia, con le venature scure nette e quasi tridimensionali e la parte nebulare di un colorito verde-grigiastro. M17 è una bella nebulosa a emissione, la cui parte

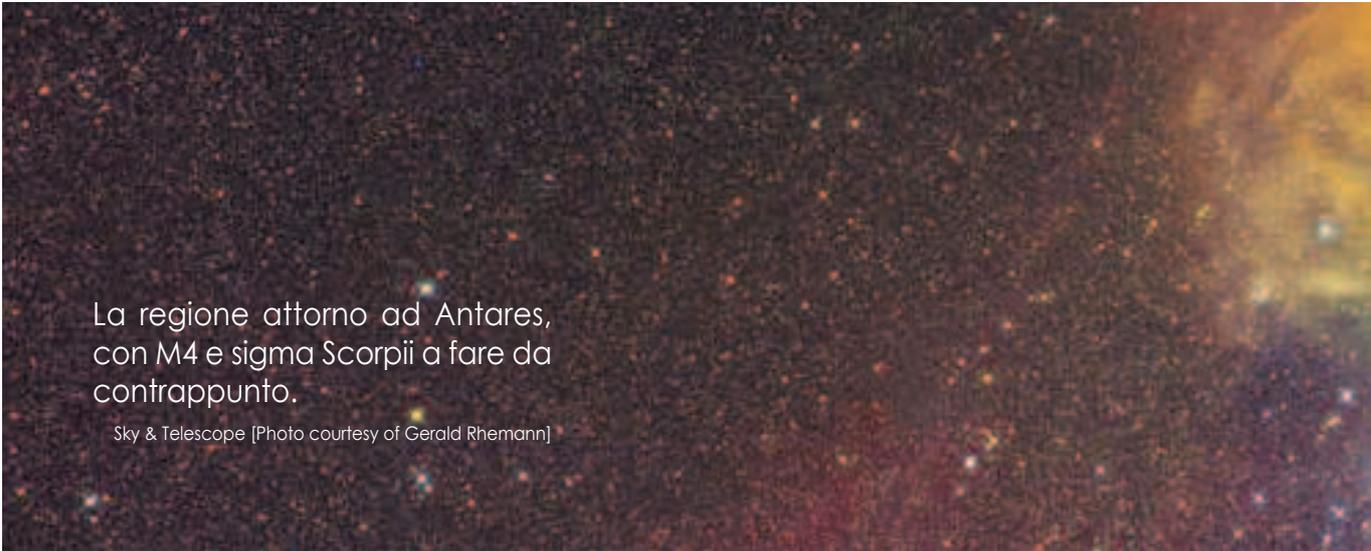


Questa ripresa di Akira Fujii mostra la Via Lattea come appare dalle medie latitudini nord. La linea tratteggiata segna il piano galattico, mentre l'ellisse mostra come il bulge centrale apparirebbe se non ci fossero le polveri galattiche ad assorbirne gran parte della luce, assumendo che sia un ellissoide di 8000 x 10000 anni luce posto ad una distanza di 27000 anni luce.

Sky & Telescope [Photo courtesy of Akira Fujii]

più luminosa ricorda la forma di un cigno capovolto. Il Sagittario è ricchissimo di ammassi aperti e globulari. Consiglio l'osservazione di M18 e M21 per quanto riguarda gli ammassi aperti, mentre tra i globulari selezionerei in particolare gli oggetti appartenenti al catalogo Messier, vale a dire M22, M28, M54, M55, M69, M70 e M75. Una menzione particolare merita la nube stellare M24, ricchissima concentrazione di stelle visibile anche a occhio nudo. All'oculare si presenterà un campo pieno zeppo di stelle.

L'ultima costellazione attraversata dalla Via Lattea estiva che citiamo è quella dello **Scorpione**, molto bassa sull'orizzonte (per osservarla nel pieno del suo splendore bisognerebbe andare in riva al mare in regioni dell'Italia del sud). M4 è un ammasso globulare non molto appariscente, ma facilmente rintracciabile per la sua vicinanza con Antares, la stella alpha dello Scorpione. M6 è un ammasso aperto davvero molto bello, anche se molto basso sull'orizzonte; è chiamato anche *Ammasso Farfalla* e si presenta come un gioiello freddo come il ghiaccio. M7, di mv 7, è composto da stelle molto brillanti e relativamente ricco; l'unico problema è che, come il



La regione attorno ad Antares,  
con M4 e sigma Scorpii a fare da  
contrappunto.

Sky & Telescope [Photo courtesy of Gerald Rhemann]

precedente, si trova molto basso sull'orizzonte. Infine, M80 è un ammasso globulare di buona luminosità, visibile anche sotto cieli urbani e suburbani, anche se, naturalmente, è in montagna che dà il meglio di sé.

### **Bibliografia e Sitografia**

[http://it.wikipedia.org/wiki/Via\\_Lattea](http://it.wikipedia.org/wiki/Via_Lattea)

Albano S., *L'osservazione visuale del cielo profondo*, Trezzano sul Naviglio, Il Castello, 2004

Crossen C., "Observing the Milky Way, Part I: Sagittarius & Scorpius", *Sky & Telescope*, Cambridge, Sky & Telescope Media, Vol. 126 no. 1, July, pp. 25-29

Crossen C., "Observing the Milky Way, Part II: Scutum to Cassiopeia", *Sky & Telescope*, Cambridge, Sky & Telescope Media, Vol. 126 no. 4, October, pp. 32-39

Ferreri W., *Costellazioni e Mito*, Milano, Nuovo Orione, 2000



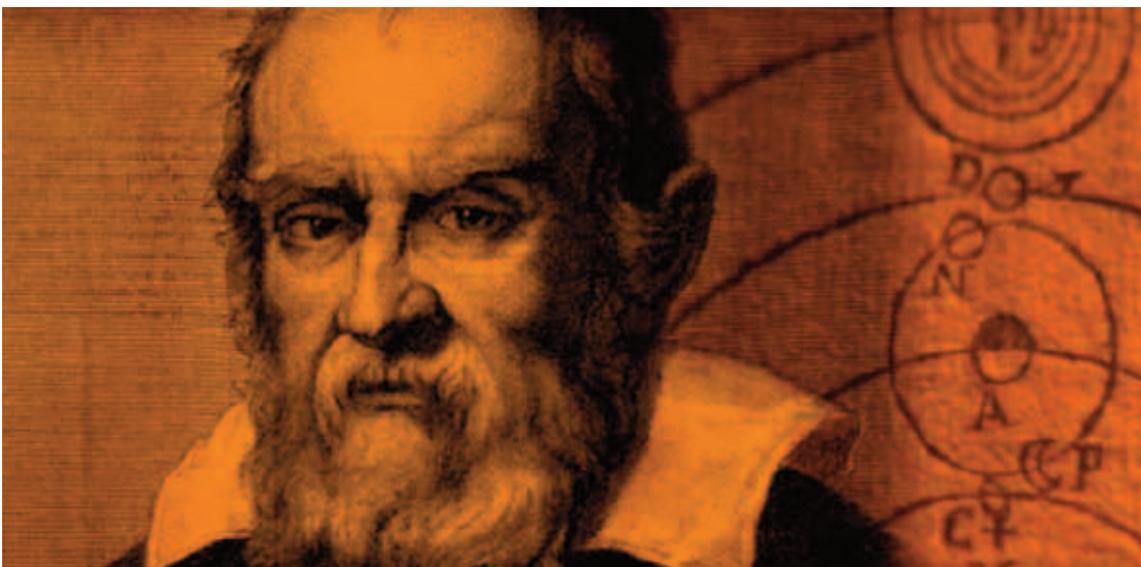
# Spazio, tempo e relatività

**Stefano Spagocci**

Poche persone, oggi, non conoscono almeno superficialmente la figura di Albert Einstein.

Poche persone, però, dubitano della validità delle famigliari nozioni di spazio e tempo. Cos'è infatti più ovvio dell'ammettere che la lunghezza di un regolo, o la durata di un evento, siano indipendenti dall'osservatore che misuri tali lunghezze e durate? Chi potrebbe poi dubitare che, qualora due automobili si scontrino a 100 km/h, la loro velocità relativa sia di 200 km/h? Eppure tali nozioni sono state messe in discussione, e superate, da quello stesso Einstein di cui spesso si conosce solo l'equazione  $E=mc^2$ . Da un secolo le famigliari nozioni di spazio e tempo sono state superate, a coronamento di un processo iniziato tre secoli prima. Di questa profonda rivoluzione concettuale vogliamo qui esporre le principali tappe.

## La relatività galileiana





Le concezioni sopra esposte fanno parte di una fisica ingenua che gli psicologi hanno mostrato essere alla base dei modelli previsionali qualitativi, applicati in maniera spesso inconscia nella vita quotidiana. Di questa fisica ingenua fa parte la nozione aristotelica per cui la velocità acquisita da un corpo è proporzionale alla forza applicata al corpo stesso.

In particolare, un corpo non soggetto a forze esterne dovrebbe rimanere fermo.

Galileo Galilei (1564-1642), pur non distaccandosi totalmente dalla visione aristotelica, mise per primo in dubbio queste nozioni intuitive. Nel suo *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo* (1632), egli ricorse all'esempio di una nave che sia ferma o proceda a velocità costante, rispetto ad un riferimento in quiete.

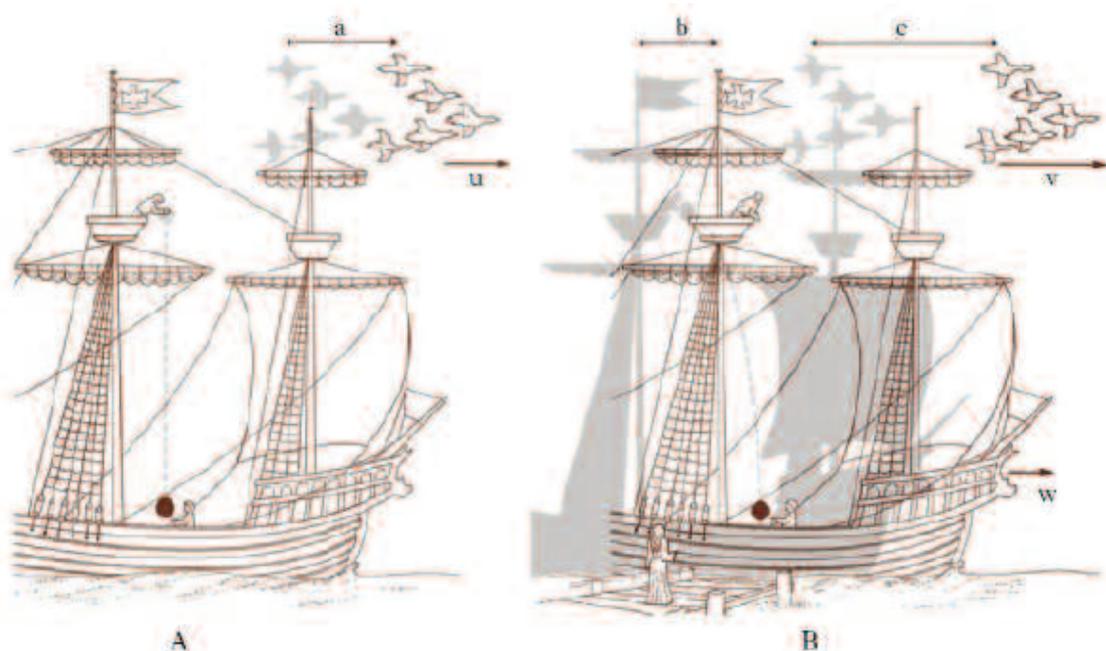
Considerando osservatori situati all'interno della nave, Galilei propose l'esperimento concettuale consistente nel considerare una gabbia con dei volatili, una boccia con dei pesci, un secchio che versi acqua in una bottiglia dal collo stretto.

Ebbene, notò Galilei, gli esperimenti di cui sopra avranno lo stesso esito che la nave sia in quiete o si muova di moto rettilineo uniforme. L'esperimento concettuale appena riportato dimostra che, ammettendo l'esistenza di un sistema di riferimento assoluto in quiete, con esperimenti in un laboratorio non è possibile determinare lo stato di quiete o moto rettilineo uniforme del laboratorio stesso. I sistemi di riferimento in cui tutto ciò avviene si dicono *sistemi inerziali*.

In prima approssimazione, potremmo definire inerziale un sistema di riferimento ancorato a punti in quiete rispetto alla Terra o un sistema a velocità costante rispetto a questo (i due non sono distinguibili da esperimenti effettuati al loro interno).

Un attimo di riflessione mostra però che un tale sistema di riferimento, spesso soddisfacente per mere esigenze pratiche, non può essere rigorosamente assunto. La Terra, infatti, si muove rispetto alle cosiddette stelle fisse.

In seconda approssimazione, potremmo assumere quale sistema di riferimento inerziale quello delle stelle fisse (o sistemi in moto rettilineo uniforme rispetto ad esso). Si potrebbe continuare nel processo, ma rimarrebbe la sensazione di compiere successive approssimazioni, senza giungere ad un risultato rigoroso. Tale sensazione, come vedremo, ha un preciso fondamento.



Secondo il Principio di relatività galileiana, per gli osservatori sulla nave (A), un grave lasciato cadere dall'albero cade verticalmente, mentre per un osservatore a terra (B), la nave si muove con velocità  $w$ , e il grave descrive una parabola. Ne segue che la traiettoria del corpo è relativa (dipende dal sistema di riferimento, e non ne esiste quindi una assoluta) e che vale la legge classica di composizione delle velocità.

Treccani.it

La nozione per cui, in un sistema di riferimento inerziale, le leggi fisiche debbano essere invarianti per *trasformazioni galileiane*, costituisce l'enunciato del *principio di relatività galileiana*.

Per trasformazione galileiana intendiamo la legge che permette di passare dalla descrizione di un sistema di riferimento inerziale ad un altro sistema di riferimento inerziale, con velocità  $\mathbf{v}$  rispetto al primo, mediante la familiare legge di composizione delle velocità.

Galilei notò anche che la familiare nozione di velocità di un corpo proporzionale alla forza impressagli deriva dagli attriti, inevitabilmente presenti nell'esperienza quotidiana. Se, ad esempio, lanciassimo una pallina lungo una lunga guida cava, osserveremmo che la pallina percorre, prima di fermarsi, uno spazio tanto maggiore quanto più si abbia cura di eliminare gli attriti. Al limite di attrito nullo la pallina persisterebbe indefinitamente nel suo stato di moto rettilineo uniforme, senza che alcuna forza debba intervenire su di essa. Tutti i sistemi in quiete (o moto rettilineo uniforme) rispetto ad un supposto spazio assoluto sono ugualmente inerziali: esperimenti al loro interno non ne possono determinare lo stato di moto. Galilei, in realtà, ancora influenzato dalla concezione aristotelica, supponeva che lo stato di moto naturale per i corpi fosse quello circolare ma, con un leggero abuso di linguaggio, si parla oggi di relatività galileiana.

### **La dinamica newtoniana**

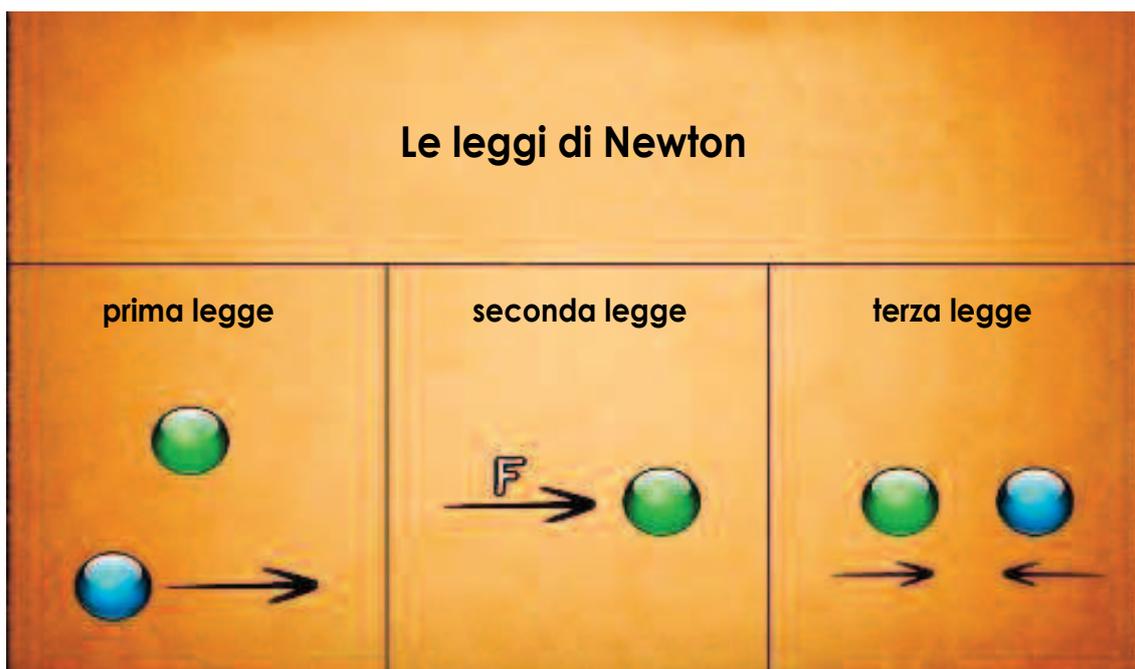
Fu Isaac Newton (1642-1727), autore dei *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), a comprendere che il moto naturale per un corpo che non sia soggetto a forze esterne è quello rettilineo uniforme.

Newton, nel formulare questo principio, fu guidato dai suoi *tre principi della dinamica*. Secondo il *primo principio della dinamica*, un corpo persiste nel suo stato di quiete o moto rettilineo uniforme, qualora non intervenga una forza esterna a disturbarlo.

Per il *secondo principio della dinamica*, un corpo di massa  $m$ , soggetto ad una forza  $\mathbf{F}$ , per questo è soggetto ad un'accelerazione  $a$ , data dalla famosa legge  $\mathbf{F}=ma$ .

Per il *terzo principio della dinamica*, ad ogni azione ne corrisponde una uguale e contraria: se un corpo A esercita una forza  $\mathbf{F}$  su un corpo B, B esercita su A una forza  $-\mathbf{F}$ .

Dalla seconda legge della dinamica deriva il fatto che, in assenza di forze, un corpo non accelera e si mantiene dunque nel suo originario stato di quiete o moto rettilineo uniforme (rispetto al supposto spazio assoluto). Notiamo che, se il moto del corpo fosse uniforme ma non rettilineo, il vettore velocità varierebbe nel tempo e si avrebbe dunque accelerazione.



Furono così confermate (ed in parte rettificate) le fondamentali intuizioni galileiane. Rimaneva comunque, esplicitamente adottata da Newton, la problematica nozione dell'esistenza di un sistema di riferimento (spaziale e temporale) assoluto.

L'altro fondamentale contributo di Newton è la ben nota *legge di gravitazione universale*, secondo la quale due corpi di masse  $m_1$  ed  $m_2$ , posti a distanza  $r$ , si attraggono reciprocamente con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. Unendo la seconda legge della dinamica e la legge di gravitazione universale, si ottiene quella che in linguaggio moderno è detta un'*equazione differenziale*, risolta la quale Newton ricavò forma e legge oraria delle traiettorie dei pianeti in orbita attorno al Sole, nonché la legge di caduta dei gravi terrestri. In particolare, egli diede forma rigorosa alle cosiddette *tre leggi di Keplero*, dovute a Johannes von Kepler (1571-1630).

### **La relatività ristretta**

Come già sottolineato, Newton, nella sua formulazione, ammise esplicitamente l'esistenza di uno spazio ed un tempo assoluti. La concezione di uno spazio-tempo assoluto fu messa in crisi dalla scoperta delle *equazioni di Maxwell*, dovuta a James Clerk Maxwell (1831-1879). Le equazioni di Maxwell descrivono la propagazione dei campi elettromagnetici. Tali campi, secondo Maxwell, si propagano ad una velocità, detta  $c$ , pari a circa 300000 km/s. Ci si può quindi chiedere rispetto a quale sistema di riferimento tale velocità sia misurata. Una possibile risposta è data dal supporre che esista una sostanza, detta etere, che permei lo spazio e le oscillazioni

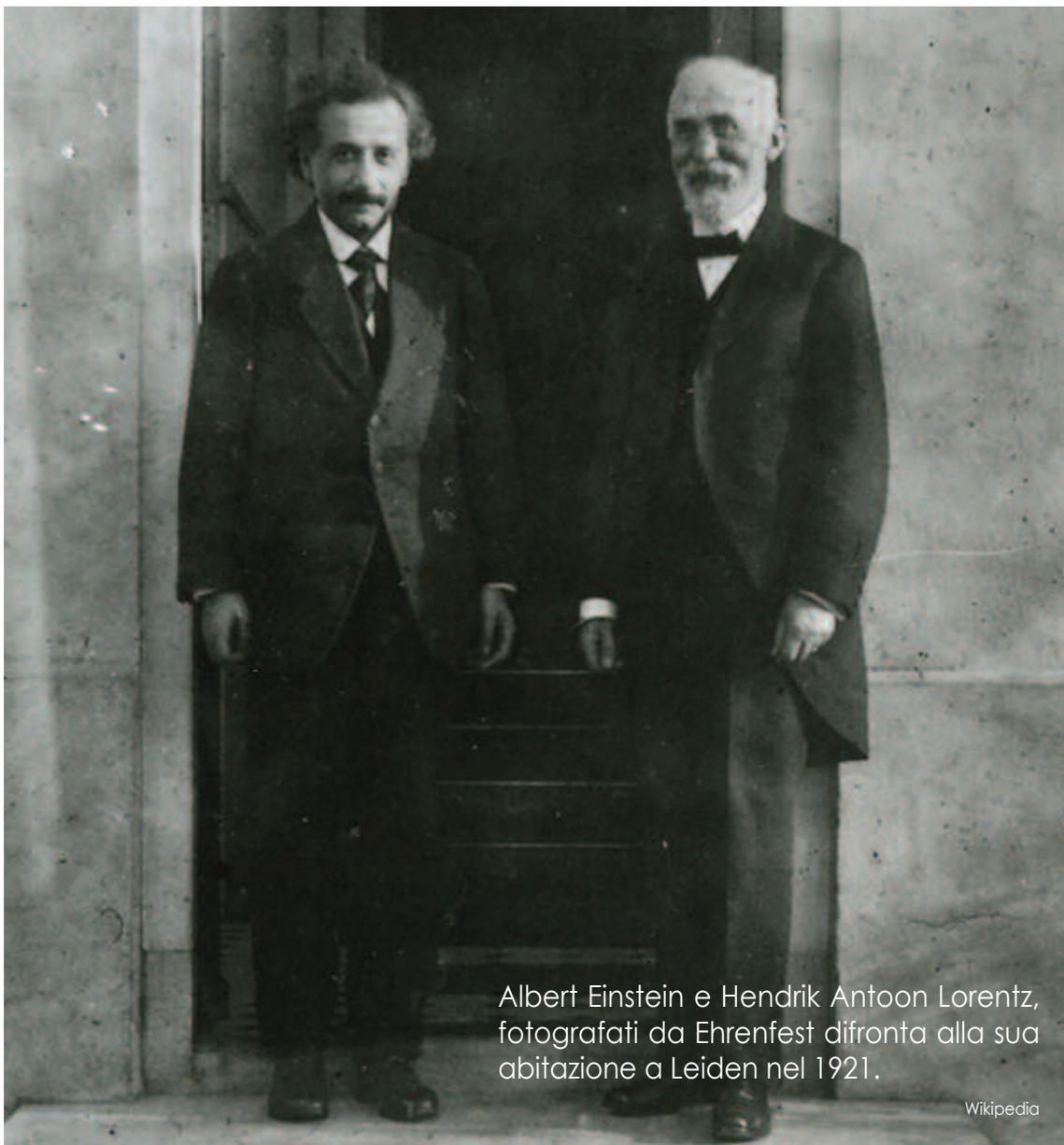
della quale diano luogo alla propagazione del campo elettromagnetico. Il famoso esperimento di Michelson-Morley, dovuto a Albert Michelson (1852-1931) ed Edward Morley (1838-1923), che avrebbe dovuto rilevare il moto della Terra rispetto al supposto etere, ebbe però esito negativo. La spiegazione naturale del risultato dell'esperimento è quella di ammettere che l'etere non esista, ma rimane il problema di stabilire rispetto a quale sistema di riferimento le equazioni di Maxwell valgano.

L'esperimento di Michelson-Morley e la critica allo spazio-tempo assoluto newtoniano (da una posizione rigorosamente positivista, secondo la quale lo stato di moto di un corpo deve essere determinato da quello di tutti i restanti corpi, senza posto per l'impalcatura esterna dello spazio assoluto newtoniano), dovuta ad Ernst Mach (1838-1916), evidenziarono dunque la necessità di un profondo ripensamento della meccanica e dell'elettromagnetismo.

Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) cercò di spiegare il risultato negativo dell'esperimento di Michelson-Morley, supponendo che l'etere esista ma che l'interazione dell'etere con un corpo in movimento provochi una contrazione della lunghezza del corpo stesso, ed una dilatazione del tempo da esso misurato, visti da un osservatore rispetto a cui il corpo viaggi ad una velocità  $v$ . Nacquero così le ben note *trasformazioni di Lorentz*. Per Lorentz l'etere esisteva, ma la sua interazione con i corpi in movimento, simulando il risultato degli esperimenti di Michelson-Morley, lo rendeva non rilevabile. Anche Henri Poincaré (1854-1912) contribuì in modo decisivo alla formulazione delle trasformazioni di Lorentz.

Albert Einstein (1879-1955), con la sua famosa teoria della *relatività speciale* (1905), portò alle estreme conseguenze le idee di Lorentz. Egli, infatti, negò l'esistenza dell'etere e

suppose invece che la spiegazione più naturale del risultato dell'esperimento di Michelson-Morley fosse quella di supporre che la velocità della luce sia la stessa, indipendentemente dal sistema di riferimento adottato. La famigliare legge di composizione delle velocità, quindi, almeno per la luce non vale: un'astronave che viaggi a velocità  $c$ , investita da un fascio di luce avente velocità  $c$ , non ha velocità relativa pari a  $2c$ , come suggerito dall'intuizione, ma pari ancora a  $c$ .



Albert Einstein e Hendrik Antoon Lorentz, fotografati da Ehrenfest di fronte alla sua abitazione a Leiden nel 1921.

Wikipedia

Se la familiare legge di composizione delle velocità non vale, almeno per la luce, devono essere messi in discussione gli stessi principi della *meccanica classica*. Einstein, riderivando le trasformazioni di Lorentz, stabilì che un osservatore inerziale, rispetto al quale un corpo si muova a velocità  $v$  in una certa direzione, osserva la lunghezza di tale corpo contrarsi di un fattore  $\gamma$  in quella direzione. Analogamente, l'orologio solidale con il corpo in questione rallenta di un fattore  $\gamma$ .

Si ha  $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ , con  $\beta = v/c$ . L'effetto di contrazione delle lunghezze e di dilatazione dei tempi è quindi rilevante solo per velocità vicine a  $c$ , ottenibili solamente in esperimenti che coinvolgano la fisica delle particelle (ad esempio un muone che decada in movimento aumenta la propria vita media in accordo con la precedente equazione). La prevista dilatazione temporale, dell'ordine dei  $\mu s$ , è stata misurata anche in orologi atomici trasportati da aerei o razzi.

Un compiuto fondamento geometrico alla teoria della relatività speciale fu dato da Herman Minkowski (1864-1909), secondo cui l'esistenza di spazio e tempo si dissolve in un *continuum spazio-temporale*. Come infatti, in un'ordinaria rotazione, la lunghezza e la larghezza di un corpo si mescolano, in una rotazione di Minkowski (trasformazione di Lorentz) spazio e tempo si mescolano, nel senso che due eventi simultanei in un certo riferimento in generale non lo sono in un riferimento a velocità  $v$  rispetto al primo. La relativa formula mescola infatti spazio e tempo. Si ottiene in questo modo la *relatività della simultaneità*. Mantenendosi a velocità inferiori a quella della luce, non è però mai violato il cosiddetto *principio di causalità*. Se infatti un evento A, in un dato sistema di riferimento inerziale, precede un evento B, o rispettivamente lo segue, ciò accade in ogni altro sistema di

riferimento avente velocità inferiore a  $c$  rispetto al primo sistema.

Un'importante conseguenza dei principi della relatività speciale è il fatto che  $c$  rappresenta un limite di velocità invalicabile. Il fattore  $\gamma$  governa, infatti, l'aumento di massa di un corpo che si muova a velocità  $v$ . Alla velocità della luce, quindi, un corpo avrebbe massa infinita (a meno che, come il fotone, abbia massa a riposo nulla, nel qual caso non può che muoversi sempre a velocità  $c$ ) e sarebbe impossibile portarlo a velocità  $c$ .

Vale infine la famosa equazione  $E=mc^2$ : un corpo di massa  $m$  possiede un'energia a riposo pari ad  $mc^2$ . Dimostrazione sperimentale della correttezza di tale equazione si ebbe con l'invenzione della bomba atomica.

## **La relatività generale**

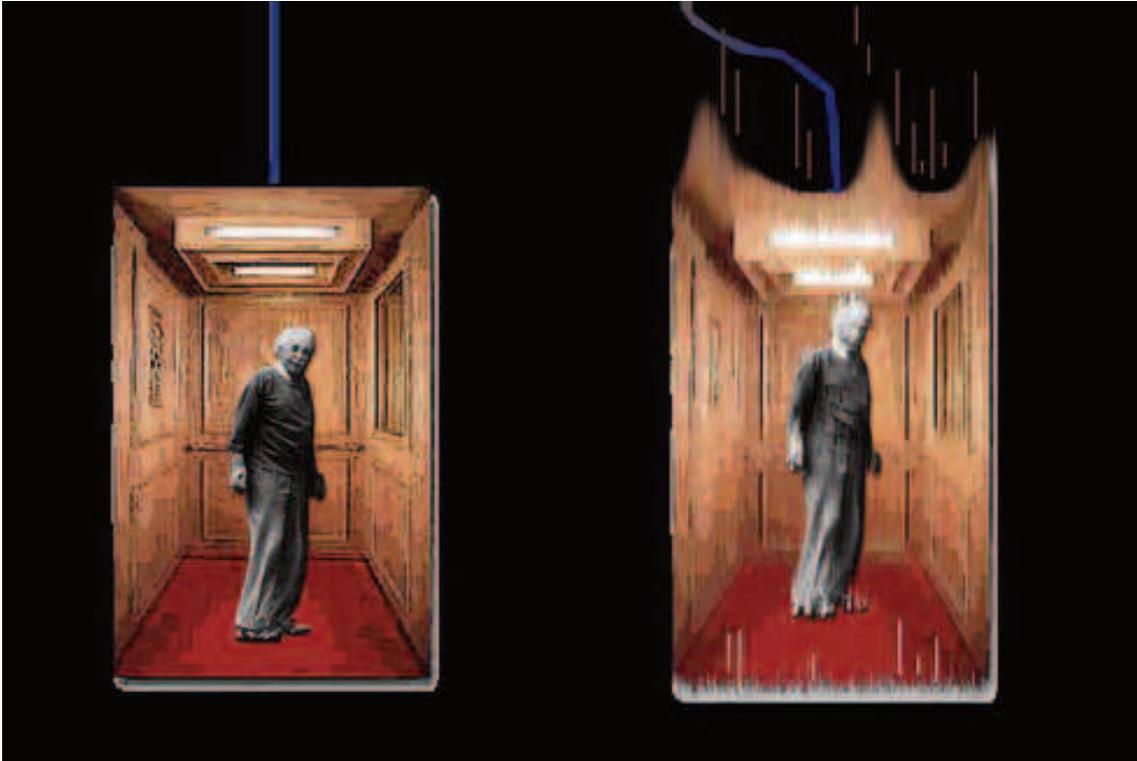
Il *principio di relatività di Einstein* afferma che le leggi fisiche che descrivono un sistema inerziale debbano essere invarianti per trasformazioni di Lorentz. Esso si occupa quindi di velocità e non accelerazioni. Einstein colse subito i limiti del suo principio di relatività e, in un processo di riflessione critica conclusosi col suo celebre articolo del 1916, giunse alla formulazione della *teoria della relatività generale*. Alla base della teoria della relatività generale stanno due fondamentali fatti fisici: il *principio di equivalenza forte* e il *principio di equivalenza debole* o coincidenza tra *massa inerziale* e *massa gravitazionale*, dei quali ora ci occuperemo.

Per comprendere il principio di equivalenza forte, immaginiamo un ascensore in caduta libera, seguendo la trattazione di Einstein. Una persona che si trovi all'interno

dell'ascensore, poiché cade con la stessa accelerazione dell'ascensore, si trova in quiete rispetto ad esso. Di conseguenza, nel sistema di riferimento in cui l'ascensore è in quiete, la gravità sembra annullarsi. La gravità, quindi, più che una forza sembra essere un effetto geometrico, legato alla presenza di un sistema di riferimento accelerato.

Supponiamo che, da un'astronave, si veda sfrecciare un corpo, non soggetto a forze esterne. Se l'astronave fosse in quiete rispetto al sistema delle stelle fisse, essa vedrebbe il corpo seguire una traiettoria rettilinea. Qualora essa fosse in caduta libera, il corpo si vedrebbe invece curvare. In uno spazio curvo, un corpo non soggetto a forze esterne compie peraltro una traiettoria curva. Poiché accelerazione equivale a gravità, possiamo anche affermare che la gravità incurvi lo spazio. I corpi in caduta libera seguono infatti linee geodetiche (una geodetica è la linea più breve tra due punti) ma la curvatura dello spazio è determinata dalla gravitazione. Poiché non è possibile localmente distinguere l'azione gravitazionale di una massa da un'opportuna accelerazione, possiamo affermare che la presenza di massa curvi lo spazio (in realtà, lo spazio-tempo).

Un aspetto importante dell'equivalenza tra accelerazione e gravità è la già citata coincidenza tra massa inerziale e massa gravitazionale, messa in rilievo dall'esperimento di Eötvös, compiuto nel 1885. La massa inerziale è infatti definita come la quantità che compare nel secondo principio della dinamica e rappresenta la riluttanza di un corpo a mutare il suo stato di quiete o di moto. La massa gravitazionale compare invece nella legge di gravitazione universale e rappresenta la carica gravitazionale posseduta da un corpo.



Immaginiamo, a sinistra, Einstein all'interno di un ascensore in quiete. Qui è la forza di gravità che determina l'attrazione per cui non succede niente. Ma che succede invece se si spezza il cavo? L'ascensore va in caduta libera, Einstein si "sente" sollevato dal pavimento dell'ascensore e si ritrova come se galleggiasse nell'aria. Ad un certo istante, Einstein e l'ascensore subiscono la stessa accelerazione, mantenendo la stessa velocità. E' come se fossero fermi l'uno rispetto all'altro. Gli effetti della gravità si sono sostituiti con quelli dell'accelerazione, essi sono della stessa natura perciò sono equivalenti.

Nello scrivere l'equazione differenziale che determina il moto del corpo le due masse, se coincidenti (o, comunque, proporzionali secondo una costante universale, riassorbibile nella costante gravitazionale di Newton), si elidono. Il moto di un corpo in un campo gravitazionale, quindi, non dipende dalla massa del corpo, come già evidenziato da Galilei. Questa è una condizione necessaria (e non sufficiente) per la validità del principio di equivalenza forte.

L'effetto dell'accelerazione di un sistema di riferimento, infatti, parimenti non dipende dalla massa del corpo.

Nel suo famoso articolo del 1916, Einstein introdusse le omonime equazioni di campo, nelle quali il campo gravitazionale è rappresentato da un  *tensore simmetrico*  (detto  *tensore di Einstein* ), avente dieci componenti indipendenti, assunto essere proporzionale ad un altro tensore simmetrico, il  *tensore energia-momento* . Il tensore di Einstein descrive la curvatura dello spazio-tempo ed il tensore energia-momento rappresenta l'effetto, sul tessuto spazio-temporale, della presenza di una densità di massa (o, equivalentemente, di energia). Nel limite di campi deboli e statici e velocità molto minori di  $c$ , la formulazione di Einstein conduce alla gravitazione newtoniana. Le leggi della fisica, espresse in  *forma tensoriale* , devono infine valere in qualunque sistema di riferimento, dispensandoci così dalla necessità di introdurre uno spazio-tempo assoluto.

La distribuzione di massa/energia determina la curvatura dello spazio-tempo, la curvatura dello spazio-tempo determina il moto dei corpi immersi nello spazio-tempo stesso. Ma il moto di tali corpi determina a sua volta la distribuzione di massa/energia. Le  *equazioni di campo di Einstein*  sono quindi altamente non lineari, da cui la ben nota difficoltà nel risolverle.

Rimane da accennare al significato del concetto di  *curvatura* , introdotto da Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Secondo Gauss, uno spazio bidimensionale è piatto se la somma degli angoli interni di un triangolo è pari a  $\pi$  radianti. Quando, come su una superficie sferica, tale somma è maggiore di  $\pi$ , la superficie è detta avere  *curvatura positiva* . Quando, come su una sella, la somma degli angoli interni di un triangolo è minore di  $\pi$ , si ha poi  *curvatura negativa* .

In superfici ad  $n$  dimensioni, si avranno diverse curvatures in diverse direzioni.

Tali curvatures sono rappresentate dal tensore di Riemann, introdotto appunto da Bernhard Riemann (1826-1866), che concorre a formare il tensore di Einstein.

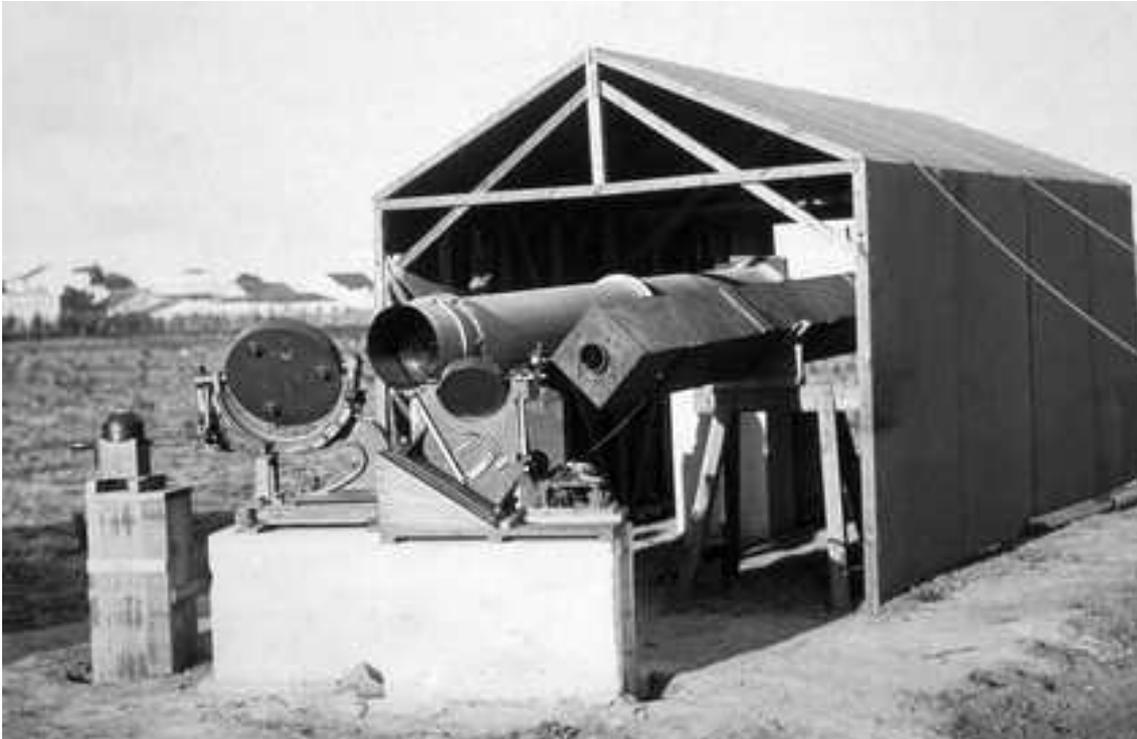
Un modo efficace di visualizzare la curvatura dello spazio-tempo è quello di considerare l'analogia con un telo gommoso, curvato nella terza dimensione. Lo spazio-tempo curvo è analogo al telo, essendo curvo in un'ipotetica quinta dimensione (ipotetica perchè si può parlare di curvatura del telo bidimensionale prescindendo dallo spazio tridimensionale in cui esso è immerso e ciò vale a maggior ragione per il "telo" quadridimensionale).

### **Conseguenze e verifiche**

Un'immediata conseguenza dei principi della relatività generale è la *deflessione dei raggi di luce*, da parte di una massa presso cui i raggi transitino. I raggi di luce, infatti, come qualunque altro corpo, percorrono geodetiche nello spazio-tempo curvo. Per una stella situata in prospettiva ai bordi del Sole, la deviazione prevista è di  $1''.75$ .

Una tale deflessione fu effettivamente osservata nel 1919, in occasione di un'eclissi di Sole, da Arthur Eddington (1882-1944). Un calcolo newtoniano, basato sul moto di un corpo di massa non nulla ma piccola (modello approssimato di un fotone), porterebbe peraltro ad una deflessione pari alla metà di quella prevista da Einstein.

Fenomeno analogo è quello della *lente gravitazionale*, per il quale la luce di un oggetto celeste, qualora si trovi a passare nei pressi di un altro oggetto molto massivo, è da questi distorta.



Dopo il fallimento dei precedenti tentativi, per l'eclisse del 1919 si organizzarono due spedizioni. La prima guidata da Eddington avrebbe raggiunto l'isola del Principe, in Guinea, mentre la seconda condotta da Andrew Crommelin, astronomo presso l'Osservatorio di Greenwich, si sarebbe recata a Sobral nel nord del Brasile. Fu qui che grazie agli obiettivi astrografici da 25 cm e 10 cm Crommelin rilevò le immagini dell'eclisse, le uniche studiate da Eddington, in quanto la sua spedizione ebbe esito negativo per colpa del maltempo!

Un'importante conseguenza delle cosiddette *teorie metriche della gravitazione*, piuttosto che della relatività generale in senso stretto, è la perdita di energia di un fotone che risalga un campo gravitazionale (*red shift gravitazionale*). Tale effetto fu messo in rilievo nel 1960 con l'*esperimento di Pound-Rebka*, su di una distanza di circa venti metri. Fotoni emessi in una transizione elettronica di un campione di  $\text{Fe}^{57}$ , posto ad una quota inferiore, furono visti non essere assorbiti da un analogo campione, posto ad una quota superiore di circa venti metri, a causa del red shift gravitazionale indotto dal salto di quota.

Una conseguenza delle equazioni di campo di Einstein è poi la precessione del perielio dei pianeti, effetto facilmente osservabile su Mercurio, il pianeta più vicino al Sole. Il valore previsto per Mercurio, una volta che sia detratto il contributo dovuto all'influenza gravitazionale degli altri pianeti, è di 43" per secolo, in perfetto accordo con le osservazioni astronomiche. Notiamo che questa verifica, in linea di principio, non esclude teorie alternative come quella di *Brans-Dicke*, ponendo tuttavia limiti molto stringenti sui parametri che le caratterizzano.

Un'altra conseguenza di rilievo delle equazioni di campo di Einstein è l'emissione di *onde gravitazionali*, in oscillazioni asimmetriche di una massa (*oscillazioni di quadrupolo*). L'emissione, però, è così debole che i classici rivelatori di onde gravitazionali, cilindri metallici con dimensioni dell'ordine del metro posti in vibrazione dall'eventuale passaggio di un'onda gravitazionale, devono essere in grado di rivelare oscillazioni dell'ordine di un centomillesimo del diametro di un atomo! Né esperimenti di questo tipo, né esperimenti interferometrici quali LIGO o VIRGO, hanno rivelato onde gravitazionali. Già dal 1974, tuttavia, è stata rivelata la diminuzione lineare del periodo della pulsar binaria PSR 1913+16 per emissione di onde gravitazionali, in perfetto accordo con la teoria della relatività. Sono decine le pulsar scoperte avere un simile comportamento.

Accenniamo infine a due fondamentali conseguenze della relatività einsteiniana. La prima conseguenza è l'esistenza, prevista nel 1916 da Karl Schwarzschild (1873-1916), di soluzioni che descrivono quello che poi fu chiamato *buco nero*, un oggetto collassato gravitazionalmente, fino ad una

densità tale per cui lo spazio-tempo si incurva così tanto che nemmeno la luce, se emessa all'interno di un raggio detto *orizzonte degli eventi*, possa sfuggirgli.

Buchi neri di massa dell'ordine di qualche massa solare nascono dal collasso di stelle con massa superiore a circa 100 volte quella del Sole.

Buchi neri con masse dai milioni ai miliardi di masse solari si trovano, invece, al centro di molte galassie.

La seconda conseguenza è l'emergere di modelli relativistici dell'evoluzione dell'Universo, dovuti ai contributi di Alexandr Friedmann (1888-1925) e Georges Lemaître (1894-1966) ed a successivi sviluppi.

A tal proposito, ricordiamo solo che osservazioni dell'espansione delle galassie compiute nell'ultimo quindicennio portano a supporre che l'espansione dell'Universo sia accelerata. L'accelerazione è parametrizzata dalla reintroduzione della famosa *costante cosmologica*, una sorta di antigravità introdotta da Einstein per giustificare l'esistenza di un universo stazionario (da lui favorita), controbilanciando l'azione attrattiva propria della gravità. L'introduzione della costante cosmologica fu notoriamente definita da Einstein come il peggiore errore della sua vita, allorché le osservazioni di Edwin Hubble (1889-1953) sul moto di recessione delle galassie portarono alla concezione di un Universo in espansione.



Una conferma indiretta dell'emissione di onde gravitazionali è venuta dall'osservazione di un sistema di stelle binario attraverso l'osservazione di una coppia di stelle di neutroni ruotanti l'una attorno all'altra e destinate a fondersi in seguito all'aumento della loro velocità angolare.

Il 17 marzo 2014 gli astronomi dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, hanno annunciato di aver individuato e realizzato *"la prima immagine diretta delle onde gravitazionali attraverso il cielo primordiale"*, che fornisce una forte evidenza per l'inflazione e il Big Bang. In pratica è stata resa pubblica la prima osservazione di onde gravitazionali emesse "nei primi istanti di vita" dell'Universo.

In futuro sarà programmata la missione LISA (ESA e NASA), una costellazione di tre satelliti che, mantenendo per anni una formazione a triangolo equilatero di 5 milioni di chilometri di lato, formeranno un potente interferometro. La sensibilità sarà talmente elevata da rivelare una grande quantità di segnali gravitazionali provenienti dalle sistemi binari di stelle, pulsar, buchi neri, ecc.

Wikipedia

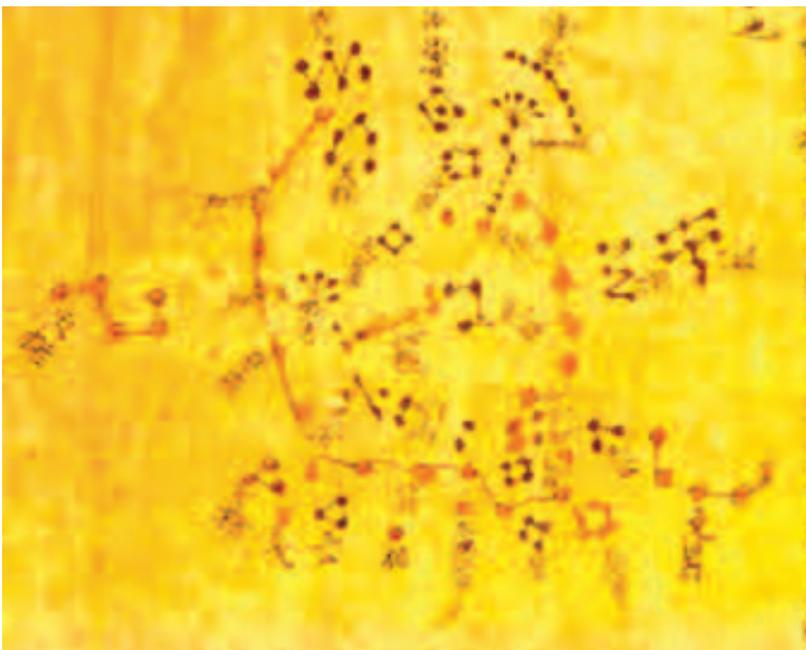
# 中國古代天文學 Antica Astronomia Cinese

Mauro Nardi

La storia scientifica in Cina è molto antica: la ricerca di un "elisir di lunga vita" era la forza motrice che spingeva i Cinesi a studiare la natura attraverso tutti i campi del sapere e accomunava tutte le scienze, astronomia compresa.

Sin dal suo inizio l'Astronomia prese una strada completamente diversa dalle controparti greca, egizia e babilonese. Gli astronomi cinesi non erano particolarmente interessati alle levate eliache dei vari astri, ma preferivano concentrare la loro attenzione sulle costellazioni circumpolari.

L'astronomia dell'antica Cina è famosa in tutto il mondo per l'accurata e costante registrazione degli avvenimenti celesti, con precisissime annotazione di date, tempi e luoghi dove si osservavano gli eventi del cielo. E' probabilmente la migliore cronaca astronomica dal 2000 a. C. ad oggi.



Mappa stellare del 4° secolo d. C. Si tratta di un rotolo di cm. 210x25, individuante non meno di 1345 astri raggruppati in 257 ammassi stellari. Dettagli simili si raggiungeranno solo con l'avvento di Galileo Galilei e del telescopio.

Fra le registrazioni più antiche che si conoscono vi è un'iscrizione su di un osso trovato nei pressi di Anyang nella Cina nord-orientale inerente ad una eclisse: *“Tre fiamme mangiarono il Sole e si vide una grande stella”*.

Una descrizione molto stringata, ma diligente del momento in cui il disco solare viene completamente oscurato e della comparsa di un astro, forse Venere, altrimenti invisibile.

Queste iscrizioni, riportate anche su gusci di tartaruga e su ossa animali, furono opera dei sacerdoti della dinastia Shang tra il 500 e il 1000 a. C.

Migliaia di queste ossa incise sono state recuperate da siti Shang dopo il 1899 e forniscono quasi l'unico documento delle attività intellettuali, compresa l'astronomia, di questi antichi popoli.

E' probabile che molti di questi reperti siano andati distrutti dalla voracità dei cinesi moderni, causa un attivissimo commercio di “ossa di drago” per usi farmaceutici, afrodisiaci oppure analgesici.

Registrazioni ancor più dettagliate delle osservazioni astronomiche, hanno avuto inizio durante il periodo degli Stati Combattenti (4° secolo a.C.) e fiorì dal periodo HAN in poi.

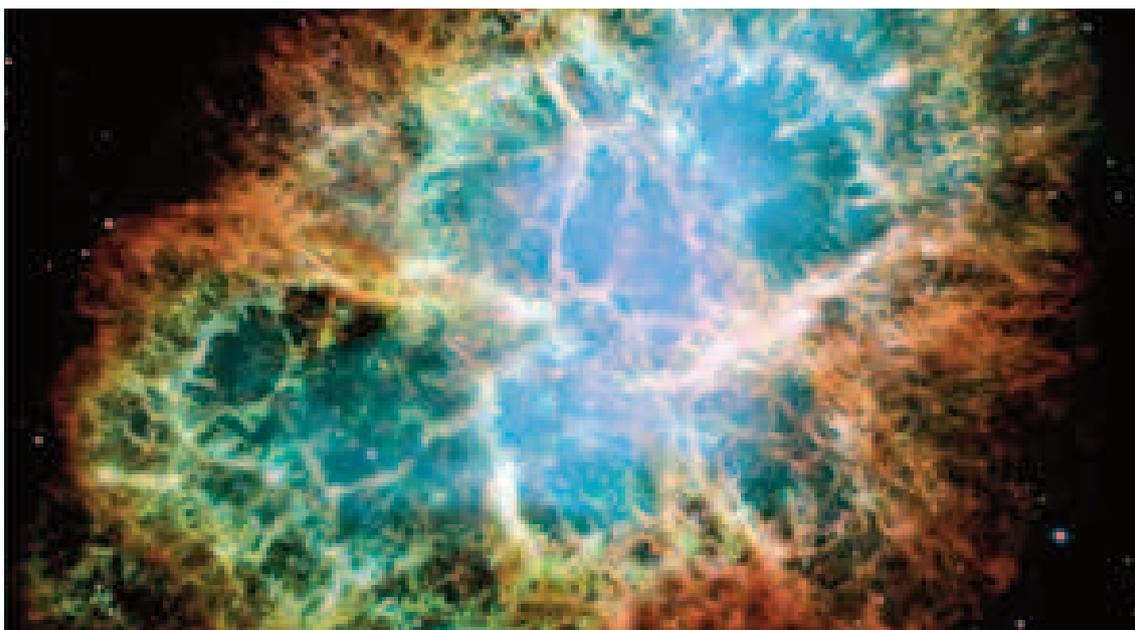
A partire dalla dinastia Han abbiamo testimonianze dei primi sistemi cosmologici: le teorie sulla struttura dell'Universo più seguite furono tre.

La teoria del “GAI TIAN” associava la forma del Cielo a quella di una tenda mongola con la Terra di forma quadrata.

Secondo la teoria del “HUN TIAN” considera il cielo sferico con la terra sferica anch'essa che nel cielo è immersa.

Con la teoria “XUAN YE”, per la prima volta nella storia della conoscenza umana, si nega l'esistenza di un cielo con forma e sostanza, considerandolo semplicemente sconfinato.

Quell'idea di Universo limitato presente persino nel sistema copernicano era stata così superata con largo anticipo dagli astronomi cinesi che furono tra i primi a concepirlo infinito. L'equatore celeste, veniva diviso in 28 sezioni d'arco, chiamate *Hsiu*, "case", che rappresentavano le divisioni politiche originarie della Cina e il cielo intero era ulteriormente suddiviso in circa 250 piccole costellazioni, composte da circa 6 stelle ognuna. Tale suddivisione rimase in uso fino al XVII secolo: fino a quando i gesuiti introdussero le costellazioni occidentali.



#### 蟹狀星雲

Crab Nebula. La Nebulosa del Granchio appartiene alla nostra galassia e dista 6500 anni luce da noi. Si sta ancora espandendo alla velocità di 1500 km al secondo ed attualmente è larga 6 anni luce. Al centro della nebulosa residuo dell'esplosione, si trova la *pulsar del Granchio* (nota anche come PSR B0531+21), una stella di neutroni, scoperta nel 1968.

La pulsar è un oggetto estremamente massiccio ed emette le sue pulsazioni (nel radio e nei raggi x) ogni 33 millisecondi.

NASA

Tra le accurate registrazioni compiute dagli astronomi, una è molto famosa ancora oggi. Si tratta di quella stella ospite nei pressi di z (zeta) Tauri osservata per la prima volta il 4 luglio 1054. La stella brillò così luminosa da poter essere osservata per 23 giorni anche in piena luce solare. Inoltre rimase visibile consecutivamente per 653 notti ( la magnitudine apparente dell'evento fu compresa tra -7 e -4,5, superando la luminosità apparente di Venere ).

Nelle registrazioni dell'epoca si legge:

*“dal 5° mese del primo anno del regno di Zhi He, è apparsa da oriente una stella nuova non lontana dalla stella Tianguan\*; questa nuova stella si è andata consumando sino ad oggi, tanto da scomparire”.*

\* Tianguan è il nome tradizionale cinese per Zeta Tauri.

L'evento venne registrato in varie parti del mondo: da astronomi Arabi e dai nativi d'America (indiani Anazasi).

Solo in Europa l'oscurantismo non permise la registrazione di ciò che avveniva nei cieli. Durante questo periodo buio per l'Europa, le civiltà Cinese, Araba e Indiana realizzarono numerosi progressi nel campo delle scienze, della medicina, della tecnologia, della matematica e dell'astronomia. In Cina furono inventate la carta, la polvere da sparo, la bussola, e nel 1050 furono stampati i primi libri con caratteri mobili.

L'esplosione di quella stella ha dato vita a M1 (NGC 1952) nebulosa planetaria, nella costellazione del Toro, oggi la splendida “Nebulosa del Granchio”. Il residuo della supernova registrata dagli astronomi cinesi è uno dei più spettacolari oggetti osservabili al telescopio. Riscoperta nel 1731 da John BEVIS, la nebulosa è il primo oggetto del catalogo astronomico pubblicato da Charles Messier nel 1774.

Gli studi effettuati sui moti di Luna e Sole compiuti da un osservatorio astronomico fatto costruire dall'imperatore HOANG-TI nel 2608 a. C. avevano come scopo principale l'elaborazione e correzione del calendario allora carente.

Il ruolo primario di questa scienza era dovuto al fatto che, i cinesi consideravano l'imperatore qualcosa di divino e che, era tale, per volere del cielo. Di conseguenza i fenomeni che si verificavano in cielo avevano una diretta corrispondenza in terra, sulle attività umane e sulle decisioni dell'imperatore stesso.

Gli astronomi della corte imperiale erano responsabili direttamente con la loro vita dell'esattezza delle previsioni di eventi astronomici come eclissi e comete.

30 Aprile 1006, apparve improvvisamente nei cieli nella costellazione del Lupo, la supernova SN 1006. Fu un evento spettacolare che venne riportato da osservatori in tutto il mondo: Cina, Giappone, Europa, Italia.

La supernova fu visibile per parecchi mesi anche in pieno giorno. Secondo Ali ibn Ridwan astronomo egiziano la SN era grande quasi il triplo del disco di Venere e aveva un quarto della luminosità della Luna.

Le misurazioni moderne sui suoi resti (PKS1459-41) indicano che SN1006 raggiunse una magnitudine apparente di circa -7,5. Anche nel libro *Songshi*, che racconta la storia ufficiale della dinastia Song, se ne parla diffusamente.

La maggior parte degli astrologi, interpretarono l'evento come presagio di guerre e carestia, al contrario l'astrologo di corte Chou K'o-ming interpretò l'evento come di buon auspicio per l'imperatore e per la Cina alla quale avrebbe portato grande prosperità.

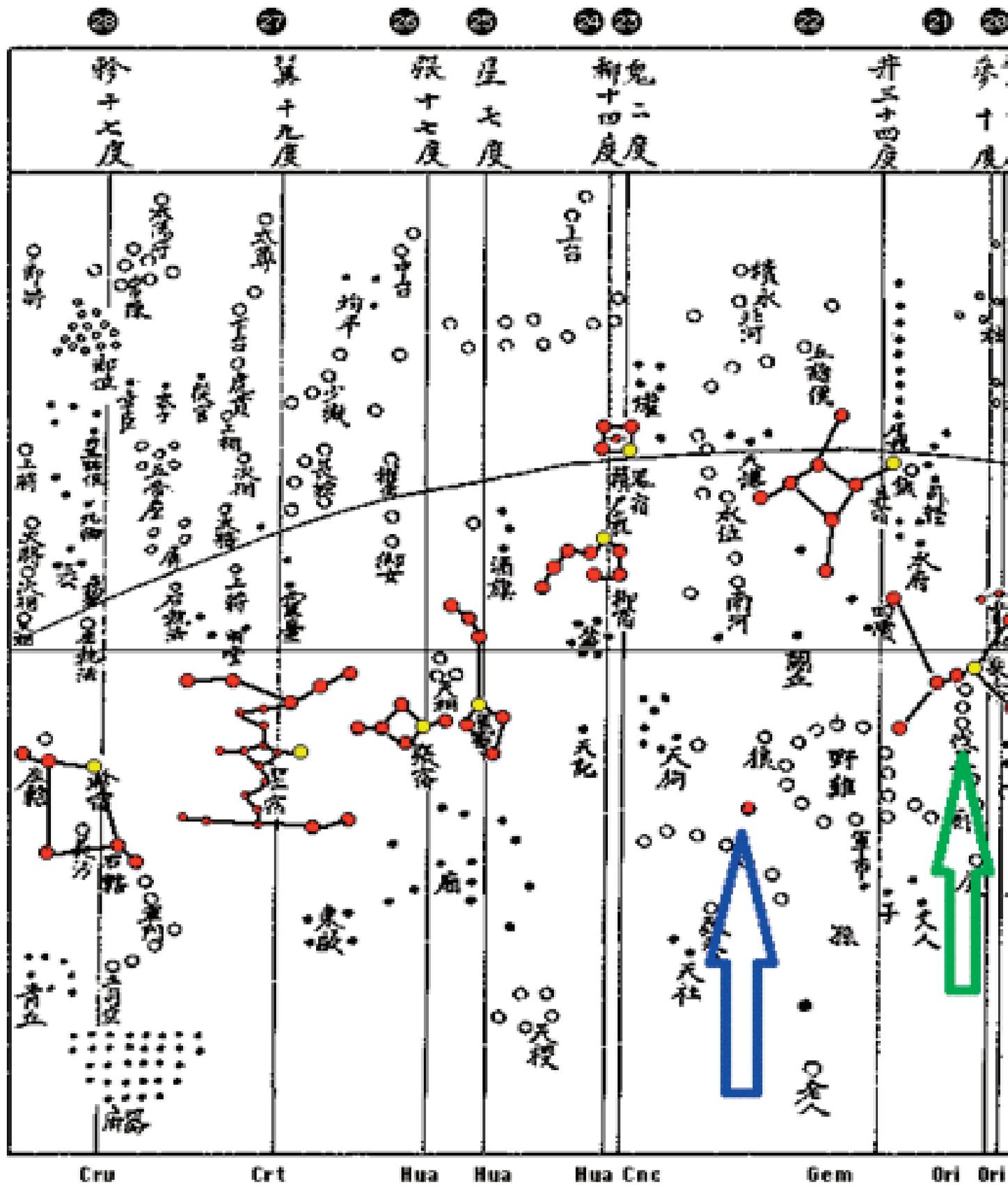
Attenzione particolare era rivolta anche agli eventi di carattere sporadico come le comete. Una raffigurazione della cometa di Halley, seguita in occasione dei suoi passaggi, è stata trovata in una tomba del II secolo a. C. a Mawangdui, un sito archeologico presso Changsha. Su una striscia di seta arrotolata lunga circa 1,5 m, sono stati trovati ben 29 disegni di comete, ed è poi stato dimostrato che il contenuto di tale striscia risale al IV secolo a. C.

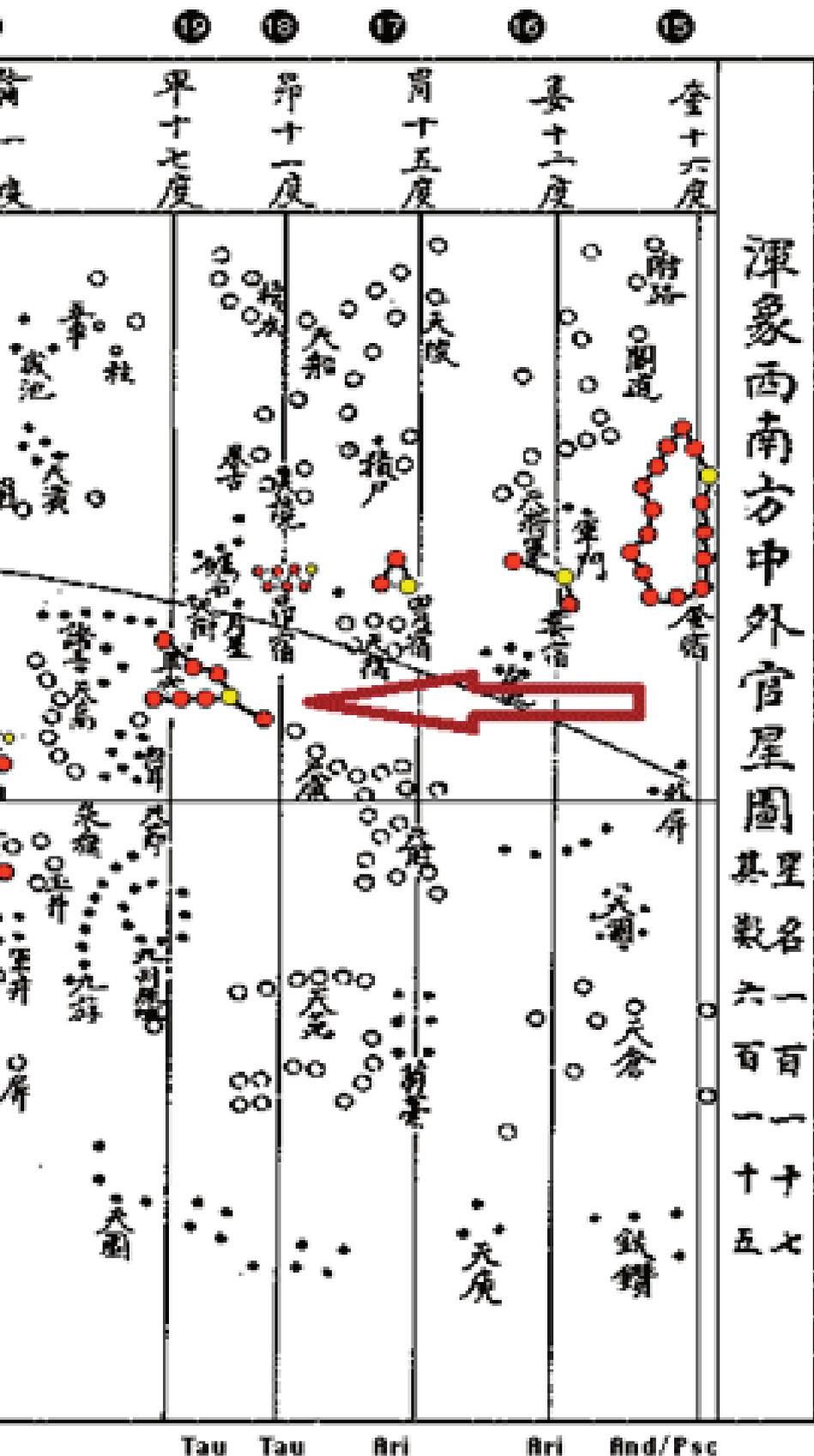
L'Antico Osservatorio Astronomico di Pechino, è uno dei più antichi al mondo. Infatti era l'osservatorio astronomico imperiale delle dinastie MING e QING. Gli strumenti ivi conservati sono completi e precisi oltre ad essere gli unici al mondo.



Dal punto di vista osservativo, forse addirittura in pieno neolitico (tra il 5000 ed il 4000 a.C.), e sicuramente dal 3000 a.C. in poi, gli antenati dei Cinesi sapevano ricavare il periodo dell'anno osservando la posizione delle stelle come Canxing e Shangxing, (di cui non sono riuscito a trovare la corrispondenza odierna del nome. N.d.R.) situate nell'attuale Orsa Maggiore.

Come spesso accadeva nelle antiche culture, Astronomia e astrologia erano un'unica scienza. Ancora oggi tale abitudine/usanza è presente in molte culture come in Tibet e nella stessa Cina moderna.





Una famosa mappa celeste disegnata dall'astronomo cinese Su Song (1020-1101) contiene 1350 stelle.

L'equatore è rappresentato dalla retta orizzontale che attraversa la mappa, mentre la traccia curvilinea dell'eclittica è sopra di essa.

La freccia verde punta la stella Sirio. Sono riconoscibili con relativa facilità altri gruppi stellari: Orione (freccia blu), il Toro (freccia rossa) e le Pleiadi (n.d.r. forse rappresentate con il triangolino colorato con le due stelle rosse e una gialla in alto a dx del Toro, oppure i 7 punti a sx del triangolo).

## L'astronomia moderna



La prima donna cinese nello spazio si chiama LIU YANG 34 anni, membro dell'equipaggio della stazione spaziale Tiangong 1 (Il Palazzo Celeste).

Nel 1970 la Cina lanciò il primo satellite iniziando così l'era spaziale made in R.P.C. Negli ultimi anni, sull'argomento, le voci hanno iniziato a moltiplicarsi. Infatti il 29 settembre 2012 viene lanciato in orbita terrestre a 338 km di altitudine il modulo TIAN-GONG 1, del peso di 8,5 tonnellate, 3 metri di diametro e 10,5 metri di lunghezza.

TIAN-GONG 1 è un laboratorio sperimentale il cui compito è quello di dimostrare le capacità di rendezvous e docking delle capsule Shenzhou. L'obiettivo è la costruzione di una futura stazione spaziale tutta cinese con il lancio del primo modulo previsto per il 2020. Il modulo ospiterà una serie di laboratori, il tutto in uno spazio di circa 15 metri cubi utili.

Lo spazio può offrire tante risorse agli uomini: nonostante l'industria spaziale sia un'industria con alti rischi e costi si potrebbero ricevere benefici sufficienti a compensare gli sforzi economici compiuti. Secondo le prime valutazioni di diversi istituti di ricerca europei e degli Stati Uniti, il ritorno sarà 7-10 volte gli investimenti.

## Giugno-Luglio 2013

Dalla base di lancio di Jiuquan, nella Mongolia Interna è stata lanciata la capsula Shenzhou-10 con a bordo tre astronauti. Il Maggiore Generale Nie Haishen era il comandante della missione, un veterano al suo secondo volo avendo già partecipato alla missione della Shenzhou-6 dell'Ottobre 2005. Con lui due esordienti in voli spaziali: Zhang Xiaoguang capitano dell'aeronautica e Wang Yaping, seconda donna cinese nello spazio.

Obiettivo della missione della durata di 15 giorni era la verifica delle manovre di aggancio con la stazione orbitale Tian-gong-1, in orbita circolare terrestre a 338 km, ed esperimenti in ambiente microgravitazionale. Questa missione dimostra con quanta determinazione la Repubblica Popolare Cinese procede verso il 2020, verso la futura stazione spaziale tutta made in R.P.C.



La collaborazione della Cina con alcuni paesi è già molto attiva. Per esempio, Cina e Russia hanno collaborato per l'allenamento degli astronauti e lo sviluppo della tecnologia necessaria sia per i razzi che per le tute per voli extraveicolari. Inoltre c'è una collaborazione con la Francia su una varietà di esperimenti di natura astrobiologica e di medicina applicata alla sopravvivenza nello spazio.

Anche con la Germania c'è stata una collaborazione su esperimenti astrobiologici durante la missione Shenzhou VIII nel 2011.

### **14 Dicembre 2013**

Ore 20:08 - La sonda spaziale Chang'e-3 si è posata sulla Luna, facendo così diventare la Cina la terza nazione a riuscire nell'allunaggio, dopo Stati Uniti e Unione Sovietica.

Lo ha annunciato la televisione pubblica Cctv. Dopo aver attivato i suoi retrorazzi per rallentare, Chang'e-3 è atterrata in una zona chiamata la Baia degli archi del cielo, dove ha sbarcato un veicolo di esplorazione senza pilota, il "coniglio di Giada", dotato di strumentazione per sondare il suolo rendendo possibili studi approfonditi.

Si tratta di un viaggio che, anche se già compiuto, è indiscutibilmente affascinante ed avviene a quasi 40 anni dall'ultimo atterraggio di Luna 24, la sonda russa.

C'è una curiosità riguardante il nome della sonda.

Nella mitologia cinese, Chang è il nome di una fanciulla che abita in un palazzo di giada sulla Luna.

Anche altre due sonde lunari orbitali lanciate negli anni scorsi dai cinesi, più precisamente nel 2007 e nel 2010, avevano lo stesso nome.

Il razzo “Lunga marcia” che ha porto fuori dall'atmosfera la sonda del peso di 120 Kg era decollato il primo Dicembre 2013 dalla base di lancio di Xichang.

Il rover ha avuto vari compiti, tra cui l'analisi della struttura geologica lunare, lo studio delle sostanze presenti in superficie e la ricerca di risorse naturali. Tutto ciò è stato dichiarato all'agenzia di stampa cinese Xinhua da Ouyang Ziyuan, responsabile della missione.

Il lander è atterrato nella regione Sinus Iridium, da dove ha iniziato la missione, durata tre mesi.

Sinus Iridium è una pianura basaltica che forma un'estensione a nord-ovest del Mare Imbrium. E' stato scelto come luogo di allunaggio per la missione il Sinus Iridium, una pianura basaltica che forma un'estensione a nord-ovest del Mare Imbrium. La sua natura pianeggiante assicura continuità nelle comunicazioni: essendo esposta al Sole permette un efficace ricarica delle batterie solari; inoltre è una zona che non è mai stata esplorata dai rover lunari.

Si tratta della terza missione lunare cinese, dopo quella del 2007 e del 2010.



Un modello del Rover cinese a pannelli solari sbarcato sulla Luna.

Getty Images

## Il futuro della Cina nello Spazio

L'Armata Rossa guidata da Mao Zedong inizia la "Lunga Marcia" per sfuggire all'accerchiamento delle truppe del Kuomintang di Chang Kai Shek. L'esercito impiegò 370 giorni per percorrere zigzagando tra le regioni cinesi circa 12.000 Km partendo dal Jiangxi, allo Shaanxi, impegnato in continui combattimenti.

La "Lunga Marcia" continua ancora oggi nel campo spaziale. Secondo una fonte della NASA lo sbarco di una missione umana cinese sulla Luna potrebbe avvenire entro il 2025. Dietro la corsa allo spazio, ci sarebbe la "forte ambizione scientifica" di Pechino, mentre arrivano i cinesi, gli americani se ne vanno.

Infatti nel 2010 il presidente americano Barack Obama aveva deciso di cancellare i programmi di ritorno con astronauti sulla Luna, dopo il successo delle missioni Apollo negli anni sessanta e settanta. 40 anni dopo l'ultima passeggiata di un americano sul suolo lunare e cinque mesi dopo l'addio della Nasa allo Shuttle, Pechino ha dichiarato la sua intenzione di strappare agli Stati Uniti un altro primato facendo scendere un astronauta sul satellite della Terra.

È la prima volta che un documento ufficiale cinese include l'uomo sulla Luna (una possibilità finora discussa informalmente tra scienziati) negli obiettivi politici del governo. Ci vorranno anni prima di portare un astronauta cinese a spasso sulla superficie lunare, là dove l'ultima volta un collega americano passeggiò. Nel complesso, sei spedizioni con equipaggio umano sono arrivate sul suolo lunare, tutte del programma statunitense Apollo.



Dodici esseri umani hanno camminato sulla Luna: il primo fu Neil Armstrong, Apollo 11, il 20 luglio 1969. L'ultima missione con equipaggio umano a raggiungere il nostro satellite fu Apollo 17, l'ultima del programma, che rimase sulla superficie lunare dall'11 al 14 dicembre del 1972. Dopo la fine del programma Space Shuttle, nel luglio 2011, e i tagli agli investimenti nel settore spaziale decisi da Barack Obama, gli Stati Uniti sono al momento privi di un proprio veicolo spaziale per il trasporto di esseri umani.

Le stime più ottimistiche sul programma cinese prevedono l'uomo sulla Luna entro il 2020. Ma i cinesi sono come tutti gli altri abitanti della Terra: *“Guardiamo il cielo stellato e vogliamo esplorare le immensità dell'Universo”*, ha detto Zhang Wei, un funzionario dell'agenzia spaziale cinese in un incontro con i media che ha coinciso con la presentazione del documento.

Per la Nasa, ma anche per i russi, c'è poco da stare allegri. Certo, il piano è infarcito dalle solite rassicurazioni secondo cui *“la Cina da sempre considera l'uso dello spazio per motivi pacifici e si oppone alla corsa agli armamenti nello spazio”*. Ma è chiaro che a questo punto Houston ha più che un problema. George W. Bush aveva giurato che gli americani sarebbero tornati sulla Luna entro il 2020, con il programma chiamato *Constellation* che sarebbe culminato con lo sbarco su Marte. Il tutto alla modica cifra di 98 miliardi di dollari. Barack Obama due anni fa ha cancellato quel disegno faraonico definendolo *“costoso, in ritardo e senza innovazione”*. Ma l'ascesa della Cina spaziale è anche l'ascesa della Cina militare: perché malgrado le rassicurazioni, Pechino non distingue tra missioni civili e militari, e l'intero programma è gestito dal ministero della Difesa.

**Paolo Nordi**

Ancora le loro mani si amalgamano in un firulete e si lasciano incantare. L'indomabile chitarra a sei corde lavora sul tempo di una fisarmonica oltre moda, ed intreccia assieme alla milonga gioiosa storie di feste e di corpi.

Ancora i due danzatori improvvisano quei passi proibiti, quei passi fugaci, gli sguardi tenaci sollevati dalla musica dilagante dell'ultimo tango. Tra bagliore e bagliore, sotto la luce livida che filtra nei muri, giungono a tratti le pallide ombre di quei due corpi vibranti. Le gambe si allacciano, e dal grande abbraccio magico di M65 è difficile liberarsi.

Ancora un passo come dipinto, e lei scivola in un istante tra un rapido volteggio attorno a quella sagoma fiera e malinconica (nel suo nebbioso passato dimora una mitologia di pampa e pugnali). Solo allora splende su quella febbre d'abbracci il corpo di colei che fiorisce in un volto tanto luminoso da far male all'anima: M66 volteggia e trasgredisce, e lì sta la sua attrattiva. Quella raffica, il tango, fatto di polvere e tempo, dalla durata di una leggera melodia. E gli sguardi si rifondono, attratti dal rigore di una seduzione latente.

Ancora le punte delle dita danzano dopo che tutto è finito. Muovono archi sullo spazio della tela, blu come i sentimenti. Senti il dondolio, sussurri di ossa stridenti, nella loro stretta avida di afferrare una memoria lontana.

Ancora mi chiedo come sia possibile rimanere in piedi, vivi e non morire di gioia all'istante...

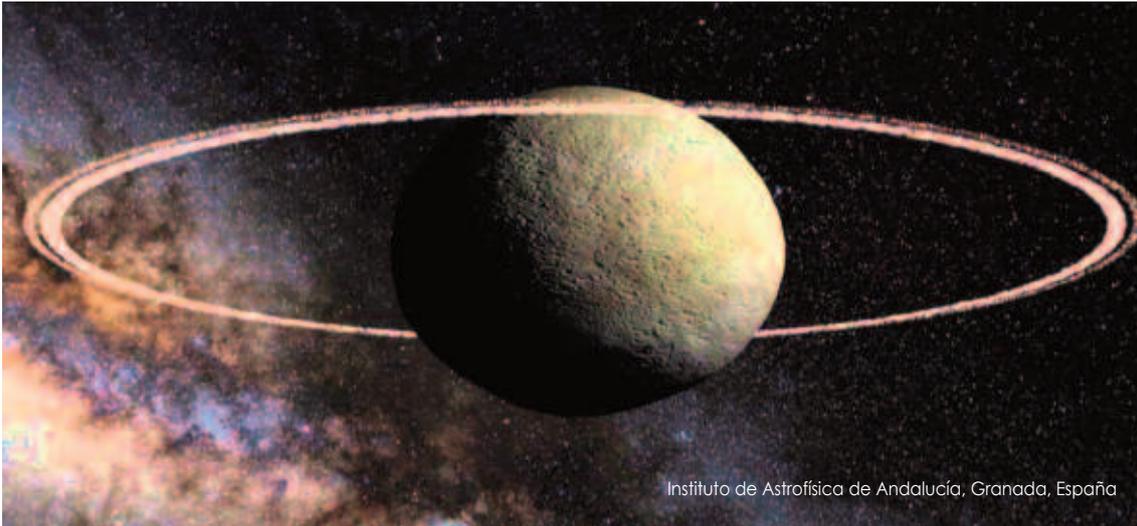
M 65 (NGC 3623) + M 66 (NGC 3627)



## Astro News Of the Month

### Chariklo, l'asteroide con gli anelli

Cristiano Fumagalli



Noi conosciamo gli anelli dei quattro grandi pianeti gassosi, Giove, Saturno, Urano e Nettuno. Nonostante la meticolosa ricerca, nessun altro oggetto del nostro Sistema solare sembrava avere un tale sistema, fino a quando l'asteroide Chariklo, passando di fronte a una stella, ha mostrato di essere circondato da anelli molto fini. Questa scoperta è arrivata inaspettata. Chariklo è il più grande (250 km) di alcuni piccoli corpi chiamati "Centauri" che orbitano nella parte lontana del Sistema Solare, tra Saturno e Urano. Il team di astronomi ha determinato che il sistema di anelli è formato da due sottili strutture di 7 e 3 km, separati da una divisione molto ben identificabile di 9 km. Benchè molte questioni non sono ancora risolte, gli scienziati pensano che queste strutture siano formate da detriti generati da una collisione e che Chariklo possieda anche una piccola luna, non ancora scoperta, che mantiene tali detriti in orbita. Infine, si crede anche che un giorno gli anelli daranno origine a un piccolo satellite.

# GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO GACB

Delegazione **UAI** provincia di Milano  
Membro di **CieloBuio** Coordinamento  
per la Protezione del Cielo Notturno

## SEZIONI

### Profondo cielo

Paolo Nordi  
Giuseppe Corcella

### Astrofotografia

Walter Franchini

### Stelle variabili

Stefano Spagocci  
Cristiano Fumagalli

### Stelle doppie

Gianluca Sordiglioni

### Tecnica autocostruzione

Gianni Bertolotti  
Leonardo "Gianni" Vismara

### Inquinamento luminoso

dott Roberto Benatti  
(responsabile provincia di  
Milano di CieloBuio)

## CONSIGLIO DIRETTIVO 2013-2014

**Presidente** dott **Cristiano Fumagalli**

**Vicepresidente** **Walter Franchini**

**Segretario** **Mauro Nardi**

**Consigliere** **Francesco "Franco" Vruna**  
con delega all'organizzazione

GRUPPO  
ASTROFILI  
CINISELLO  
BALSAMO  
GACB



Sede riunioni  
Ex scuola Manzoni  
Via Beato Carino 4  
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Cell. 347 4268868  
Cell. 349 5116302 (Ven 21-23)  
gacb.astrofili@gmail.com



c/o dott. Fumagalli Cristiano  
via Trieste 20  
20092 Cinisello Balsamo (MI)  
E-mail: fumagallic@tiscali.it



<http://gacb.astrofili.org>



[/group/GACB\\_Informa](#)



[/GruppoAstrofiliCiniselloBalsamoGacb](#)

Delegazione **UAI**  
per la provincia  
di Milano

e membro di  
**CieloBuio**  
Coordinamento  
per la  
protezione del  
Cielo Notturmo

