

Bimestrale di astronomia

Anno XXXVI

Settembre-Ottobre 2010

209

Organo della Società Astronomica Ticinese e dell'Associazione Specola Solare Ticinese

SOCIETÀ ASTRONOMICA TICINESE

www.astroticino.ch

RESPONSABILI DELLE ATTIVITÀ PRATICHE

Stelle variabili:

A. Manna, La Motta, 6516 Cugnasco
(091.859.06.61; andreamanna@freesurf.ch)

Pianeti e Sole:

S. Cortesi, Specola Solare, 6605 Locarno
(091.756.23.76; scortesi@specola.ch)

Meteor:

B. Rigoni, via Boscioredo, 6516 Cugnasco
(079-301.79.90)

Astrometria:

S. Sposetti, 6525 Gnosca (091.829.12.48;
stefanosposetti@ticino.com)

Astrofotografia:

Dott. A. Ossola, via Ciusaretta 11a, 6933 Muzzano
(091.966.63.51; alosso@bluewin.ch)

Strumenti:

J. Dieguez, via Baragge 1c, 6512 Giubiasco
(079-418.14.40; julio@ticino.com)

Inquinamento luminoso:

S. Klett, ala Trempa 13, 6528 Camorino
(091.857.65.60; stefano@astromania.net)

Osservatorio «Calina» a Carona:

F. Delucchi, La Betulla, 6921 Vico Morcote
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

Osservatorio del Monte Generoso:

F. Fumagalli, via alle Fornaci 12a, 6828 Balerna
(fumagalli_francesco@hotmail.com)

Osservatorio del Monte Lema:

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

Sito Web della SAT (<http://www.astroticino.ch>):

M. Cagnotti, Via Tratto di Mezzo 16a, 6596 Gordola
(079-467.99.21; marco.cagnotti@ticino.com)

Tutte queste persone sono a disposizione dei soci e dei lettori di «Meridiana» per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.

MAILING-LIST

AstroTi è la *mailing-list* degli astrofili ticinesi, nella quale tutti gli interessati all'astronomia possono discutere della propria passione per la scienza del cielo, condividere esperienze e mantenersi aggiornati sulle attività di divulgazione astronomica nel Canton Ticino. Iscriverti è facile: basta inserire il proprio indirizzo di posta elettronica nell'apposito *form* presente nella homepage della SAT (<http://www.astroticino.ch>). L'iscrizione è gratuita e l'email degli iscritti non è di pubblico dominio.

CORSI DI ASTRONOMIA

La partecipazione ai corsi dedicati all'astronomia nell'ambito dei Corsi per Adulti del DECS dà diritto ai soci della Società Astronomica Ticinese a un ulteriore anno di associazione gratuita.

TELESCOPIO SOCIALE

Il telescopio sociale è un Maksutov da 150 mm di apertura, $f=180$ cm, di costruzione russa, su una montatura equatoriale tedesca HEQ/5 Pro munita di un pratico cannocchiale polare a reticolo illuminato e supportata da un solido treppiede in tubolare di acciaio. I movimenti di Ascensione Retta e declinazione sono gestiti da un sistema computerizzato (SynScan), così da dirigere automaticamente il telescopio sugli oggetti scelti dall'astrofilo e semplificare molto la ricerca e l'osservazione di oggetti invisibili a occhio nudo. È possibile gestire gli spostamenti anche con un computer esterno, secondo un determinato protocollo e attraverso un apposito cavo di collegamento. Al tubo ottico è stato aggiunto un puntatore *red dot*. In dotazione al telescopio sociale vengono forniti tre ottimi oculari: da 32 mm (50x) a grande campo, da 25 mm (72x) e da 10 mm (180x), con barileto da 31,8 millimetri. Una volta smontato il tubo ottico (due viti a manopola) e il contrappeso, lo strumento composto dalla testa e dal treppiede è facilmente trasportabile a spalla da una persona. Per l'impiego nelle vicinanze di una presa di corrente da 220 V è in dotazione un alimentatore da 12 V stabilizzato. È poi possibile l'uso diretto della batteria da 12 V di un'automobile attraverso la presa per l'accendisigari.

Il telescopio sociale è concesso in prestito ai soci che ne facciano richiesta, per un minimo di due settimane prorogabili fino a quattro. Lo strumento è adatto a coloro che hanno già avuto occasione di utilizzare strumenti più piccoli e che possano garantire serietà d'intenti e una corretta manipolazione. Il regolamento è stato pubblicato sul n. 193 di «Meridiana».

BIBLIOTECA

Molti libri sono a disposizione dei soci della SAT e dell'ASST presso la biblioteca della Specola Solare Ticinese (il catalogo può essere scaricato in formato PDF). I titoli spaziano dalle conoscenze più elementari per il principiante che si avvicina alle scienze del cielo fino ai testi più complessi dedicati alla raccolta e all'elaborazione di immagini con strumenti evoluti. Per informazioni sul prestito, telefonare alla Specola Solare Ticinese (091.756.23.76).

QUOTA DI ISCRIZIONE

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad **almeno Fr. 30.- sul conto corrente postale n. 65-157588-9** intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento al bimestrale «Meridiana» e garantisce i diritti dei soci: sconti sui corsi di astronomia, prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

Sommario

Astronotiziario	4
Flare solari	15
Un mondo di qubit	26
Nomade per la fisica	34
Siamo andati sulla Luna?	39
Venere al Festival del Cinema	44
I raggi di Nancy	46
Light pollution from «John Wayne desert»	48
Le foto	52
La Giornata Ticinese dell'Astronomia	53
Bando di concorso	54
Astroquiz	55
Con l'occhio all'oculare...	56
Effemeridi da settembre a novembre 2010	58
Cartina stellare	59

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

Editoriale

Ogni numero è la solita storia: raschiamo il fondo del barile e pubblichiamo tutto il pubblicabile. Certo, poi «Meridiana» diventa sempre più corposa e ricca e accattivante per i lettori. Però così nel cassetto non rimane più niente. Come diavolo faremo due mesi dopo? Mica possiamo lasciare in bianco la nostra adorata rivista, no? Invece poi tutto si sistema. Perché dagli astrofili e dagli appassionati arrivano a getto continuo idee, spunti, stimoli, articoli, approfondimenti, esperienze... insomma un bendiddio ogni volta superiore alle nostre attese, capace di stupirci e di rimpinguare le nostre riserve. Che, com'è ovvio, consumiamo subito riempiendo il nuovo numero. Ecco qua: «Meridiana» 209, con il suo record di 60 pagine. Com'è ovvio, anche stavolta non ci è rimasto nient'altro. Ma sapete che c'è? Chi se ne importa...

Copertina

Una macchia solare con la miglior risoluzione di sempre (80 chilometri!), ripresa all'inizio di luglio con il telescopio da 1,6 metri con ottica adattiva del Big Bear Solar Observatory, in California. (Cortesia: Big Bear Solar Observatory)

Redazione:

Specola Solare Ticinese
6605 Locarno Monti
Sergio Cortesi (direttore), Michele Bianda, Marco Cagnotti, Philippe Jetzer, Andrea Manna

Collaboratori:

A. Cairati, M. Gatti, V. Schemmari

Editore:

Società Astronomica Ticinese

Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

Abbonamenti:

Importo minimo annuale:
Svizzera Fr. 20.-, Estero Fr. 25.-
C.c.postale 65-7028-6
(Società Astronomica Ticinese)

La rivista è aperta alla collaborazione dei soci e dei lettori. I lavori inviati saranno vagliati dalla redazione e pubblicati secondo lo spazio a disposizione. Riproduzioni parziali o totali degli articoli sono permesse, con citazione della fonte.

Il presente numero di «Meridiana» è stato stampato in 1.100 esemplari.

La Luna è viva

Per molto tempo si è pensato che fosse morta, fredda, immutabile. Poi i sismometri lasciati dalle missioni Apollo hanno dimostrato che qualcosa accade: leggeri tremolii, a stento definibili come veri e propri lunamoti. Tant'è che sembravano causati dall'impatto di grossi meteoriti, dalle variazioni termiche, dall'influsso mareale terrestre. Certo non da una trasformazione interna della Luna. Oggi però questo quadro così tranquillo è tutto da ripensare. Perché il nostro satellite si contrae ancora. E parecchio. E forse proprio in questo momento.

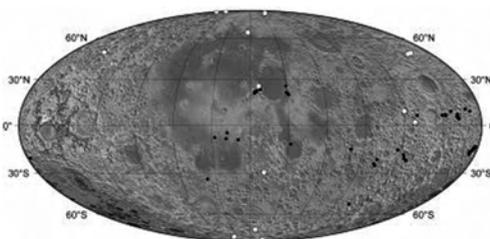
Nata circa 4,5 miliardi di anni fa dallo scontro fra la Terra e un corpo planetario di taglia marziana (questo è, almeno per ora, il modello più verosimile della formazione lunare), la Luna si è aggregata a partire dai frammenti di quella catastrofe. All'inizio era estremamente calda e, come tutti i corpi del Sistema Solare primordiale, intensamente bombardata. E si contraeva, finché nel giro di alcune centinaia di milioni di anni raggiunse le dimensioni attuali. Da lì in poi, la quiete. Insomma, quiete si fa per dire, ché il bombardamento meteorico proseguì ancora parecchio. Ma senza ulteriori, grosse trasformazioni endogene. Pare. Ma forse no.

Infatti un articolo pubblicato oggi da «Science» e firmato da ricercatori statunitensi e tedeschi riferisce di una scoperta stupefacente:

Tutte le news dell'Astronotiziario di «Meridiana» in anteprima su

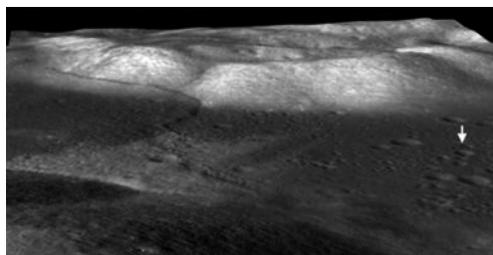
Stukhtra

www.stukhtra.it



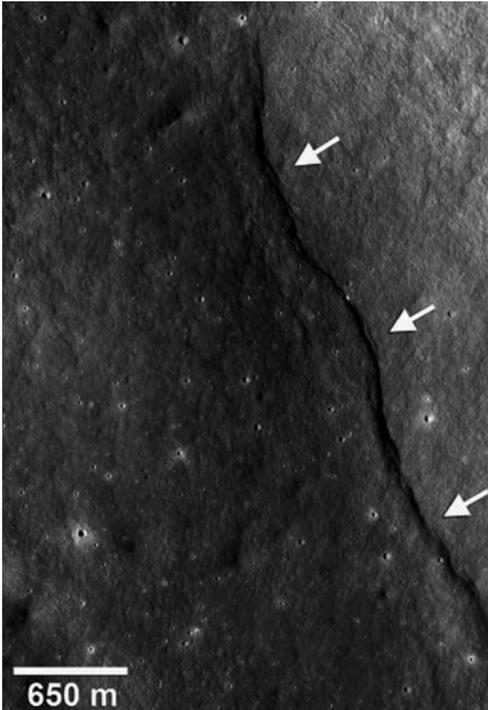
La distribuzione delle scarpate lobate sulla superficie lunare. I punti neri sono quelle già note, i punti bianchi quelle scoperte da poco. (Cortesia: NASA/Arizona State University, Smithsonian)

la Luna si contrae ancora. Di certo sembra essersi contratta di almeno 200 metri durante l'ultimo miliardo di anni. Il risultato deriva dal confronto fra le immagini riprese ormai quasi 40 anni fa dalle missioni Apollo 15, 16 e 17 e quelle recentissime del Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). Al centro dell'attenzione ci sono le cosiddette «scarpate lobate»: pendii larghi alcune decine di metri, lunghi qualche chilometro e dalla caratteristica forma sinuosa. Com'è



La scarpata Lee-Lincoln in una ricostruzione al computer sulla base delle riprese dell'LRO.

La freccia indica il punto di allunaggio dell'Apollo 17. (Cortesia: NASA/GSFC/Arizona State University)



Questa ripresa dell'LRO mostra l'andamento sinuoso dello scoscendimento. (Cortesia: NASA/Goddard/Arizona State University, Smithsonian)

ovvio, a causa della posizione della propria orbita le Apollo avevano scoperte queste strutture soprattutto nelle regioni equatoriali. Invece l'LRO ha dato al nostro satellite uno sguardo globale, scoprendo 14 nuove scarpate, 7 delle quali a latitudini superiori a 60 gradi. Sicché il fenomeno coinvolge tutto il satellite. Non solo: dalle immagini emerge che questi scoscendimenti hanno distrutto dei piccoli (e quindi recenti) crateri. Che cosa significa?

Significa che queste formazioni sono gio-

vani. Secondo gli studiosi hanno meno di un miliardo di anni, forse solo poche centinaia di milioni. Significa pure che la Luna si sta contrando ancora e che nell'ultimo miliardo di anni potrebbe aver perso addirittura 200 metri (su 3.500 chilometri) del proprio diametro. E forse ancora... proprio adesso... e magari quei lunamoti registrati dai sismometri potrebbero esserne una conseguenza... chissà?

Naturalmente le ricerche non finiscono qui. L'intenzione è anzitutto quella di mappare ad alta risoluzione tutta la Luna usando gli strumenti del Lunar Reconnaissance Orbiter. E si può essere sicuri che altre scarpate lobate salteranno fuori. Poi gli scienziati vogliono effettuare un confronto puntiglioso fra le immagini recenti e quelle delle Apollo, per verificare se in meno di mezzo secolo siano avvenuti ulteriori cambiamenti. Se così fosse, la contrazione lunare potrebbe essere non solo tuttora in corso, ma ben più veloce di quanto possiamo immaginare.

Arida Luna

«Mari», furono battezzate le grandi estensioni lunari prive di crateri. Poi si scoprì che si trattava di immense pianure basaltiche. Conclusione: sulla Luna non c'è né mai c'è stata una goccia d'acqua. Pochi mesi or sono, la notizia: nel passato dell'interno del nostro satellite ci fu un'epoca umida. O almeno così risultava dall'analisi di alcuni campioni di rocce lunari. Da dove arrivava l'acqua? La prima risposta che si affaccia alla mente di un planetologo è semplice: dalle comete. Una buona notizia, quindi, anche nella prospettiva (remota, per la verità) di una futura colonizzazione umana: se l'acqua lunare esiste, foss'anche solo sotto forma di ghiaccio, non bisognerà por-



Portatevi il thermos da casa, che è meglio.

tarsela dietro. Ma ecco ora, dall'edizione on line di «Science», un articolo di ripensamento: niente acqua sulla Luna. Anche se il ragionamento che ha portato a questa conclusione è piuttosto elaborato.

C'è di mezzo il cloro, presente in due isotopi principali: il cloro-35 e il cloro-37 (con due neutroni in più nel nucleo, quindi più pesante). Nelle rocce terrestri il rapporto fra i due è piuttosto uniforme e pari a 3 a 1. Ovvero il cloro-35 è 3 volte più abbondante del cloro-37. Sulla Terra primordiale il cloro strappò l'idrogeno all'acqua (abbondante perché portata dalle comete) e produsse il cloruro di idrogeno, l'HCl. Il cloro con il cloro-35 si disperdeva più facilmente nello spazio perché più leggero, ma quello con il cloro-37 veniva prodotto in quantità maggiore e quindi se ne poteva disperdere di più. I due effetti si compensavano, ed ecco spiegato il

rapporto di 3 a 1 costante sul nostro pianeta. Invece così non è sulla Luna, hanno però scoperto Zachary Sharp, dell'Università del New Mexico, e i suoi collaboratori. Nei campioni lunari, infatti, il rapporto non solo non è lo stesso, ma varia anche notevolmente fra un campione e l'altro. Com'è 'sta cosa? Secondo Sharp, il cloro lunare si legò soprattutto con i metalli, formando cloruri metallici. Di nuovo, quelli con il cloro-35 erano più propensi a disperdersi. Quelli con il cloro-37... beh, dipendeva dal metallo. Ecco perché tutte quelle variazioni regionali. Che quindi, secondo Sharp e i suoi colleghi, sono l'indizio di una carenza primordiale di idrogeno... e perciò di acqua. Ergo (alla fine di questo lungo ragionamento) la Luna è e fu molto povera del prezioso liquido. Sicché, cari futuri coloni, portatevi i thermos da casa. O no?

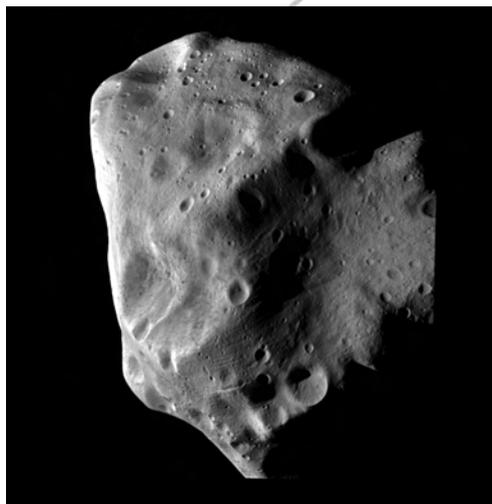
Come spesso accade, le nuove ipotesi non fanno l'unanimità. Le critiche rivolte a Sharp da alcuni autorevoli ricercatori, come Erik Hauri, della Carnegie Institution di Washington, riguardano la velocità con cui l'idrogeno sfugge dai gas magmatici nel vuoto, maggiore di quella del cloro sulla Terra. James Webster, dell'American Museum of Natural History di New York, critica invece gli assunti sulle interazioni fra il cloro e l'idrogeno nel vapore e nel magma. Francis McCubbin, della Carnegie Institution come Hauri, fa notare come siano ancora pochi i campioni lunari studiati: per saperne di più, bisognerà quindi studiarne di più.

E Sharp? Sharp risponde che bisognerà proseguire le ricerche. Stavolta però, invece di analizzare campioni lunari, intende andare in laboratorio a simulare il processo di degassamento. Staremo a vedere.

Una sbirciata a Lutetia

Certo Hermann Goldschmidt non avrebbe mai immaginato che quel puntino luminoso in cielo, scoperto dal suo balcone parigino, 158 anni più tardi sarebbe stato avvicinato e fotografato da un robot. Ma così è l'imprevedibilità del progresso scientifico. E dunque il genere umano, anzi un suo manufatto, s'è accostato poche ore fa a un altro corpo celeste: l'asteroide 21 Lutetia. Perché Lutetia? Ohibò, come l'antico nome latino di Parigi, è ovvio. E il numero 21 ci dice che fu uno dei primi a essere scoperto, in una collezione che oggi conta decine di migliaia di esemplari.

Il *flyby* velocissimo, durato un solo minuto, è merito della sonda Rosetta dell'ESA. Perché Rosetta? Ohibò, come la stele, è ovvio anche questo (in tutta questa faccenda i

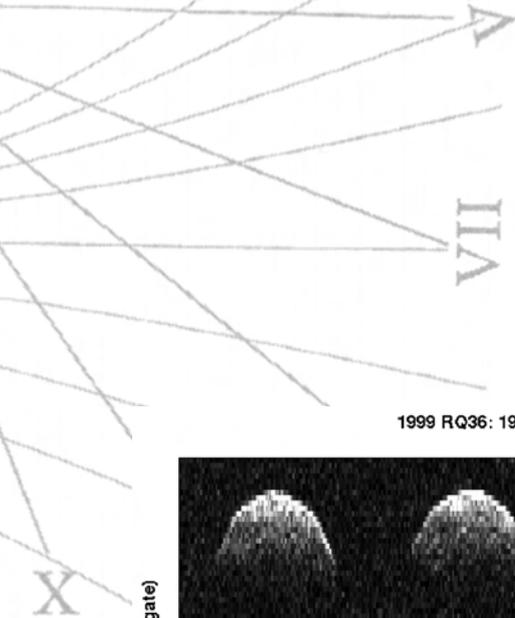


Lutetia nel momento del massimo avvicinamento. (Cortesia: ESA 2010 MPS for OSIRIS Team/MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/D ASP/IDA)

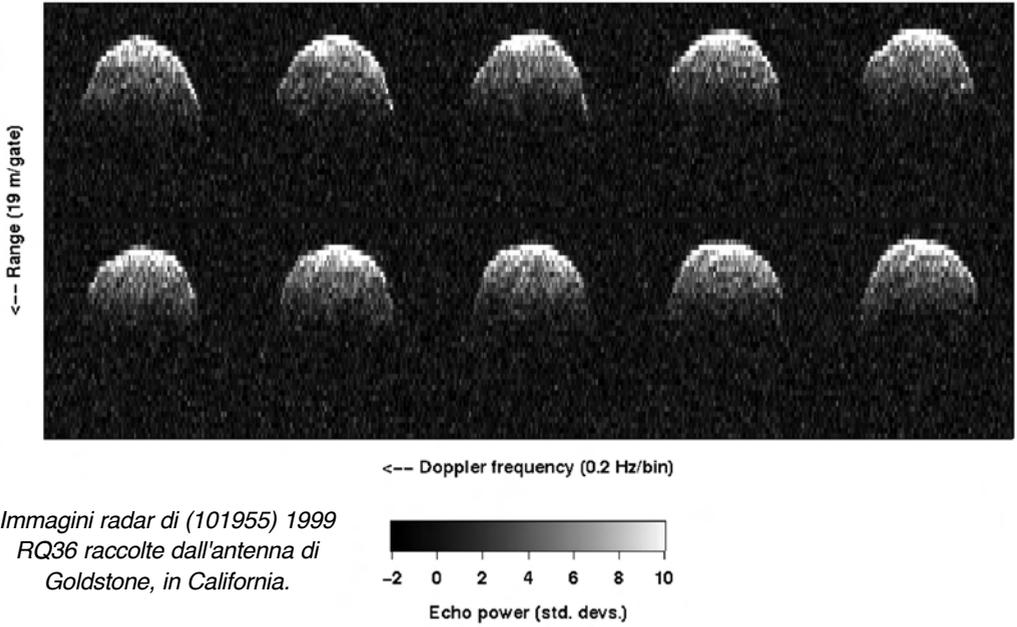
Francesi sembrano davvero apparire un po' troppo spesso...). D'altronde Rosetta non aveva proprio Lutetia come target principale. Infatti proseguirà verso la cometa Churyumov-Gerasimenko, che raggiungerà nel 2014 e sulla quale poserà perfino un lander, Philae. Ma, già che era di strada, s'è concessa una sbirciata anche a Lutetia.

Sicché ecco qua le foto scattate alla bella velocità di 15 chilometri al secondo dallo strumento OSIRIS (Optical, Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System) a bordo di Rosetta. Massimo avvicinamento: 3.162 chilometri. Massima risoluzione dei dettagli: 60 metri. Si vedono distintamente crateri e fratture.

OK, ma a parte 'ste foto c'è altro? Valeva la pena di arrivare fin lì per qualche immagine? Beh, sì. Non ci sono solo queste fotografie: tutti



1999 RQ36: 1999 Sep. 23, 1/8 us x 0.2 Hz, 13:33:30-14:30:15 UTC



Immagini radar di (101955) 1999 RQ36 raccolte dall'antenna di Goldstone, in California.

gli strumenti di Rosetta sono stati accesi per l'occasione. Anche quelli di Philae, per cercare tracce di un'eventuale atmosfera (su un asteroide?... seee, come no!) e di un campo magnetico e per determinare la composizione e la densità del suolo. D'altronde su Lutetia non si sa mica molto. Misure raccolte da terra sembravano indurre a catalogarlo fra gli asteroidi di tipo C, ricchi di carbonio, scuri e molto antichi, mentre altre rilevazioni inducevano a inserirlo fra gli asteroidi di tipo M, più rossastri, ricchi di ferro e forse nuclei di corpi più grandi. Adesso si spera che quest'oggetto patatiforme da 130 chilometri di lunghezza trovi una sua catalogazione definitiva. Non subito, però, ché ci vorrà tempo per metabolizzare tutte le informazioni. Ma noi abbiamo pazienza.

Catastrofe planetaria nel 2182?

Sarà perché è la notizia è passata in sordina. Sarà perché l'evento, se anche si verificasse, riguarderebbe comunque i nostri pronipoti. Ma l'asteroide (101955) 1999 RQ36 non ha goduto delle prime pagine dei giornali. Meglio così, va': stavolta il catastrofismo non l'ha spuntata e non ci siamo dovuti sorbire le espressioni preoccupate di parenti, amici e conoscenti, tutti a chiederci «Ma è vero?».

Diciamolo subito: c'è 1 (una, eh!) possibilità su 1.000 che l'asteroide colpisca la Terra prima del 2200. Ma attenzione: il picco di probabilità, corrispondente addirittura alla metà, coincide con l'anno 2182. Siccome 'sto sasso, scoperto dalla Lincoln Near Earth Asteroid

Research (LINEAR) nel 1999, ha un diametro di 560 metri, il danno per la biosfera terrestre sarebbe imponente. Non come quello che accoppò i dinosauri 65 milioni di anni fa, perché allora l'asteroide era da 10 chilometri, però senza dubbio un bel botto. Dobbiamo quindi perderci il sonno? Siccome la nostra incolumità individuale è la priorità massima, ovviamente no: se qualcosa è certissimo, è che nel 2182 nessuno degli attuali lettori di Meridiana sarà ancora vivo. Forse però dovremmo preoccuparci almeno un pochino per la sopravvivenza dei lettori di Meridiana nostri pronipoti e ancora nascituri? Nemmeno, per la verità.

La notizia del possibile impatto di (101955) 1999 RQ36 arriva da un articolo pubblicato da «Icarus» nel numero dell'ottobre scorso. E va' a capire perché abbia goduto di un po' di attenzione solo adesso. Sarà che in estate c'è poco da raccontare... Comunque «Icarus» è una rivista autorevole e merita di essere presa sul serio. Il gruppo di ricercatori italiani, spagnoli e statunitensi autori della ricerca ha stimato la probabilità di un impatto del pianetino fra oggi e l'anno 2200 utilizzando due diversi modelli matematici e considerando anche l'effetto Yarkovsky. Su tempi dell'ordine del secolo non bastano infatti le 290 osservazioni ottiche e le 13 radar per prevedere la traiettoria di (101955) 1999 RQ36 usando la legge di gravitazione universale, ma bisogna anche tener conto dell'emissione dei fotoni termici prodotti per il riscaldamento provocato dal Sole. Il risultato non è pulito e garantito come potrebbero produrre (in teoria, ché il caos ci mette sempre lo zampino) le leggi della dinamica, ma è probabilistico. E nel caso del nostro asteroide mostra un su e giù di probabilità per i prossimi due secoli, con un bel picco nel 2182.

Da perderci il sonno? No, come abbiamo

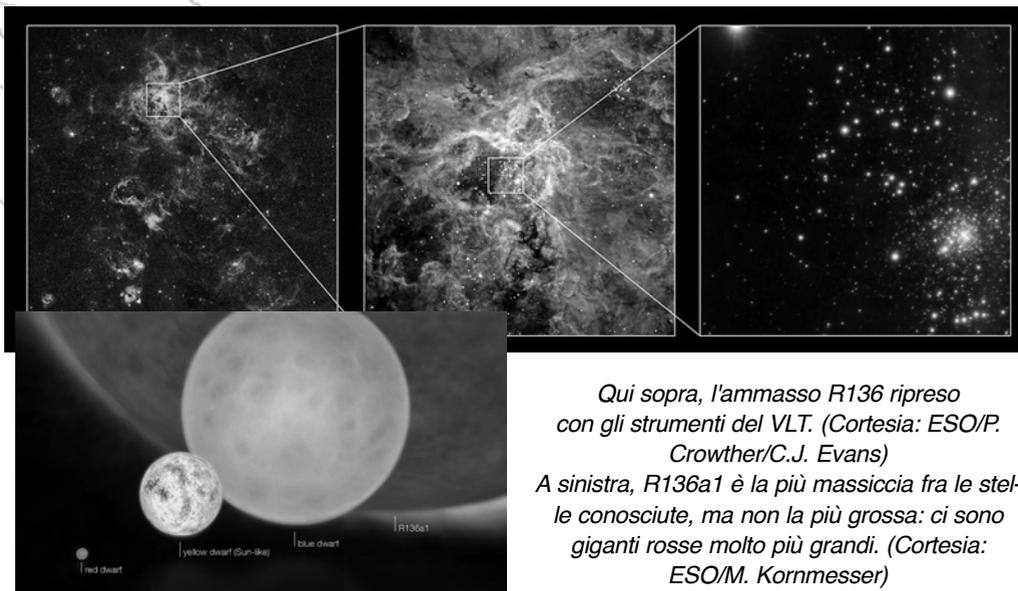
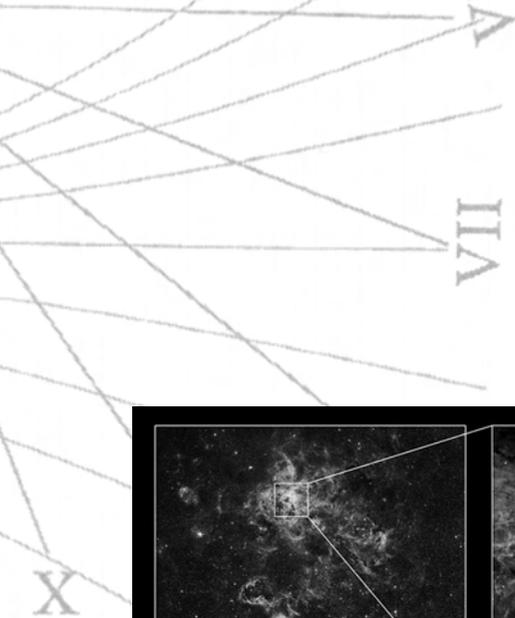
detto, perché non ci riguarda direttamente. E, se anche ci preoccupassimo per i pronipoti, stiamo comunque parlando di probabilità minuscole. Insomma, il cielo non ci cadrà sulla testa. Quasi di sicuro. Insomma, forse. Ma anche no. Chissà?

Pesi massimi

Ma il limite non era 100, al massimo 150? Questo dicono i Sacri Testi dell'astrofisica stellare: oltre le 150 masse solari una stella diventa instabile. Quindi si disgrega. E invece no: adesso se n'è scoperta una da quasi 300. Una bella sfida per gli astrofisici teorici. O una bella sfiga?

Per scovarla, insieme a sei altre ciccione, il *team* guidato da Paul Crowther, dell'Università di Sheffield, in Inghilterra, ha dovuto anzitutto dare una bella frugata dentro il database delle osservazioni dell'Hubble Space Telescope (HST), per identificare delle candidate verosimili. Poi è stato necessario approfondire con il Very Large Telescope (VLT) dell'European Southern Observatory (ESO) sul Cerro Paranal, in Cile. Risultato: sette stelle supermassicce, dell'ordine delle 150 masse solari e oltre. E forse addirittura una da 265, sebbene misure recentissime dicano che forse potrebbe trattarsi di un sistema doppio.

Come descritto nell'articolo nelle «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», tre stelle sono state trovate in NGC 3603, una regione di intensa formazione stellare a 22 mila anni-luce da noi. Più lontano, nella Nebulosa Tarantola nella Grande Nube di Magellano, a 165 mila anni-luce, ci sono le altre quattro, ospiti di R136, un ammasso di stelle giovani, massicce e caldissime. Da sole dominano l'ambiente circostante, al punto da gene-



Qui sopra, l'ammasso R136 ripreso con gli strumenti del VLT. (Cortesia: ESO/P. Crowther/C.J. Evans)
A sinistra, R136a1 è la più massiccia fra le stelle conosciute, ma non la più grossa: ci sono giganti rosse molto più grandi. (Cortesia: ESO/M. Kornmesser)

rare la metà del vento stellare e della radiazione prodotta dall'intero ammasso, che nel complesso annovera 100 mila stelle. In particolare, R136a1 potrebbe avere 265 masse solari, se fosse confermato che è un oggetto singolo (se invece è doppia cade la contraddizione con le teorie correnti). E al momento della formazione dovevano essere addirittura 320. La sua luminosità è pari a 10 milioni di volte quella del Sole e, se la Terra ruotasse intorno a un simile bestione, l'anno durerebbe tre settimane. Eventuali pianeti sarebbero immersi in un bagno di radiazione ultravioletta sufficiente per sterilizzarli. D'altronde sarebbe ben difficile pensare a forme di vita intorno a una stella che campa sì e no qualche milione di anni.

Già, perché il destino stellare è determinato soprattutto da un parametro: la massa. Paradossalmente, più una stella è massiccia e più è ingorda e consuma in fretta il proprio idro-

geno. Mentre una stellina leggera è assai più parsimoniosa. Il limite inferiore di massa è ben noto e pari a circa 8 volte la massa di Giove: qui troviamo stelle che possono tirare avanti anche per decine di miliardi di anni. Il limite superiore teorico, che credevamo di conoscere ma che ora è stato ampiamente stracciato, vede invece stelle che nel giro di pochi milioni di anni si trasformano in supernovae. O no?

In effetti, visto che ormai le previsioni teoriche sono state sconvolte, è difficile immaginare come potrebbe concludersi l'esistenza di un bestione da 300 masse solari. Nessuno sa come possa formarsi un astro tanto massiccio (magari per fusione di astri più leggeri?), né come evolva e men che meno come muoia e che cosa ne rimanga (una stella di neutroni?... un buco nero?... nulla?). Finirà col botto, comunque. E di certo, nel caso, sarebbe consigliabile non trovarsi nei paraggi.

Resto di supernova in 3D

È stata ottenuta dai dati raccolti dal Very Large Telescope (VLT) dell'ESO, in Cile, la più recente ricostruzione tridimensionale della SN 1987A, una supernova esplosa 23 anni fa nella Grande Nube di Magellano. Il risultato è stato presentato nelle scorse settimane in un articolo per «Astronomy & Astrophysics».

Prima supernova visibile a occhio nudo dopo 383 anni, prima anche ad essere associata a un intenso flusso di neutrini, la SN 1987A ha mostrato nel tempo un'espansione del materiale espulso rilevabile dagli strumenti astronomici. E ora questa ricostruzione tridimensionale evidenzia come quel materiale sia stato liberato con maggiore velocità in certe direzioni piuttosto

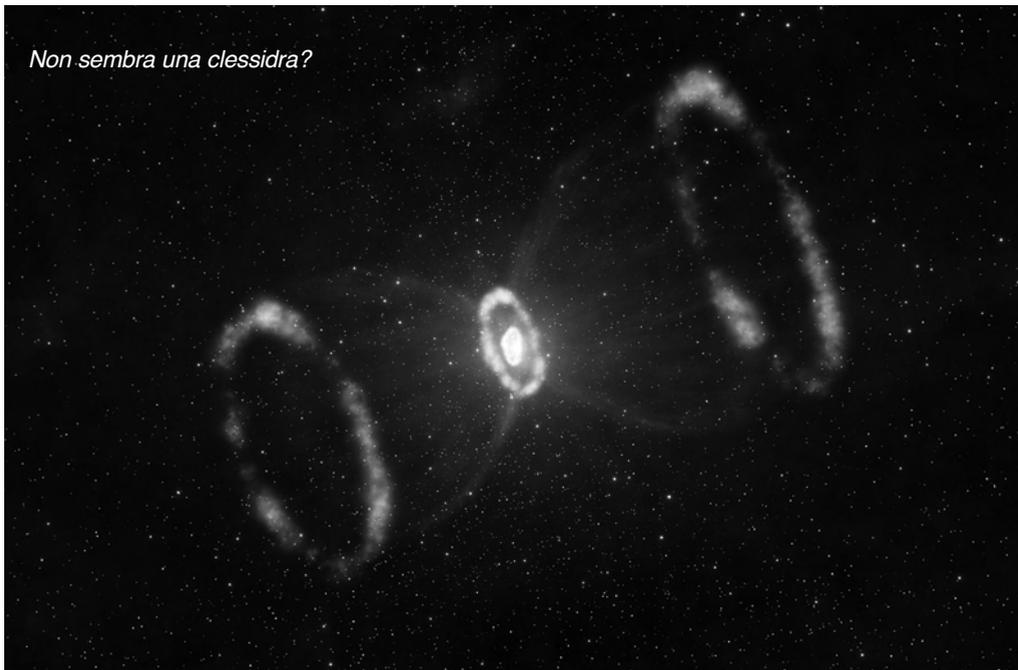
che in altre. Risultato: una forma chiaramente asimmetrica.

Questo tipo di espansione era in effetti previsto dai modelli teorici, ma questa ne è la prima conferma osservativa, resa possibile dallo Spectrograph for INtegral Field Observations in the Near Infrared (SINFONI) applicato al VLT: per ogni pixel, vengono rilevate anche la composizione e la velocità radiale del gas, dalle quali, conoscendo pure il tempo trascorso dall'esplosione, si ricava poi la struttura tridimensionale dell'insieme.

Antennae da sbalzo

Bisogna pur ammetterlo: le immagini degli oggetti del cielo profondo, per quanto

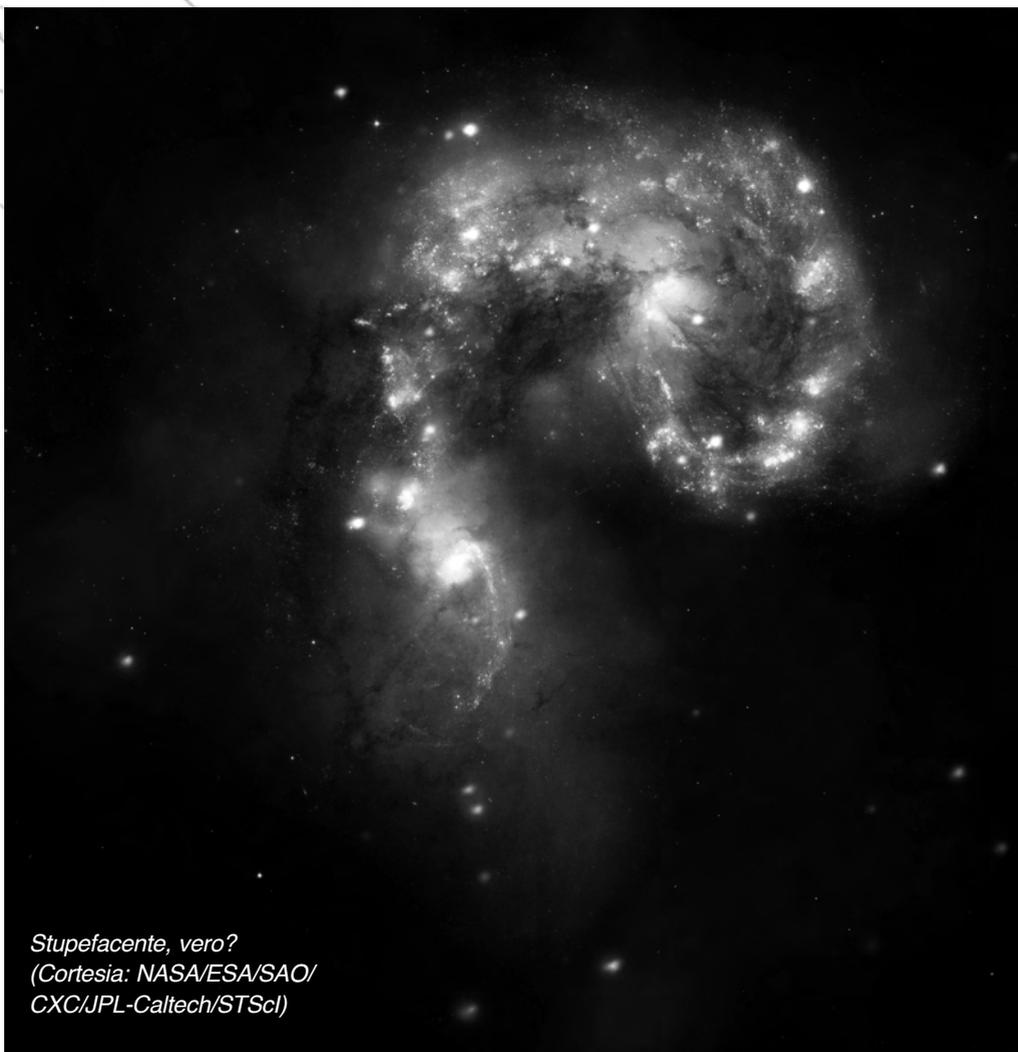
Non sembra una clessidra?





VII

X



Stupefacente, vero?
 (Cortesia: NASA/ESA/SAO/
 CXC/JPL-Caltech/STScI)

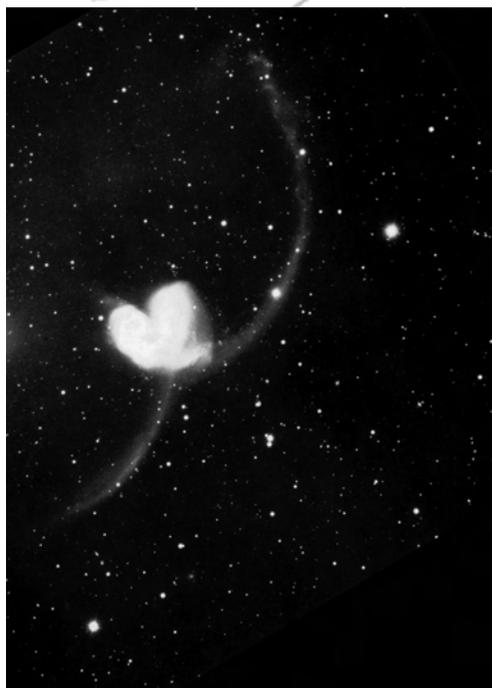
belle, dopo un po' producono assuefazione. L'ultima nebulosa planetaria, la galassia particolare... sì, vabbe', graziose... ma poi ti dici: «Ancora?». E non ti stupisci più di niente, non ti emozioni più per niente. Poi un mattino ti svegli,

grufoli fra i soliti siti di news astronomiche e davanti agli occhi ti trovi una roba che... che... insomma, uno sballo.

Sono le Antennae, scoperte da William Herschel nel 1785 e in seguito catalogate come

NGC 4038 e NGC 4039: due galassie interagenti a 45 milioni di anni-luce da noi (ma questo Herschel mica poteva saperlo). Adesso le vedi così deformate, ma devi pensare che 1,2 miliardi di anni fa erano rispettivamente una galassia a spirale e una a spirale barrata. Poi si sono avvicinate, compenstrate e infine separate strappandosi materia sotto forma di stelle e gas interstellare. Il risultato attuale è lì da vedere: un enorme ponte che unisce i due nuclei galattici, con immensi filamenti curvi visibili nelle immagini a largo campo. Ma la storia non finisce qui: le due galassie finiranno per riavvicinarsi e, nelle centinaia di milioni di anni a venire, fonderse formando (si presume) una galassia ellittica.

La spettacolare immagine appena rilasciata dalla NASA è la composizione di riprese indipendenti raccolte dal Chandra X-Ray Observatory, dall'Hubble Space Telescope e dallo Spitzer Space Telescope. Nei raggi X Chandra ha evidenziato il gas interstellare, arricchito con elementi pesanti (ossigeno, ferro, magnesio, silicio) dalle esplosioni di supernovae prodotte dalle stelle massicce a loro volta generate dalla compenetrazione delle galassie. Nei punti brillanti si trovano buchi neri e stelle di neutroni, resti di quelle esplosioni, sui quali sta precipitando materia. Hubble invece, operando nel visibile, mostra stelle antiche e tranquille insieme al gas interstellare. Infine nella componente infrarossa ripresa da Spitzer troviamo nubi di polveri, nursery di giovani stelle. Le riprese sono state effettuate ad anni di distanza l'una dalle altre: nel 1999 quella di Chandra, nel 2003 quella di Spitzer e nel 2004 e nel 2005



Sembrano quasi le antenne di un insetto. Da cui il nome, appunto. (Cortesia: NASA)

quelle di Hubble. Com'è ovvio, nel frattempo non è cambiato praticamente niente.

Quest'immagine è disponibile anche in altissima risoluzione. Perciò, se vuoi, te la stampi e ne ricavi un poster da appendere nella tua cameretta. Poi però ti viene voglia di buttare via il telescopio, ché una roba del genere a occhio non la vedrai mai, nemmeno ficcando l'occhio nell'oculare del Palomar. Ma ha senso?



Officina Ottico-Meccanica Insubrica



Osservatori astronomici chiavi in mano

Sistemi integrati e automatizzati
Telescopi su montature equatoriali
a forcella e alla tedesca
Gestione remota dei movimenti
e dell'acquisizione delle immagini CCD

O.O.M.I. Via alle Fornaci 12a - CH-6828 Balerna
Tel.: 091.683.15.23 - Fax. 091.683.15.24
email: oomi2007@hotmail.com

Flare solari

Mario Gatti

Abstract

I flare solari, fenomeni nei quali si sviluppano energie di dimensioni spaventose, sono interpretabili attraverso la cosiddetta teoria della riconnessione magnetica tra regioni attive contigue presenti nella corona e nella cromosfera del Sole. Per i flare esiste un'apposita classificazione, diversificata tra l'osservazione dei fenomeni in luce visibile o nella banda dei raggi X duri tra 0,5 Å e 8 Å. La loro esistenza, non certo scollegata da tutte le altre manifestazioni di attività della stella, come le macchie, le protuberanze, i buchi coronali e le CME (emissioni coronali di massa), è dovuta essenzialmente alle proprietà del campo magnetico del Sole e può influenzare il nostro pianeta soprattutto per il possibile incremento dell'intensità del vento solare, del flusso di particelle ad alta energia e dei raggi X. Questo, che può condurre in casi estremi (ma non così improbabili, specialmente durante una fase di massimo dell'attività solare) alle cosiddette «tempeste solari», potrebbe arrecare, in tempi molto brevi dopo l'evento (dell'ordine di pochi giorni), seri danni ai sistemi di comunicazione e di trasmissione dati e, in tempi più lunghi, influenzare anche significativamente l'andamento climatico terrestre. La possibilità di prevedere in anticipo questi fenomeni diventa quindi di capitale importanza per l'umanità, che si basa sempre più su quella tecnologia che potrebbe essere molto vulnerabile in caso di «attacchi dal Sole». Dopo una dettagliata illustrazione dei flare e un possibile modello per la loro interpretazione, viene presentato un metodo statistico di previsione per i flare di intensità maggiore (quindi quelli potenzialmente più «pericolosi») basato sulle osservazioni compiute tra il 1988 e il 1996, durante il ciclo solare n. 22, e sull'ipotesi che gli accadimenti di questi eventi possano essere descritti correttamente da una distribuzione di Poisson, descritta nel testo.

Flare

I flare solari sono fenomeni transitori che avvengono nelle parti esterne dell'atmosfera del Sole e possono avere una durata variabile da alcuni minuti a diverse ore. L'energia emessa da un flare può raggiungere anche i 10^{25} J ed è quindi paragonabile a quella dell'esplosione di migliaia di ordigni nucleari terrestri. Il primo a osservare questi spettacolari fenomeni esplosivi fu nel 1859 l'astronomo R.C. Carrington, che notò un improvviso aumento di luminosità sulla fotosfera in corrispondenza di un gruppo di macchie solari. Anche se la loro scoperta avvenne quindi, storicamente, in luce visibile, la radiazione emessa durante un flare

interessa praticamente tutte le regioni dello spettro, anche se in modo differenziato a seconda delle frequenze, come vedremo in seguito. In conseguenza di questo, l'indagine degli astronomi che vanno alla caccia di flare si estende su tutta la gamma delle lunghezze d'onda, anche se la tecnica più impiegata da osservatori al suolo è quella della ricognizione del Sole nella riga spettrale H-alfa dell'idrogeno a 6563 Å, condotta con opportuni filtri a banda passante sufficientemente ridotta (da 0,25 Å a 0,5 Å). Dalle stazioni spaziali, come ad esempio TRACE (Transitional Region and Coronal Explorer), è possibile però ottenere immagini decisamente più dettagliate e affascinanti, specialmente nella banda X dello spet-

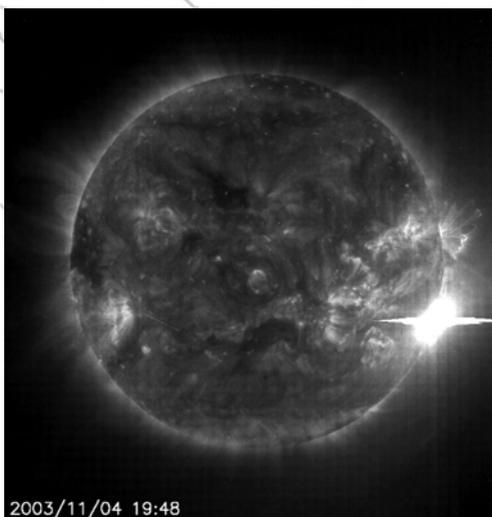
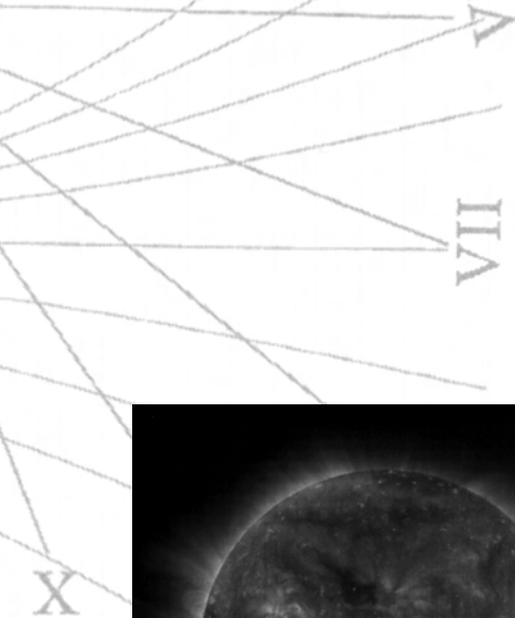


Figura 1 - Notevole flare fotografato dal telescopio EIT (Extreme Ultraviolet Imager Telescope) nell'estremo ultravioletto a 195 Å durante la fase discendente del ciclo solare n. 23, circa due anni dopo il massimo. Notare la grande brillantezza del flare rispetto anche ad altre regioni attive. (Cortesia: SOHO/EIT)

tro, dove i flare si manifestano solitamente nel modo più evidente e spettacolare. Anche le immagini SOHO/EIT, soprattutto quelle a 195 Å, forniscono ottimi dettagli visivi dei flare, come illustrato nella Figura 1.

Nel seguito verranno illustrate le diverse caratteristiche di questi fenomeni a seconda della lunghezza d'onda in cui si osservano. Per ora ci basti dire che, per essere considerato tale, un flare deve superare due soglie caratteristiche: di estensione e di luminosità. Rimanendo nel campo dell'osservazione in H-alfa, un flare deve interessare una superficie superiore a 10^3 mesv (1 mesv, milionesimo di emisfero solare visibile, è un'unità di superficie

comunemente usata in fisica solare ed equivalente a $3,047 \times 10^6$ km²) e avere una luminosità superiore al 150 per cento del fondo di luminosità medio della cromosfera in condizioni di «Sole quieto», cioè lontano dalla presenza di eventuali regioni attive. Al di sotto anche di una sola di queste due soglie non è comunemente corretto associare un semplice aumento di luminosità in cromosfera a un vero e proprio flare.

In lingua italiana il termine flare è spesso tradotto con «brillamento», anche se con questo termine, più correttamente, si intende solo una delle manifestazioni di un flare, cioè l'aumento di luminosità nella regione visibile dello spettro. Dal punto di vista morfologico, spesso i flare si presentano con una sorta di linea opaca che li divide in due zone più o meno somiglianti: si parla in questi casi di «flare a due nastri» (*two-ribbons flare*). Altre volte assumono la forma di una Y (diritta o rovesciata), presentano anche più punti particolarmente brillanti e possono essere associati ad archi coronali (*loop*), grandi protuberanze ed emissioni coronali di massa (CME, Coronal Mass Ejection). Sono prevalentemente generati in corrispondenza di regioni attive e la loro origine può essere spiegata interpretando correttamente certe proprietà del campo magnetico del Sole, come si vedrà in seguito. Infine fra le altre caratteristiche vale la pena di ricordare la presenza dei cosiddetti flare omologhi e di quelli detti simpatetici. I primi hanno caratteristiche simili tra loro e si ripetono nella stessa regione attiva a intervalli temporali che vanno da qualche ora a un giorno (a volte si presentano successioni di cinque o più flare, quasi tutti uguali come se si trattasse dello stesso evento che si presenta a più riprese). I flare simpatetici sono invece coppie di flare che si

presentano in regioni attive diverse, non casualmente ma per un'effettiva connessione fisica tra loro, come se un evento potesse scatenarne un altro simile in una zona della stella anche parecchio distante dalla prima una buona frazione di «raggio solare».

La Figura 2 mostra chiaramente come un flare si manifesti in maniera molto più appariscente man mano che si procede verso la parte ultravioletta estrema (e meglio ancora verso i raggi X) dello spettro.

Un modello per l'origine dei flare

Un flare è un evento nel quale avviene la dissipazione di una quantità enorme di energia

in tempi anche molto brevi. Il fatto che si presentino quasi sempre in corrispondenza di regioni attive, dove l'intensità locale del campo magnetico del Sole è molto elevata (dell'ordine di 10^2 G, al quale può essere associata un'energia magnetica dell'ordine di 4×10^{25} J, quindi tipica di un flare) porta naturalmente a cercare nelle proprietà del campo coronale una possibile spiegazione per l'esistenza di eventi tanto drammatici dal punto di vista energetico. Molti modelli sono stati proposti in tal senso e il più conosciuto di questi, dovuto a J. Heyvaerts ed E. Priest, si basa sul fenomeno detto della riconnessione magnetica. Secondo questo modello, la comparsa di una nuova regione attiva in prossimità di un'altra già esi-

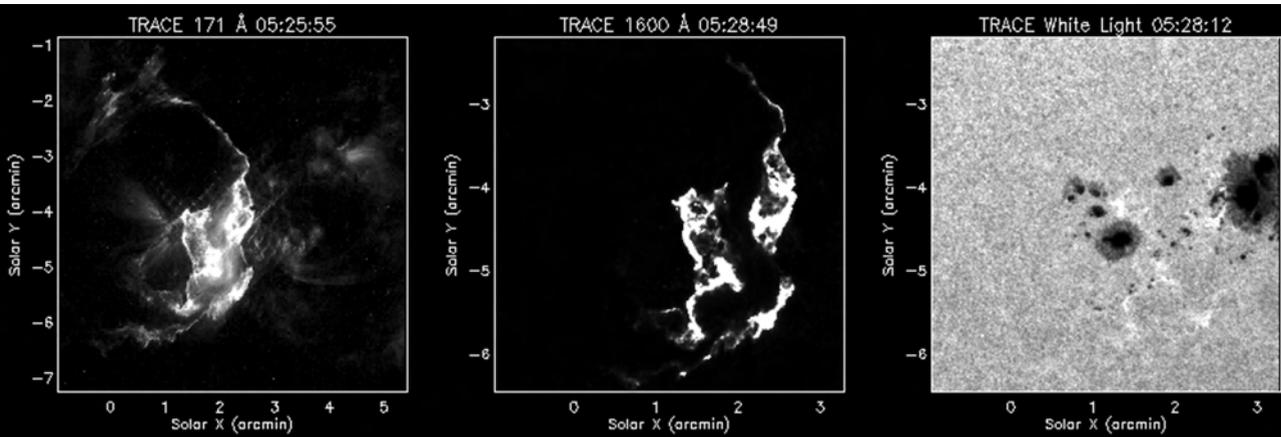


Figura 2 - Un bellissimo flare a due nastri ripreso dalla sonda TRACE nell'ultravioletto estremo a 171 Å (immagine a sinistra), nell'ultravioletto a 1600 Å (immagine al centro) e nel continuo (immagine a destra). Notare come i dettagli visivi del flare si perdano procedendo verso la porzione visibile dello spettro. È evidente anche il gruppo di macchie solari in fotosfera in sua corrispondenza. L'evento è stato registrato il 10 aprile del 2001, ha avuto inizio alle 04h48 TU e ha avuto il picco di emissione nella banda X tra 1 Å e 8 Å alle 05h26 TU. (Cortesia: TRACE Flares Catalog)

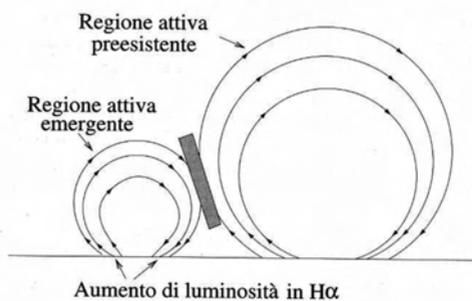


Figura 3 - Modello basato sul fenomeno della riconnessione magnetica che interpreta l'aumento di luminosità in H-alfa associato a un flare. (Cortesia: Fisica Solare, E. Landi Degl'Innocenti, Springer-Verlag Italia, Milano 2008, pag. 210)

stente mette per così dire «a contatto» campi magnetici di polarità opposta. Nella Figura 3, che illustra il modello in questione, la regione tratteggiata rappresenta il fenomeno di riconnessione magnetica, nel quale si verificano produzione di energia e fasci di particelle accelerate: queste ultime, che si muovono seguendo le linee del campo, «rientrano» verso la cromosfera dando luogo a un aumento di luminosità che si manifesta come un flare a due nastri nella riga H-alfa. Ai flare sono strettamente associati anche i cosiddetti *radio burst*, emissioni di tipo non termico nelle onde radio da parte del Sole, di durata compresa tra qualche secondo e alcuni giorni.

Curve di luce

Anche se il termine «curva di luce» è comunemente impiegato nel campo dello studio delle stelle variabili, qui viene inteso come illustrazione dell'intensità della radiazione

emessa in diverse regioni dello spettro durante un flare. Si veda in proposito la figura 4.

Un flare inizia con una fase, detta precursore, durante la quale l'emissione da parte del plasma coronale avviene solo nella parte dei raggi X molli e dell'ultravioletto lontano, mentre nelle altre porzioni dello spettro l'emissione non risalta sul background del Sole quieto. In tutto lo spettro segue invece la fase impulsiva, della durata tipica di qualche minuto, che presenta una forma «a picco» nei raggi X duri, nell'UV estremo e nelle microonde e un aspetto più «morbido» (*flat*) nei raggi X molli e nel visibile in H-alfa. Segue infine la cosiddetta fase estesa, assente nei raggi X duri, quasi assente o di breve durata nelle microonde, più lentamente degradante nelle altre regioni. La durata media del precursore (quando si presenta) è dell'ordine di 5-10 minuti, quella della

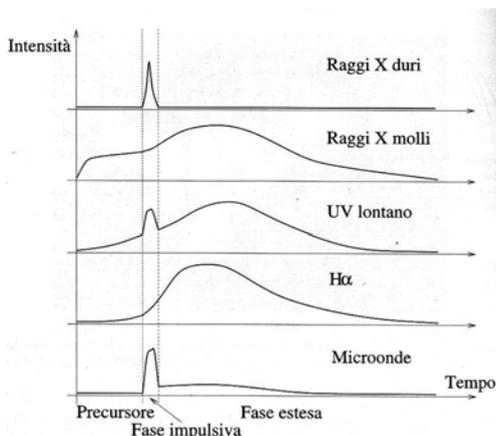


Figura 4 - Andamento con il tempo dell'intensità della radiazione emessa in un flare. Le intensità sono in scala arbitraria. (Cortesia: Fisica Solare, E. Landi Degl'Innocenti, Springer-Verlag Italia, Milano 2008, pag. 208)

fase impulsiva di 1-3 minuti, mentre la fase estesa (quando presente) è dell'ordine di un'ora. Come si vede dalla figura 4, è nei raggi X duri che un flare si presenta nel modo più violento e rapido, mentre in H-alfa e nei raggi X molli presenta un andamento più regolare (per modo di dire) nel tempo, se qualcosa di «regolare» può essere visto in fenomeni di questa portata energetica. Un aspetto importante è la distribuzione in energia dei flare osservati: indicando con $N(E)\Delta E$ il numero di flare con energia compresa tra E ed $E+\Delta E$, si dimostra che la funzione $N(E)$ segue una legge esponenziale piuttosto semplice:

$$N(E) = KE^{-\alpha}$$

dove K è una costante e α vale circa 1,6. Quindi si passa di fatto attraverso una distribuzione continua di energie, dai fenomeni più energetici a quelli via via più deboli, detti anche sub-flare, micro-flare e nano-flare. Secondo un modello, detto di Parker, sarebbero proprio questi ultimi, che non sono praticamente osservabili, ad accadere in gran numero e contribuire così al riscaldamento coronale, uno dei problemi ancora aperti e dibattuti della fisica del Sole.

Classificazione dei flare

Esistono modi diversi per classificare i flare. In uno di questi (il primo dal punto di vista storico) si utilizza quantitativamente l'area della porzione di superficie solare interessata da un flare osservato in H-alfa, quindi si costruisce una sorta di «scala di importanza», come illustrato nella Tabella 1.

La superficie S è misurata in gradi quadrati (1 grado equivale a circa 12 mila chilome-

Importanza	Superficie (gradi ²)
0	$S < 2,0$
1	$2,1 \leq S \leq 5,1$
2	$5,2 \leq S \leq 12,4$
3	$12,5 \leq S \leq 24,7$
4	$S \geq 24,8$

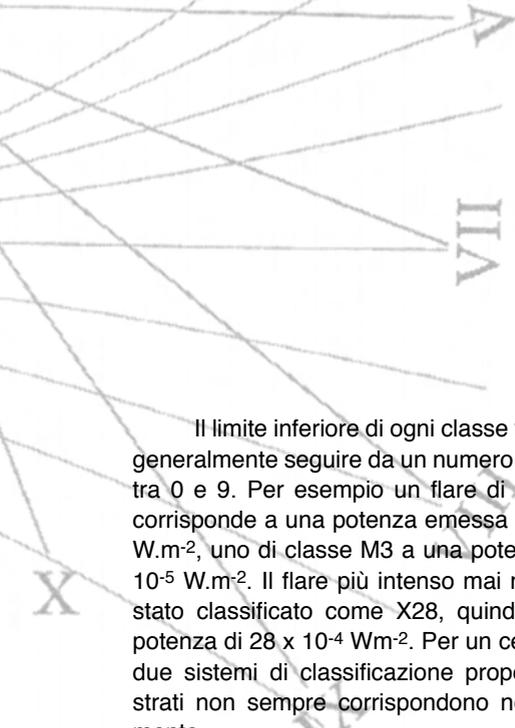
Tabella 1 - Classificazione dei flare per osservazioni ottiche al suolo in H-alfa.

tri) e l'importanza spesso è seguita da una lettera: F per debole (faint), N per normale (normal) e B per brillante (brilliant). Pertanto secondo questo schema i flare possono essere classificati come 1F, 3B, 2N eccetera. Una classificazione più recente (e molto più comunemente utilizzata in fisica solare) si basa sul flusso massimo misurato fuori dall'atmosfera terrestre durante la fase impulsiva di un flare, in una «finestra» nella regione dei raggi X duri, compresa tra 1 Å e 8 Å.

In relazione al flusso misurato vengono attribuite al flare delle lettere (A, B, C, M, X), dette classi, seguite da un numero, come riportato nella tabella 2.

Classe	Potenza nei raggi X (Wm^{-2})
A	$P < 10^{-7}$
B	$10^{-7} \leq P \leq 10^{-6}$
C	$10^{-6} \leq P \leq 10^{-5}$
M	$10^{-5} \leq P \leq 10^{-4}$
X	$P > 10^{-4}$

Tabella 2 - Classificazione dei flare per osservazioni nei raggi X al di fuori dell'atmosfera.



Il limite inferiore di ogni classe viene fatto generalmente seguire da un numero compreso tra 0 e 9. Per esempio un flare di classe C2 corrisponde a una potenza emessa di 2×10^{-6} W.m⁻², uno di classe M3 a una potenza di 3×10^{-5} W.m⁻². Il flare più intenso mai misurato è stato classificato come X28, quindi con una potenza di 28×10^{-4} Wm⁻². Per un certo flare, i due sistemi di classificazione proposti e illustrati non sempre corrispondono necessariamente.

Importanza della previsione dei flare

Da quanto detto fin qui, dovrebbe apparire chiaro come la presenza e l'intensità dei flare sia strettamente connessa con le regioni attive e tutti gli altri fenomeni legati all'attività solare, quindi in ultima analisi con l'andamento dei cicli solari. È noto che durante il periodo del massimo di attività di un certo ciclo possono presentarsi situazioni in cui l'attività della stella raggiunge livelli notevoli, dando origine sulla Terra a quelle che vengono chiamate «tempeste solari». Se da un lato queste possono dare vita a fenomeni splendidi e spettacolari come le aurore polari, dall'altro rappresentano certamente una potenziale sorgente di rischio per tutto quello che sul nostro pianeta si basa sulle onde radio (le trasmissioni satellitari, per esempio) o comunque sull'energia elettrica in genere. Forti tempeste solari sono certamente avvenute in passato e, anche se ora stiamo vivendo una situazione particolare di lento aumento dell'attività solare dopo un minimo prolungato, di fatto con un ritardo di più di tre anni rispetto all'andamento previsto, altre dobbiamo aspettarcele prima o poi nel futuro. Ma rispetto al passato qualcosa è cambiato: l'umanità (o perlomeno una frazione consistente di

essa) dipende ora in maniera sempre maggiore proprio da quella tecnologia che può essere messa a rischio in caso di arrivo di forti perturbazioni elettromagnetiche dal Sole. È rimasta famosa la cosiddetta «tempesta di Halloween», che negli ultimi giorni di ottobre del 2003 provocò un impressionante blackout elettrico e nelle comunicazioni in buona parte del continente nordamericano, segnatamente nel Canada nordorientale e sulla costa atlantica degli Stati Uniti. Scenari del genere potrebbero ripetersi in modo anche più violento (il ciclo scorso, il n. 23, durante il quale si produsse la tempesta di Halloween, non è stato certo tra i più intensi che si conoscano). Senza voler fare (come qualcuno fa, approfittando del sensazionalismo che sempre si ottiene quando si tirano in ballo eventi catastrofici) predizioni di scenari apocalittici per i prossimi anni (e segnatamente per l'ormai famigerato 2012), è però fuori discussione che una forte tempesta solare potrebbe presentare davvero un serio problema per molti di noi e addirittura per l'economia mondiale (basti pensare a un ipotetico blocco delle comunicazioni satellitari nel mondo industrializzato, dove tutto o quasi ormai è connesso a livello globale e necessita spesso di informazioni in tempo reale). Poter prevedere in qualche modo accadimenti del genere potrebbe quindi (come nel caso delle previsioni degli eventi atmosferici o tellurici particolarmente violenti) essere utile, quanto meno per prepararsi in qualche modo ad affrontarli. Il Sole è quindi un sorvegliato speciale: viene continuamente spiato da tanti occhi, dalla Terra e dallo spazio, anche per cercare di capire in anticipo quando e con quale intensità potrebbe decidere di scagliare verso di noi quelle che per lui sono piccole gocce di un mare di energia emessa, ma che per noi

La distribuzione di Poisson

Facendo riferimento a un certo intervallo particolare di tempo sempre uguale (ad esempio un'ora, un giorno o un anno), in questo possono accadere eventi in modo casuale il cui numero può variare da 0 a un certo numero n , che non si può determinare a priori. Per esempio il numero di temporali che possono scatenarsi dall'inizio di giugno alla fine di ottobre tutti gli anni in un certo luogo della Terra. La distribuzione statistica di eventi del genere è stata studiata dal matematico francese Siméon Denis Poisson, che elaborò una formula che porta ancora oggi il suo nome. Prima di entrare nei dettagli di questa famosa formula, vediamo quali caratteristiche deve avere un certo evento per essere correttamente interpretato secondo la cosiddetta distribuzione (o statistica) di Poisson:

- 1) il numero di eventi che possono verificarsi in un certo intervallo di tempo o di spazio prefissati è una variabile casuale indipendente, cioè non è influenzata dagli eventi precedenti e non influenza quelli successivi,
- 2) ogni evento avviene raramente, per cui in intervalli di tempo debitamente piccoli il numero di eventi non supera l'unità, e
- 3) la probabilità che si verifichino simultaneamente un certo numero di eventi è costante nel tempo, cioè, per distinti intervalli di tempo, la probabilità di n eventi simultanei è costante.

Una volta fissate queste condizioni, dal punto di vista matematico una variabile

casuale si distribuisce in modo poissoniano (ossia segue la statistica di Poisson) se la probabilità che si verifichino un numero m di eventi è data da:

$$P_m = (a^m / m!) e^{-a}$$

dove e è la base dei logaritmi naturali e la grandezza a , detta parametro della legge di Poisson, rappresenta la frequenza media di accadimento dell'evento osservato. Quindi la probabilità di ottenere con successo due eventi è data da $e^{-a}a^2/2!$, quella di ottenerne tre è $e^{-a}a^3/3!$, eccetera.

Un esempio: supponiamo che al centralino dei Vigili del Fuoco di una città arrivino in media 3,5 richieste ogni ora di interventi urgenti per incendi o allagamenti di cantine. Ci interessa calcolare la probabilità che in una stessa ora arrivino 3, 4 oppure 5 chiamate urgenti. Il fenomeno può essere descritto utilizzando la formula di Poisson, con $a = 3,5$. Applicando la formula di Poisson otteniamo:

$P_3 = (3,5^3 / 3!) \times e^{-3,5} = 0,21579$ cioè il 21,6 per cento circa di probabilità che arrivino 3 chiamate all'ora.

$P_4 = (3,5^4 / 4!) \times e^{-3,5} = 0,1888$ cioè il 18,9 per cento circa di probabilità che arrivino 4 chiamate all'ora.

$P_5 = (3,5^5 / 5!) \times e^{-3,5} = 0,13217$ cioè il 13,2 per cento circa di probabilità che arrivino 5 chiamate all'ora.



potrebbero essere delle vere e proprie alluvioni. Un modello che aiuti a prevedere, tra le altre cose, la probabilità che si presentino dei flare, e in particolar modo quelli più energetici, sarebbe quindi di grande aiuto in questo senso, visto che questi eventi sono strettamente collegati a tutta l'attività della stella nel suo insieme. Di questi modelli ne esistono diversi. Qui ne studieremo uno in particolare.

Il modello previsionale del NOAA Space Environment Center

Esiste un modello piuttosto semplice di previsione per i flare di una certa classe (limitatamente alle classi C, M e X, perché quelle A e B sono relative a flare di bassa potenza emessa nei raggi X), elaborato dallo Space Environment Center (Centro per l'ambiente spaziale) del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), l'ente che in collaborazione con l'aviazione militare degli Stati Uniti (USAF) produce giornalmente il bollettino delle regioni attive eventualmente presenti sul Sole.

Il metodo si basa sulle osservazioni compiute durante il ciclo solare n. 22, dal novembre del 1988 al giugno del 1996, e utilizza la percentuale di probabilità basata sul numero di flare prodotti in quel periodo nelle regioni attive descritte usando la classificazione cosiddetta di McIntosh (McIntosh, P., 1990, «Solar Physics», 125, 251). La classificazione McIntosh è basata su tre lettere (la prima maiuscola e le altre due minuscole): la prima corrisponde a quella della classificazione detta di Zurigo (o di Waldmeier), escluse la G e la J, la seconda e la terza descrivono la presenza o meno e il tipo di penombra che eventualmente circonda le macchie di un gruppo associato

alla regione attiva. Ad esempio un gruppo di macchie classificato come Eai secondo McIntosh corrisponde a un gruppo di tipo E secondo la classificazione di Zurigo (cioè con macchie in penombra a entrambe le estremità che si estende tra 10 e 15 gradi di longitudine eliografica), con una penombra piccola, asimmetrica e irregolare sulle macchie maggiori e al suo interno diverse macchie separate tra loro. Inoltre l'estensione lungo l'asse Nord-Sud attraverso la penombra è minore o uguale a 2,5 gradi eliografici e sono presenti numerose macchie tra la macchia principale precedente e quella principale seguente, ma nessuna di loro presenta una penombra osservabile. Come si vede si tratta di un sistema di classificazione complesso ma molto dettagliato ed esauriente.

Veniamo ora al metodo previsionale che ci interessa: l'ipotesi principale su cui questo si basa è che il numero di flare di una certa classe, associati a una regione attiva di un certo tipo secondo McIntosh e che accadono in un certo tempo prefissato (in questo caso dal novembre 1988 al giugno 1996), segua una distribuzione di Poisson.

Sapendo quindi, ad esempio, che tra il novembre del 1988 e il giugno del 1996 sono state conteggiate 302 regioni attive classificate come Eai, e di queste 62 hanno prodotto flare di classe M, il numero medio di flare di classe M per giorno nel periodo di tempo considerato è dato da 62/302, ossia circa 0,21. Applicando la formula della distribuzione di Poisson, il metodo stima quindi la probabilità che nelle 24 ore successive a un certo giorno avvengano uno o più eventi di flare di classe M nel seguente modo:

$$P_{m \geq 1} = 1 - e^{-(\text{valore medio per giorno})}$$

Nel nostro caso avremo $P_{m \geq 1} = 1 - e^{-(0,21)} \approx 0,19$, ossia il 19 per cento di probabilità circa che una regione attiva di classificazione Eai produca uno o più flare di classe M nelle 24 ore successive. Ovviamente il metodo viene applicato per tutti i tipi di regioni attive presenti in un certo giorno sul Sole e per tutte le classi C, M e X di flare. Ecco quindi che si ottiene, per le 24 ore successive, una percentuale stimata di possibili «arrivi» di flare per ciascuna delle regioni attive osservabili. Si tratta di un metodo statistico basato sulle osservazioni di un solo ciclo solare, quindi non si può pretendere una totale affidabilità, ma spesso si mostra sorprendentemente efficace nelle previsioni, in special modo per i flare di tipo C che hanno una probabilità maggiore di verificarsi rispetto agli M, decisamente più rari, e agli X, che di solito sono cinque o sei nell'arco di un ciclo. Tutti i dettagli del metodo qui illustrato si possono trovare su Wheatland, M. S., 2001, «Solar Physics», 203, 87 e Moon et al., 2001, «Journal of Geophysical Research-Space Physics», 106(A12) 29951.

Conclusioni

L'enorme quantità di energia rilasciata dai flare, aggiunta a tutta quella proveniente dal Sole segnatamente durante le fasi di massimo dei cicli solari, potrebbe influenzare nega-

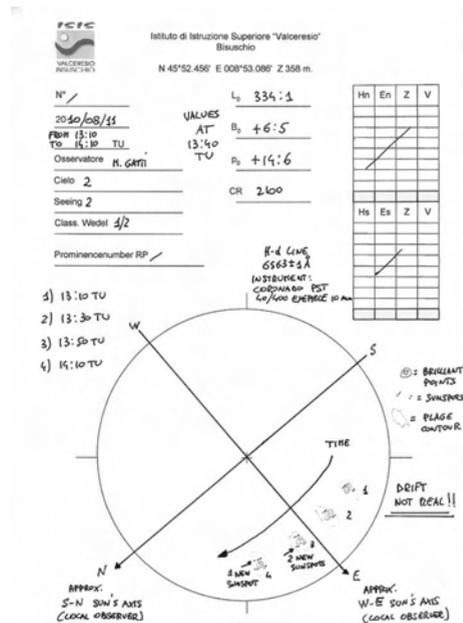
tivamente anche in modo significativo i sistemi di comunicazione terrestri e, di riflesso, creare problemi non indifferenti anche di natura economica. È possibile, applicando il modello illustrato nel testo, dare una stima previsionale sufficientemente attendibile degli accadimenti del flare più «energetici», cioè quelli di classe C, M e X. L'andamento del flusso nei raggi X in due bande, tra 0,5 Å e 4 Å e tra 1 Å e 8 Å, è monitorato continuamente attraverso rilevamenti satellitari (per esempio tramite il satellite GOES). Tutte le misure relative ai flare rilevati, oltre alle loro fotografie e riprese eseguite dallo spazio (per esempio da TRACE) sono opportunamente catalogati in modo da poter disporre in futuro di dati sempre più precisi e abbondanti, che potrebbero essere usati per elaborare modelli previsionali ancora più attendibili. In Rete esistono decine di siti specializzati in questo campo. Ne segnaliamo qui solo due, che sono forse i più conosciuti: quello dello Space Weather Prediction Center del NOAA (<http://www.swpc.noaa.gov/>) e quello del TRACE flare Catalog (http://hea-www.harvard.edu/trace/flare_catalog/index.html). Sul primo sono disponibili, tra l'altro, pagine con l'andamento del flusso X nelle due bande indicate aggiornate una ogni 5 minuti e relative agli ultimi 3 giorni, l'altra aggiornata ogni minuto e relativa alle ultime 6 ore.

Piccoli Carrington crescono

Mercoledì 11 agosto 2010 - Oggi pomeriggio stavo armeggiando con il mio Coronado per provare alcuni oculari. A un tratto dal gruppo di macchie comparso e già numerato come NOAA 11098 è emersa una cosa strana. Ovviamente in H-alfa si vedevano solo le macchie più grosse, che sembravano comunque più numerose di quelle viste stamattina (a meno che qualche filamentino nelle vicinanze mi abbia confuso la vista), ma quello che spiccava era l'aumento, quasi a vista d'occhio, della luminosità del centro della facola che circondava il gruppo.

Inizialmente si notavano due strisce luminose, più o meno separate in puntini luminosi, a forma di parentesi accostate, tipo)(per intenderci. Dopo 10 minuti le linee si sono spezzate e incrociate in puntini a forma di X, in una figura sempre più brillante, al punto che dopo circa mezz'ora dall'inizio dell'osservazione la luminosità quasi sovrastava le macchie. Altri 10 minuti e, praticamente con la stessa luminosità di prima, i puntini luminosi si erano ridotti a 3, a forma di V inclinata. Tuttavia la cosa sorprendente è stata che si vedevano due macchie nuove, che prima sicuramente non c'erano. Un'altra decina di minuti ancora e, mentre la brillantezza dei puntolini andava sensibilmente diminuendo, ecco apparire un'altra macchia nuova. La mia osservazione è durata un'ora, dalle 13h10 UT alle 14h10 UT.

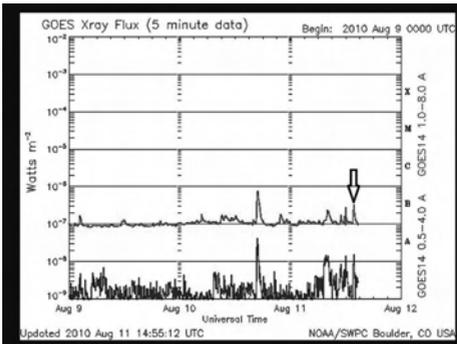
Ovviamente non ho nemmeno provato a fotografare la cosa. Con il Coronado è quasi impossibile fare foto decenti: al fuoco



Un disegno schizzato al volo con la sequenza delle osservazioni.

diretto non si vede niente, in proiezione dell'oculare la messa a fuoco è roba da suicidio e in più si può usare al massimo un oculare da 17 mm, altrimenti non va a fuoco. Nelle foto che riescono meglio già si fa fatica a distinguere le protuberanze, figuriamoci macchie e brillamenti minuscoli...

Comunque non volevo credere di aver assistito «in diretta» a un brillamento (e in questo caso il termine è corretto, visto che usavo l'H-alfa), quindi sono andato a vedere i grafici della National Oceanic and

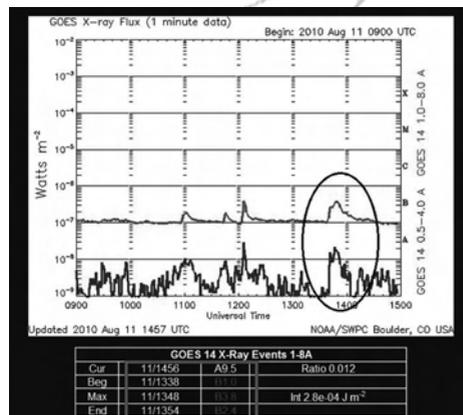


Un grafico della NOAA in cui è evidenziato il momento del picco nella banda X (time step di 3 ore). (Cortesia: NOAA)

Atmospheric Administration (NOAA) nella banda X tra 1 e 8 A. Ed effettivamente, nell'intervallo temporale in cui osservavo, si è verificato un flare di classe B, il cui picco, valutato in B3,8, è stato registrato alle 13h48 UT: 2 minuti prima dell'osservazione nella quale ho notato la nascita delle nuove macchie. Ho osservato ancora alle 14h45 UT e del brillamento non c'era più traccia, ma le nuove macchie erano ancora osservabili.

Penso di aver assistito davvero, con grande fortuna, a un piccolo evento energetico. È stato davvero emozionante. Mi sono sentito... un piccolo Carrington, ecco.

Mario Gatti



Un secondo grafico della NOAA in cui si vede chiaramente l'aumento di intensità nell'emissione X e nel background da 0,5 a 4 A (time step di 10 minuti). In più vengono riportati gli orari di inizio, picco e fine del flare. (Cortesia: NOAA)

Un mondo di qubit

Marco Cagnotti

L'atomo? Scordatelo. Ma questo lo sai già: l'atomo è un modello superato da quasi un secolo. Le particelle elementari? Scordati anche quelle. D'altronde ci sono le stringhe, no? Quelle sì che sono il fondamento della realtà e... Macché. Per niente. Se **Mauro D'Ariano** ha ragione, il mattoncino fondamentale non è né l'atomo né la particella né la stringa. E un nuovo paradigma sta per emergere.

55 anni, una cattedra di fondamenti della meccanica quantistica e di teoria fisica dell'informazione presso l'Università di Pavia, dove coordina un gruppo di 12 ricercatori, D'Ariano ha alle spalle 270 lavori pubblicati su riviste con *peer review* e 150 relazioni su invito. Nel proprio passato si è occupato di un sacco di cose: fratture in materiali polimerici, meccanica statistica, ottica quantistica, fisica matematica, teoria dei gruppi, sperimentazione in risonanza magnetica, transizioni di fase, teoria dell'informazione quantistica. Adesso è approdato ai fondamenti della meccanica quantistica e alla teoria della relatività. Vediamo se anche noi riusciamo a capire qualcosa di ciò che fa.

Mauro, perché cambi settore così spesso?

Perché mi annoio in fretta. Sai, in ogni campo io sono un autodidatta: imparo quello che mi serve a mano a mano che mi serve. E nell'imparare scopro cose sempre più interessanti.

Ma allora perché non ti sei fermato a studiarle?

Perché fin da quando ho iniziato questo mestiere ho avuto voglia di occuparmi dei fondamenti della fisica. Però mi mancava una scuola e quindi avevo bisogno di esercitarmi in campi differenti. Così quello che so adesso l'ho imparato lavorando sul campo.

E il denominatore comune sembra essere la fisica quantistica. D'accordo, allora parlia-

me. Spiegaci in parole semplici che cosa diavolo è la fisica quantistica.

Te lo racconto sulla base di ricerche recentissime, che ho iniziato in solitudine nel 2003 a Chicago e che sono arrivate finalmente a un lavoro non ancora pubblicato ma ultimato negli ultimi due anni con i miei collaboratori Giulio Chiribella e Paolo Perinotti. Ebbene, abbiamo scoperto che la meccanica quantistica si può derivare da principi che riguardano solo il flusso d'informazione. La meccanica quantistica descrive la possibilità per un osservatore di ricavare informazioni sull'universo. Ci dice insomma quali sono le regole che ci permettono di comunicare con la natura.

Ma anche la meccanica classica ci offre delle regole. Dov'è la differenza?

Attento: devi distinguere fra meccanica quantistica e teoria quantistica. Possiamo chiamare «meccanica» non solo la struttura matematica, con gli spazi di Hilbert e l'algebra degli operatori, ma anche la descrizione del moto.

E queste ci sono anche nel mondo classico.

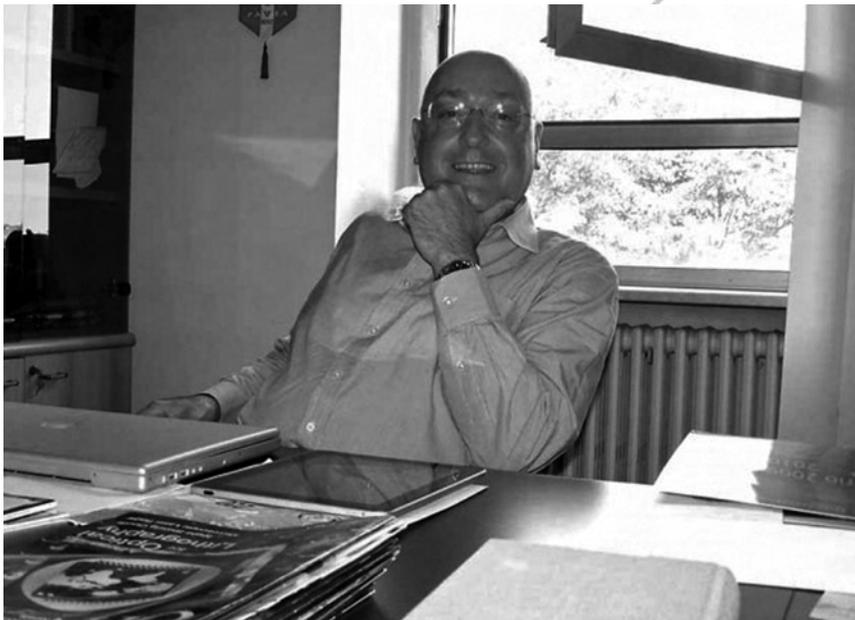
Sì, e la meccanica quantistica introduce le regole di quantizzazione. Ma se invece parliamo di «teoria», cioè di struttura, allora la teoria classica è un sottoinsieme della teoria quantistica. Un sottoinsieme nel quale non si può fare la sovrapposizione degli stati. Che invece si può fare nella teoria quantistica. Se parlassi come un informatico, potrei dirti che la meccanica quantistica contiene più subroutine della meccanica classica. Perciò è più versatile.

Dunque descrive più fenomeni? Spiega più cose?

Sì, in linea di principio con la teoria quantistica si possono fare più cose che con la meccanica classica.

Per quale ragione secondo te la fisica quantistica sembra colpire così tanto l'immagina-

Sembra fatto di atomi. In realtà sono tutti qubit.



rio collettivo? Fino al punto di mescolarsi con il ciarpame New Age...

Secondo me il motivo è molto semplice: nella storia della fisica, solo con la meccanica quantistica appare per la prima volta la non località.

Spiegone, please...

Ne aveva già parlato Einstein nel famoso articolo scritto con Podolsky e Rosen, descrivendola come *spooky action at distance*: azione fantasmatica a distanza. È stupefacente il fatto che ci siano correlazioni fra osservazioni e operazioni a distanza, che sono istantanee e che in nessun modo possono essere spiegate come lettura di una realtà scritta sulla memoria locale, nel punto esatto in cui si effettua la misura.

Un esempio?

Due elettroni entangled: quando misuro lo spin di uno, immediatamente determino lo spin

anche dell'altro, a qualsiasi distanza esso si trovi.

E dov'è la novità?

Nel fatto che il risultato di quella misura non è affatto scritto da qualche parte nella memoria dell'elettrone.

Sicché non esiste finché non lo misuri.

E questo è dimostrato dal teorema di Bell, che tutti gli studenti del mio corso possono verificare in pochi minuti. Ora, è chiaro che quest'azione fantasmatica a distanza suggerisce l'idea che il mondo sia un tutt'uno. L'entanglement rappresenta l'olismo, cioè l'inseparabilità. Uno stato entangled non può essere separato. E io posso conoscere solo lo stato complessivo. Questo è impossibile in meccanica classica. Ma c'è una novità.

Quale?

Solo di recente si è capito, grazie a princi-

pi informatici, che c'è un principio, chiamato «principio di discriminabilità locale», secondo il quale, nonostante la natura sia olistica, tu la puoi osservare completamente localmente. Di conseguenza si è conciliato l'olismo con il riduzionismo, se vuoi.

E la New Age che c'entra?

La New Age vive ancora con quello che si era capito della meccanica quantistica fino a 20 anni fa.

Ma tu ti senti un po' newageano?

(Sorrìde) Io sono aperto a tutto quello che mi dà emozione. E la meccanica quantistica, a parte mia figlia e mia moglie, è la cosa che mi ha dato le più grandi emozioni della mia vita.

Oltre a dare emozioni a Mauro D'Ariano, a che altro serve la meccanica quantistica? Insomma, sembra così astratta, lontana dall'esperienza quotidiana... Per dirla brutalmente: che cosa me ne viene in tasca dalla meccanica quantistica?

Quasi tutta la tecnologia che usiamo normalmente funziona basandosi sui principi della meccanica quantistica. Pensa ai semiconduttori. Oppure pensa al laser, toh. Il laser è ormai entrato in ogni abitazione. Non c'è una casa senza almeno una decina di laser, fra computer e telefonini e lettori di DVD. Però la miniaturizzazione ha sollevato il problema del controllo di oggetti molto piccoli. E a quel punto, su scale minuscole, tu devi fare i conti con la meccanica quantistica. Ormai la teoria arriva a considerare transistor con un numero minimo di elettroni, fin quasi a un unico elettrone. Ma attenzione: per effetto tunnel, che è un effetto quantistico, l'elettrone può sfuggire dal transistor.

Quindi le leggi quantistiche pongono dei limiti.

La meccanica quantistica è sempre stata vista come una limitazione. Prendi il caso della

Legge di Moore, secondo la quale ogni 18 mesi si verifica un raddoppio di tutte le capacità di calcolo dei computer. Lo stesso Gordon Moore, cofondatore di IBM, aveva previsto che prima o poi la tendenza si sarebbe arrestata e la Legge sarebbe stata violata.

Ma è già successo. Sarà un paio d'anni, ormai, che la velocità dei processori nei computer commerciali di punta si è fermata.

Esatto. E questa è la causa dell'attuale crisi economica.

La crisi economica? Che c'entra? Adesso la colpa della crisi economica non sarà mica della meccanica quantistica!

Beh, il *trend* era esponenziale, ma si è bloccato due anni fa. Ed è chiaro che l'impossibilità di raddoppiare la potenza tecnologica ha influito sulla crisi. Ora, se effettuiamo un'analisi precisa, scopriamo che l'hardware si è diversificato più che potenziato. La stessa tecnologia viene impiegata per oggetti molto differenti, non più solo per i classici computer da tavolo. E proprio questi nuovi usi tengono in vita molte aziende. Prendi il caso di Apple e di Microsoft. Perché Apple se la passa molto meglio? Perché non fa più solo computer, ma anche telefonini di grande successo. Perciò secondo me parte della crisi economica è dovuta anche alla saturazione della Legge di Moore, quindi ai limiti quantistici. E in futuro andrà ancora peggio, perché l'economia globale dipende fortemente dalle innovazioni tecnologiche. Che sono al 90 per cento fisica fondamentale. Pertanto la meccanica quantistica è il nostro posto di lavoro... è la nostra vita... è tutto.

E forse ci apre prospettive insospettate. Per esempio... il teletrasporto. So che ti sei occupato anche di teletrasporto quantistico. Quand'è che anche noi potremo dire «Scotty, portaci su!», come Kirk?

Dobbiamo anzitutto intenderci su ciò di cui parliamo. Se cerchi nel dizionario, trovi che per teletrasporto si intende la trasmissione a distanza di un oggetto, in maniera possibilmente istantanea e senza la necessità di avere un ricevitore nel punto di arrivo.

Come in Star Trek.

Precisamente. E non si può.

Non si può?

No, non si può.

Questa notizia non piacerà affatto a mia moglie, che detesta i mezzi di trasporto tradizionali e nel teletrasporto come in Star Trek sperava molto...

Quella è pura fantasia e, con la fisica che conosciamo adesso, sappiamo già che non si può fare.

Ma io ho sentito che...

Tu hai sentito parlare del teletrasporto quantistico, lo so. Lasciami spiegare. Se si affronta la meccanica quantistica senza ragionarci su in maniera precisa, si ha quasi l'impressione che la teoria lo proibisca. Pensa infatti a che cosa significa «teletrasportare». È chiaro che non vuol dire trasportare materialmente un oggetto, altrimenti io mi teletrasporterei ogni mattina da casa mia fin qui al Dipartimento di Fisica. E certo non si può fare istantaneamente o almeno alla velocità della luce, perché sappiamo che è un limite irraggiungibile per qualsiasi oggetto materiale: per portarlo alle velocità della luce avresti bisogno di un'energia infinita. Pertanto l'idea è quella di trasferire lo stato della materia su un altro sistema fisico, che viaggia alla velocità della luce, e poi ritrasformarlo in materia. Un po' come mandare un fax.

Già: con un fax, noi non mandiamo il foglio ma l'informazione...

...che viene ricostruita nel punto di arrivo. Allora il teletrasporto è un po' come il fax della

materia. Il primo problema è dunque conoscere lo stato della materia, per trasformarlo in informazione.

E la meccanica quantistica ci dice che non possiamo conoscere lo stato di un sistema fisico con qualsiasi precisione voluta.

Precisamente. Ci sono dei limiti imposti dal Principio di Indeterminazione di Heisenberg. Ma ammettiamo pure che sia possibile.

Ma non è possibile.

Lo so, ma ammettiamo che lo sia.

Ma non lo è.

Senti, mi lasci finire?

Va bene.

Ammettiamo che sia possibile conoscere lo stato della materia con qualsiasi precisione voluta. Ebbene, se vogliamo trasmettere lo stato del nostro sistema fisico, abbiamo comunque bisogno di un'informazione infinita. Perché qualsiasi misura fisica, anche lo stato di spin di una singola particella, è comunque un numero reale. E ogni misura fisica soffre sempre di un'imprecisione.

Capisco. Sicché la quantità di informazione dipende dalla precisione delle nostre misure. E quanto più sono precise tanta più informazione sarà necessaria. Al limite infinita. Quindi non si può.

Aspetta. Ammettiamo pure di poter trasmettere con una precisione elevatissima... diciamo un kilobyte per ogni atomo...

Cominci a chiedermi di ammettere un po' troppe cose per i miei gusti...

Ammettiamo che sia così: un kilobyte per ogni atomo. Allora, se io volessi teletrasportare una persona, avrei bisogno di 10^{28} kilobyte. Se li mettessi su dischi rigidi e li impilassi, avrei una colonna che arriva fino al centro della nostra galassia. Se li trasmettessi con un'ADSL, non mi basterebbe l'età dell'universo.



Più di ogni altra cosa, le emozioni più grandi glielle hanno procurate la meccanica quantistica, la figlia e la moglie. Non specifica in quale ordine di importanza, però.

Ho capito: la meccanica quantistica dice che il teletrasporto è impossibile per motivi pratici e di principio.

Invece no. Invece è possibile.

È possibile? Ma prima mi hai detto di no!

È possibile, e questo l'hanno capito i grandi scienziati che si sono occupati della quantum information. Si può trasmettere lo stato di spin di una particella con soli 2 bit, ma a patto di stabilire un canale di comunicazione adeguato.

E sarebbe?

Uno stato entangled. Sfruttiamo cioè l'olismo della meccanica quantistica. E non abbiamo bisogno di conoscere lo stato fisico del sistema per poterlo trasmettere. Così almeno i problemi di principio sono risolti.

(...)

Chiudi la bocca, ché sembri ebete.

Ma scusa, se non conosci lo stato di partenza del mio sistema fisico, come fai a sapere che quello che arriva è identico a quello che è partito?

Saperlo davvero, saperlo sul serio... non

posso. Però la teoria mi dice che è identico. Io vedo lo stesso Marco Cagnotti e la teoria mi dice che ha gli stessi pensieri di quand'è partito. Quindi come stato fisico lui è la stessa persona, anche se è fatta di materia diversa. Ma se devo sostenere che è rigorosamente lo stesso, nel senso che lo stato di ogni atomo è proprio lo stesso... beh, non potrò mai dirlo, perché la meccanica quantistica me lo impedisce. Perché mi impedisce di conoscere lo stato di ogni atomo.

E l'originale?

L'originale viene distrutto.

Sicuro?

Sì.

Sicuro sicuro?

Sicurissimo. È un fax, non una fotocopiatrice. Non si possono fare duplicati, come talvolta succede ai personaggi di Star Trek. Fra i principi informazionali della meccanica quantistica ce ne sono alcuni in disaccordo con la possibilità di copiare l'informazione. Per inciso, questa è una buona notizia per chi produce informazione e deve proteggersi dalle copie non autorizzate. È

il caso del software, per esempio.

Ma anche della musica e del cinema. Mannaggia, avrei preferito non saperlo. O forse no: anche i giornalisti producono informazione. Magari 'sta faccenda finisce anche per farmi comodo... Ma mi accorgo che sto divagando. Archiviato il teletrasporto, dimmi un po' di che cosa ti occupi adesso.

Anzitutto di lavoro tecnico di routine nella quantum information: tecnologie nuove che riguardano l'architettura di circuiti quantistici, nuovi processi, nuovi protocolli... cose così. Poi c'è il fondamento.

Il fondamento.

Già.

E cioè?

Cioè quello che interessa a chi vuol capire com'è fatto l'universo in profondità. Da meno di un anno mi sto occupando di uno dei problemi chiave della fisica: far andare d'accordo la meccanica quantistica con la teoria della relatività.

Con la relatività ristretta va già d'accordo. È la teoria quantistica dei campi, no? Ed è un matrimonio felice.

Mica tanto. Posso mostrarti una lista di errori lunga così nella teoria quantistica di campo.

Addirittura.

(Sembra irritarsi) Certamente. E' una tesi che posso sostenere contro chiunque. Se qualcuno vuole la guerra, sappia che dietro di me ci sono l'artiglieria pesante e le divisioni corazzate.

Calma, calma: non ti scaldare. Mi piaceva di più la metafora del matrimonio. Tu pensi dunque che il matrimonio fra meccanica quantistica e relatività ristretta non sia felice?

Diciamo che in realtà è un matrimonio con qualche litigio.

E tu sei un avvocato divorzista oppure uno psicoterapeuta di coppia?

Io penso che i litigi siano il sintomo di qualcosa che non va.

Che cosa non va?

Sai, il problema è che alla teoria quantistica dei campi la relatività viene imposta. Io direi perfino che le viene appiccicata con lo sputo, se non temessi di offendere Richard Feynman, che peraltro insieme a Paul Dirac considero il più grande fisico del Novecento. Invece la mia ipotesi di lavoro è molto più radicale: c'è solo la teoria quantistica. E il motivo è molto semplice: la meccanica quantistica è una teoria dell'informazione. Riguarda il flusso di informazione verso l'osservatore. Riguarda la sperimentabilità. Riguarda l'epistemologia. Il maestro di Feynman, sir Archibald Wheeler, disse una frase che meriterebbe di essere incorniciata per farla rimanere nella storia: «La fisica è informazione».

Avrei detto il contrario.

Cioè?

L'informazione è fisica.

Ecco, questo è quello che invece disse Rolf Landauer. Se ci pensi, è ovvio: l'informazione viene scritta, fissata, registrata su un supporto fisico. Ma Wheeler dice qualcosa di molto più profondo: non esistono gli atomi ma solo i bit. Anzi no, i qubit, cioè i bit quantistici.

Non esistono gli atomi?

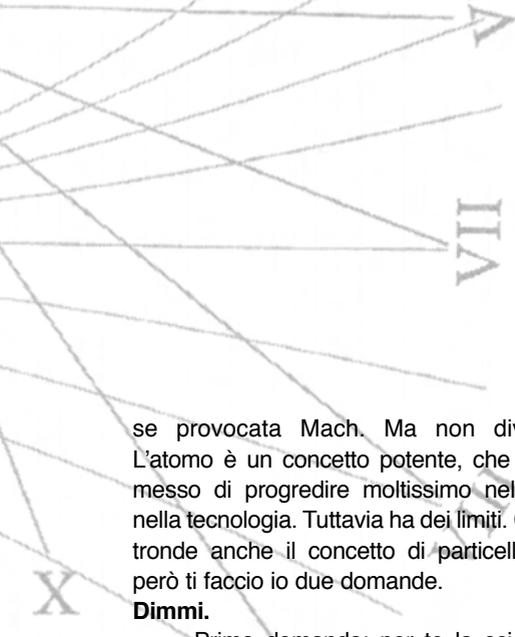
No, sono un paradigma approssimato. E superato da un paradigma più potente: il paradigma informazionale.

Come sarebbe a dire che non esistono gli atomi?

Nessuno ha mai visto gli atomi. Ernst Mach ha sostenuto fino alla morte che gli atomi non esistono, ed era il 1916. E ha provocato il suicidio di Boltzmann per questo.

Io sapevo che Boltzmann s'era ammazzato perché soffriva di depressione.

Sì, però la leggenda vuole che gliel'aves-



se provocata Mach. Ma non divagiamo. L'atomo è un concetto potente, che ci ha permesso di progredire moltissimo nella fisica e nella tecnologia. Tuttavia ha dei limiti. Come d'altronde anche il concetto di particella. Adesso però ti faccio io due domande.

Dimmi.

Prima domanda: per te la scienza deve poter distinguere fra quello che ritieni essere la realtà e una simulazione della realtà? Seconda domanda: se dovessi scegliere fra una vita paradisiaca ma simulata e una vita reale ma infernale, che cosa faresti?

Prima risposta: non c'è differenza fra realtà e simulazione. Una simulazione perfetta è indistinguibile dalla realtà. Seconda risposta: sceglierei senz'altro la vita simulata. Pillola blu, senza dubbio. Però la tua domanda mi ricorda qualcosa: il test di Turing. Che differenza c'è fra un pensiero umano e un pensiero perfettamente simulato? Nessuna, perché sono indistinguibili. Il pensiero simulato ha dunque la stessa dignità del pensiero umano.

Tu e io dovremmo scrivere un libro insieme.

Grazie per la proposta. Ci penserò quando avrò finito quello che ho in cantiere adesso. Ma torniamo alla simulazione.

Secondo me la scienza non dovrebbe occuparsi di metafisica. Non dovrebbe distinguere fra una cosiddetta «realtà» e una simulazione perfetta. La mia seconda domanda era volutamente provocatoria: la gente di solito non risponde come te e vuole una vita «reale» perché è legata in maniera viscerale, non razionale, a una sorta di «realismo». Come Einstein. Ma io sono sicuro che, se rinascesse, Einstein oggi cambierebbe idea e sarebbe d'accordo con me: il fondamento sono i qubit.

In conclusione, il mattone del mondo è il quanto d'informazione quantistica elementare. E noi viviamo in una simulazione indistinguibile dalla realtà. Anzi, non ha neppure senso fare la distinzione fra «simulazione» e «realtà». Dico bene?

Dici bene. La teoria quantistica è informazione pura. Perciò adesso dobbiamo riscrivere tutta la fisica in termini di informazione. E' un programma molto ambizioso, ma questa sarà la fisica del XXI... anzi del XXII secolo.

Bisognerà farlo anche con la teoria della relatività, presumo. Che però è profondamente classica.

Ma la relatività è indipendente dalla teoria quantistica? È possibile ricavarla dal puro *processing* dell'informazione quantistica? La risposta è: se la realtà, tutta la realtà senza eccezioni, può essere simulata, allora sì, per forza. Se non fosse possibile ricavare la relatività dalla teoria quantistica, allora qualcosa non potrebbe essere tradotto in informazione. Qual è però il meccanismo con cui la relatività emerge dalla meccanica quantistica? La teoria quantistica di campo ci offre un insieme di rapporti di causa-effetto, che valgono dappertutto e che noi scriviamo sotto forma di equazione differenziale che deve soddisfare l'invarianza relativistica.

Causa-effetto? Credevo che fosse un concetto filosofico spazzato via proprio dalla meccanica quantistica.

Guarda, il principio fondamentale è proprio quella della causalità, che è alla base della computazione e dell'informazione.

Ma come puoi parlare di causalità, se il risultato di una singola misura è del tutto imprevedibile?

Su questa faccenda c'è da sempre una confusione infinita. La causalità e il determinismo sono due cose completamente diverse. La

causalità ci dice che esiste una distribuzione di probabilità nel risultato che dipende... cioè è causata... da un'azione che avviene altrove. In sostanza, la causalità esprime il rapporto input-output. Questo non significa che si possa prevedere ogni singolo risultato di misura. Perché, quando parliamo di «previsione», parliamo in termini probabilistici. E quella probabilità è intrinseca: non c'è un soggiacente processo deterministico sconosciuto.

Lo so: non ci sono variabili nascoste. Ancora Bell, guarda un po'. E tu dunque sei sulla strada che porta all'emersione della relatività dalla teoria quantistica?

Io ho mostrato come un computer quantistico, uniforme e universale come può esserlo una legge di natura...

Ciò è una sorta di macchina di Turing quantistica, mi sembra di capire...

...come da questo computer quantistico possano emergere lo spazio e il tempo, con già dentro incorporati la contrazione di Lorentz e la dilatazione temporale. Sei mesi dopo un collega di New York ha ricavato la metrica di Minkowski. E adesso siamo vicini a ricavare la trasformazione di Lorentz. Devo ammettere che per adesso lavoriamo in una sola dimensione. Però quello che pensano tutti è che bisogna smettere di considerare lo spaziotempo come un concetto assoluto e vederlo invece come emergente dagli eventi. Insomma, le cose non accadono nello spaziotempo, ma è l'accadimento delle cose che fa lo spaziotempo.

'spetta... mi ricorda qualcosa... Ecco! Wittgenstein, nel *Tractatus*: «Il mondo è tutto ciò che accade. Il mondo è la totalità dei fatti, non delle cose». Mi piace. Ma senti un po'... Lorentz, Minkowski: è tutta relatività ristretta. E con la relatività generale come te la cavi? Voglio dire: la gravità dove la metti?

evidente che, se la fisica è informazione, allora anche la gravità dev'essere un effetto quantistico. E io ho già qualche idea. Però non te la racconto, altrimenti me la fregano. O magari no, magari il compito è impossibile per adesso e in realtà sarà alla portata solo di un computer quantistico. D'altronde, guarda, è un parere unanime. Ci sono convegni interi che parlano di gravità emergente. Gli stessi stringhisti ne parlano. Io sono un novizio in questo campo, nel quale sono entrato per conto mio. Ma se parli con Lee Smolin scopri che è uno di quelli che più appoggiano questo punto di vista.

Andiamo a concludere. Qual è secondo te il più grande mistero dell'universo? A parte il fatto che non ti hanno ancora conferito il Nobel...

(Sorridente) Il più grande? Io direi cinque.

Accidenti, mai che nelle mie interviste io trovi qualcuno che non s'allarga. Facciamo cinque misteri, allora.

Anzitutto la materia oscura. E l'espansione accelerata dell'universo provocata dalla cosiddetta «energia oscura». Poi la quantum gravity, cioè la riconciliazione della relatività generale con la meccanica quantistica. E ancora l'unificazione delle interazioni fondamentali. Infine l'origine della vita.

A parte l'ultimo, che è roba da biologi, secondo te i primi quattro problemi sono legati fra loro? Ci troviamo alla vigilia di una rivoluzione nei paradigmi della fisica paragonabile a quella di un secolo fa?

I primi tre problemi sono sicuramente legati. Il quarto forse no. Però questo lo dico da profano. E penso pure che in fondo siamo tutti profani.

Amen.

Nomade per la fisica

Marco Cagnotti

Clerici vagantes, li chiamavano nel Medioevo: studenti in migrazione da un'università all'altra alla ricerca del professore più famoso, del maestro più autorevole, delle opere più rare e preziose. Nomadi della conoscenza. Finita quell'epoca remota, è poi invalsa l'abitudine di restare legati a un'unica sede universitaria, sia per lo studio sia per la carriera accademica. A partire dal secondo Dopoguerra, i giovani studiosi sembrano tuttavia costretti a riprendere quell'antica abitudine: ti diplomavi qui, il dottorato lo fai là, il post doc altrove... Poi ti sposti ancora e ancora di sede in sede, cercando nuove borse: un paio d'anni in Danimarca, tre in Giappone, ancora due negli Stati Uniti... Stimolante, ma alla lunga fiaccante. Perché lascia in sospeso affetti e legami. E anche perché impedisce di programmare la propria vita con un minimo di sicurezza: una famiglia, dei figli, l'acquisto di una casa...

Ne abbiamo parlato con un giovane fisico ticinese, fresco di dottorato: **Gionata Luisoni**. Che si trova proprio in mezzo al guado.

Gionata: data e luogo di nascita.

Locarno, 2 settembre 1983.

Scuole?

Elementari e Medie a Losone, Liceo a Locarno, università al Politecnico Federale di Zurigo, dottorato sempre a Zurigo ma all'Università.

Partiamo da lontano: alle Medie e al Liceo eri un secchione o un fancazzista?

I miei ex compagni ti potrebbero rispondere: «Un secchione». A me sembrava di fare il necessario per andare bene a scuola.

E andavi bene?

Abbastanza.

Abbastanza... quanto?

Nessun voto sotto il 5.

Miii... un secchione!

Io non mi sentivo un secchione. Guarda che non mi sembrava di studiare più di tanto. Alle Medie stavo attento a lezione e facevo i compiti. Non passavo ore e ore sui libri. Al Liceo all'inizio ho sentito il cambiamento di ritmo e mi sembrava di subire un carico di lavoro enorme. Poi però, con il passare degli anni, sono tornato ad avere un sacco di tempo libero.

E poi hai scelto fisica per l'università. Perché?

Al Liceo avevo scelto come opzione specifica FAM (Fisica e Applicazioni della Matematica, NdR), quindi è chiaro che avevo già una passione per quelle materie. D'altronde l'interesse per la scienza e la tecnologia c'era già alle Medie. Certo non per la fisica: a quell'epoca ero troppo piccolo anche solo per sapere che cosa fosse, e semmai la confondevo con l'educazione fisica. La fisica, quella vera, l'ho incontrata solo al Liceo. Poi ricordo che, quando s'è trattato di decidere, ero indeciso fra fisica e ingegneria meccanica. Probabilmente il mio professore di fisica del Liceo e la sua contagiosa passione per la materia sono stati importanti nel far pendere l'ago della bilancia verso la fisica, che ho scelto perché m'interessava capire i fondamenti delle cose.

E quindi sei arrivato al Poli.

Un shock, il primo anno. Per i miei canoni, per quello che mi sarebbe piaciuto fare per seguire le lezioni e capire bene, ero sommerso dalle cose da fare. Ero abituato al Liceo, dove uscivo dalle lezioni avendo capito più o meno tutto. Al Poli invece avevo capito solo poche parole. Molto frustrante.

E quindi...?

...quindi sì, in effetti al Poli ero un po' un secchione.

C'era anche un problema di lingua?



Feynman ne sarebbe orgoglioso...

Per la verità no, per due ragioni. Anzitutto i miei genitori sono ticinesi, però hanno vissuto per parecchi anni in Svizzera Tedesca e mi hanno parlato in schwyzerdütsch. Così mi è rimasto nell'orecchio. D'altronde la fisica e la matematica non sono come le discipline umanistiche, nelle quali il tedesco è davvero difficile. Nella scienza, una volta che hai assimilato il gergo settoriale, poi non hai più grossi problemi.

Quindi dov'era la difficoltà?

Nelle materie. Ci piovevano addosso moltissime conoscenze nuove. Se si voleva capirle fino in fondo bisognava impegnarsi e investire tempo nel ripetere i calcoli da soli e svolgere i problemi, con i quali peraltro ci sommergevano. Non bastava studiare a memoria. Due settimane senza studiare, ed eri tagliato

fuori.

Quindi il Poli ti è costato parecchi sacrifici.

Onestamente non me ne viene in mente uno che mi sia costato davvero tanto. Studiavo dalla mattina alla sera, semmai con qualche pausa per le chiacchiere con il mio coinquilino. Ma non sono mai stato un tipo a cui piacesse sbraccare alle feste, perciò... no, da quel punto di vista i sacrifici non sono stati particolari. Tuttavia dover passare anche parte dei weekend con i libri anziché con la fidanzata, la famiglia o gli amici a volte richiedeva molta forza di volontà.

Dopo il diploma, il dottorato.

Sì, e lì il ritmo è un po' calato, in effetti. D'altronde a quel punto ormai la mia ragazza, ticinese anche lei, mi aveva raggiunto a Zurigo. E, volente o nolente, ho dovuto staccarmi un po'

dai libri.

Il potere del fascino femminile. Viene da dire: «Meno male!». E adesso?

Adesso quando?

Adesso adesso, a breve termine.

Beh, rimango a Zurigo per tutta l'estate. Poi il 1. ottobre parto e vado all'Università di Durham, in Inghilterra. Starò lì come ricercatore post doc per due anni.

A fare cosa?

Le stesse cose che ho fatto finora: mi occupo di cromodinamica quantistica.

Cromo... che?

Cromodinamica quantistica. È la teoria che spiega l'interazione forte, cioè una delle quattro forze fondamentali della natura. In particolare, la forza forte agisce fra i quark e i gluoni, che si trovano all'interno dei protoni e dei neutroni, che si trovano nei nuclei degli atomi. Su queste cose ho già pubblicato quattro articoli.

E tu sei un fisico teorico di questa roba?

Io sono un fenomenologo.

Cioè?

Cioè una via di mezzo fra un teorico e uno sperimentale. Sulla base delle teorie, io calcolo le previsioni su ciò che è stato o che sarà osservato negli esperimenti, per esempio al CERN negli scontri fra fasci di particelle elementari.

E ti piace?

Sì, mi piace. I teorici puri trascorrono molto tempo a calcolare cose che non si possono davvero misurare. Mi sembrano troppo lontani dalla realtà sperimentale. Io invece uso sì tanta matematica, la stessa sviluppata dai teorici nei loro modelli, ma poi la applico alle previsioni su misure che in effetti si possono verificare, controllare. Insomma, sento il contatto con qualcosa di concreto.

Però non vai in laboratorio a fare lo spelafili...

No, il mio tempo di lavoro lo trascorro in

ufficio. Però... beh, qualche volta mi piacerebbe poter mettere le mani un po' di più anche sull'hardware.

E, in pratica, che cosa fai?

I miei studi si applicano alle misure effettuate presso il Large Electron-Positron collider (LEP), il vecchio acceleratore del CERN, e l'Hadron-Electron Ring Accelerator (HERA), ad Amburgo, che è stato smantellato tre anni fa. Questi calcoli non portano a nuove scoperte, ma permettono un'analisi più precisa dei dati già raccolti. Inoltre sono un banco di prova per calcoli simili ma più complessi che saranno necessari per l'attuale Large Hadron Collider (LHC) del CERN.

Ora quindi ti aspetta Durham, dove...

...dove farò, presumo, in linea di massima le stesse cose che ho fatto adesso. Ancora non ho parlato approfonditamente con il mio prof inglese, però penso che mi coinvolgeranno in qualche loro progetto, magari in comune con l'Università di Zurigo.

Zurigo, Durham... Sei sempre in viaggio.

Sì, ho girato parecchio in questi anni. Un po' per seguire le Summer School di fisica, in Germania e in Italia. E un po' perché mi hanno chiamato o spedito a tenere conferenze. Ho avuto la fortuna di svolgere parte della mia ricerca di dottorato su un argomento che era un po' la ciliegina sulla torta di un immenso lavoro svolto in precedenza dal mio prof. E quindi in un paio di occasioni lui mi ha mandato a presentare la ricerca al suo posto. Altre volte sono andato perché nessun altro, nella nostra collaborazione, poteva farlo. Altre ancora sono stato chiamato. Così sono stato a Londra, a Perugia, a Firenze, a Ginevra al CERN e all'Università, a Philadelphia e a Chicago negli Stati Uniti.

Molto stimolante, sembra. Lo rifaresti?

Che cosa?

Tutto: il Poli, il dottorato, la fisica...

Sì, credo proprio di sì. Fin dalle Medie a lezione di scienze sentivo parlare delle particelle. Nonostante fossero sotto il «cappello» della chimica...

Mi piace quel «nonostante» associato a «chimica»: una considerazione da vero fisico.

...mi interessavano moltissimo. Beh, adesso credo di avere una vaga idea di che cos'è il Modello Standard delle particelle. Quindi la mia curiosità è stata appagata. Se rimarrò nel mondo della ricerca e contribuirò ulteriormente alla ricerca in fisica nei prossimi anni, quando tutti si aspettano una svolta rivoluzionaria... bene. Altrimenti anche qualche altra nuova sfida sarebbe interessante. Perché no?

Supponiamo che io sia un liceale alla vigilia degli esami di maturità. Mi consiglieresti di studiare fisica?

Te lo consiglierei se tu fossi davvero curioso di capire la natura. E se tu avessi sul serio la voglia di metterti sui libri e cercare di capire e di provare per conto tuo a usare la matematica per far funzionare la teoria. Ma, se tu non fossi così, penso che nemmeno ti verrebbe l'idea di fare il primo passo in questa direzione, no?

In questi anni di studio la tua vita privata ha sofferto? Hai degli hobby, per esempio? E sei riuscito a coltivarli?

Al Poli è stata un po' più dura. Poi, col dottorato, la situazione è migliorata. Io ho due grandi passioni: l'aviazione e la montagna. Ora riesco a volare perché sono assistente di volo sugli elicotteri, nell'esercito. E comunque qualche scalata durante l'estate sono sempre riuscito a concedermela.

E la tua ragazza? Quali difficoltà nel conciliare una relazione con la fisica?

Anika e io stiamo insieme da quando ho iniziato il Poli. Poi, col dottorato, lei mi ha raggiunto a Zurigo. E adesso, fra qualche mese, mi seguirà a Durham.

Sei fortunato: Anika sembra una persona molto flessibile. Pensa se ti avesse detto: «Guarda, io voglio vivere solo ad Airolo!».

Sì, certo. Però ora, con l'Inghilterra, quando si è trattato di prendere una decisione difficile e impegnativa come scegliere se e dove fare il post doc, io ho voluto che fosse presa insieme. Io la vedo come una relazione a lungo termine, quindi la mia carriera professionale non viene prima della mia vita affettiva.

E poi? A lungo termine che cosa ti aspetti... o temi... o spera?

A lungo termine... dovrò decidere che cosa fare da grande. Ho due possibilità. Potrei andare avanti con incarichi post doc in giro per il mondo, fino a quando riuscirò a convincere qualcuno a tenermi per una posizione fissa. Oppure potrei lasciare la ricerca e riciclarci nell'industria o magari nell'insegnamento. Ho deciso di proseguire con la prima opzione a Durham perché, mi hanno detto, sono un neodottorato ancora giovane, e comunque un'esperienza all'estero è sempre ben vista anche nell'industria. Però dopo dovrò prendere una decisione. Di fatto, la carriera accademica comporta continui spostamenti e sradicamenti, per molti anni. Io vorrei tornare in Svizzera. Se potessi farlo come ricercatore, andrebbe benissimo. Altrimenti... non escludo di fare altro.

Scegli: lo scienziato in Nuova Zelanda oppure l'ingegnere in un'industria svizzera.

Per decidere devo aggiungere un ulteriore tassello: gli affetti e la famiglia. Sia io sia la mia ragazza sul lungo termine preferiremmo rientrare in Svizzera. Quindi... beh, penso l'ingegnere in Svizzera.



Per ora, una vacanza a Firenze. Fra qualche mese, Durham. A lavorare.

D'altronde, però, se tu scegliesti la ricerca scientifica saresti costretto a molti anni di nomadismo. Ti sembra giusto?

Se penso a tutti i casini burocratici e alla seccatura del trasloco, ti dico di no, sicuramente no. E comunque io sono fortunato, perché in Inghilterra rimango nello spazio di Schengen. Fossi andato negli Stati Uniti sarebbe stato molto peggio. E anche per il trasloco... non porto molto con me. D'altronde ho i miei libri, i miei appunti... insomma sì, è una seccatura, un immenso spreco di tempo e di soldi. Peraltro l'ambiente della ricerca è internazionale. È così fin dall'inizio del Novecento, con un ulteriore aumento dopo la Seconda Guerra Mondiale. Non si può fare a meno di trascorrere qualche anno all'estero. Anzi, lo trovo giusto. Però, quando viene il momento di stabilirsi, è anche bello

tornare a casa.

Solo che stabilirsi è difficile. E farlo vicino a casa lo è ancora di più.

L'incognita è il tempo: per quanto andrai avanti a fare la pallina da flipper, da un post doc all'altro? Molti giovani scienziati sono lì, in bilico sulla scelta: continuo nell'incertezza sperando che dopo cinque o sei anni mi capiti l'occasione di una posizione fissa, ma sapendo che se aspetto troppo poi divento troppo vecchio per riciclarli altrove, oppure cambio mestiere, faccio altro, spendo le mie competenze fuori dalla ricerca scientifica per avere sicurezza e stabilità, ma rinunciando alla passione per la scienza? E' un dilemma che si ripropone dopo ogni esperienza di post doc, ma a lungo termine diventa sempre più doloroso.

Siamo andati

6. parte

Paolo Attivissimo

sulla Luna?

È il momento fatidico. Avete letto tutti gli articoli precedenti di questa serie (vedi i numeri precedenti di «Meridiana» a partire dal 204), siete fiduciosamente saturi di risposte tecniche ai dubbi sugli sbarchi lunari e, mentre contemplate la maestosa serenità della volta celeste, sentite una voce che prima definisce Saturno «quella palla con i manici» e poi si rivolge agli amici dicendo: «Ma gli Americani non sono mica andati sulla Luna, lo sanno tutti». Subito voi vi sentite in dovere di reagire. Ma come? Perciò vi propongo qualche consiglio basato sulle mie esperienze con i dubbiosi e soprattutto con i cospirazionisti di ogni sorta, quelli che hanno capito tutto e lo vogliono spiegare agli altri. Io li chiamo affettuosamente «i diversamente furbi».

Consigli strategici

Prima di tutto, inquadrare il vostro interlocutore. È un lunacomplottista, ossia è fermamente, boriosamente convinto che le missioni lunari umane furono una messinscena e che chi non l'ha capito è un ingenuo? In tal caso far finta di non aver sentito è una scelta più che dignitosa. Inutile sporcarsi le mani: una discussione sarebbe uno spreco di tempo, perché non c'è nulla di razionale che potreste dire per far cambiare un'idea che non è nata razionalmente. E, se non vi chiamate Buzz Aldrin e non siete astronauti lunari, non potete permettervi un cazzotto risolutivo.

Avete invece di fronte un dubbioso, che si mostra ricettivo al ragionamento e alla presentazione di prove ben argomentate e fondate? Molti hanno dubbi sulle missioni lunari semplicemente perché non le conoscono e

hanno sentito parlare delle tesi di messinscena: non avendo gli strumenti per decidere chi ha ragione e chi ha torto, fanno l'unica cosa sensata, cioè mantengono il dubbio. Con loro vale sempre la pena di investire del tempo, per evitare che il contagio delle tesi cospirazioniste si estenda: accetteranno le vostre risposte precise alle loro perplessità e vi ringrazieranno per il chiarimento, se riuscirete a non stordirli con troppi dettagli tecnici.

C'è un solo caso nel quale consiglio di discutere con un lunacomplottista: quando l'occasione permette di rendere chiara ai dubbiosi presenti l'assurdità delle tesi di cospirazione e la visione paranoica di chi le sostiene. A prima vista, infatti, alcune di queste tesi possono sembrare plausibili e sedurre i perplessi. Una discussione ben gestita vi permetterà invece di far emergere chiaramente le incoerenze del vostro interlocutore.

Suggerimenti tattici

Uno dei modi più efficaci per mettere in crisi un lunacomplottista è chiedergli fonti tecniche precise per le sue asserzioni. Non accettate frasi come «Lo sanno tutti che...». Sottolineate che senza documenti o dimostrazioni le argomentazioni sono aria fritta.

Spesso il lunacomplottista in crisi ricorgerà all'attacco personale, chiedendovi se siete ingegneri aerospaziali o avete altre credenziali pertinenti alla materia. Se le avete, ditelo. In ogni caso mettete in chiaro che la realtà degli sbarchi sulla Luna ha il supporto dell'intera comunità tecnica e scientifica mondiale, quindi le vostre competenze individuali sono irrilevanti. Poi chiedete al lunacomplottista quali credenziali o supporti autorevoli ha lui. Non ne avrà, e la sua contesta-

zione diverrà un autogol.

Non consentite cambi d'argomento. Siate serenamente inamovibili: se avete fatto una domanda, avete diritto a una risposta. Ripetete la domanda, se è stata elusa, e sottolineate il fatto che il lunacomplottista ha tentato di eluderla. Se alla fine l'interlocutore tenta un «Sì, ma...», non mancate di far notare che quel «Sì» è un'ammissione di torto sullo specifico argomento.

Non impantanatevi negli aspetti minuziosamente tecnici delle missioni lunari: non chiariscono nulla per chi non è esperto. I complottisti amano insistere su dettagli insignificanti, ai quali non conviene controbattere con altri dettagli tecnici. Chiedete invece «E quindi?», in modo che il lunacomplottista debba spiegare perché il dettaglio sul quale sta elucubrando è così importante. Di solito non ci riuscirà, e questo riporterà la discussione su temi più generali e comprensibili.

Un'altra cosa: mantenete una calma olimpica. Avete dalla vostra Galileo, Newton, Keplero, Armstrong e Von Braun. I presenti valuteranno chi ha ragione e chi ha torto non sulla base di argomentazioni tecniche, perché probabilmente non hanno le competenze necessarie, ma sulla base della serenità e della certezza non spocchiosa con la quale vi esprimerete. Anche se vi bolle il sangue, non manifestatelo. Se il lunacomplottista s'infuria e comincia a insultarvi e ad accusare tutti di far parte della cospirazione, avete vinto il dibattito. Non cambierà idea, ma i dubbiosi presenti saranno scioccati dalla sua furia e ne prenderanno le distanze, avvicinandosi alla vostra oasi di calma. Ricordate che il modo migliore per far vedere quant'è ridicolo il lunacomplottismo è lasciar parlare un lunacomplottista.

E tenete presente che, comunque vadano le cose, avete già vinto in partenza. Voi potete godervi l'emozione dell'epopea spaziale, che celebra il coraggio e l'ingegno umano. Loro no, perché credono di vivere in un mondo meschino e paranoico.

Vi posso proporre alcune domande che mettono rapidamente in crisi il lunacomplottista DOC, obbligandolo a giustificarsi con spiegazioni che non è in grado di dare senza contraddirsi e che per questo lo fanno arrabbiare. Sono domande comunque utili anche per una conversazione con un dubbioso, perché lo inducono a riflettere sulla coerenza e plausibilità dei propri dubbi.

Buon divertimento.

Toccata e fuga

Spesso non c'è tempo per avviare una discussione articolata. Se volete fulminare il lunacomplottista con una sola domanda, fategli questa: «L'astronauta italiano Umberto Guidoni ha studiato con Neil Armstrong, uno degli astronauti che sono andati sulla Luna. Stai dicendo che è scemo e si è fatto fregare da un contafrontole?». Poi andate via, oppure cambiate argomento.

Quante e quali missioni sarebbero state falsificate?

Tutte quelle lunari? Soltanto la prima (Apollo 11)? Addirittura tutte quelle precedenti? E quelle sovietiche? Qualunque cosa risponda, il complottista lunare s'inguaia da solo. Se dice che furono falsificate tutte le missioni, comprese quelle prima dello sbarco, allora la messinscena diventa ridicolmente enorme e il materiale filmato e i reperti che sarebbe stato necessario falsificare crescono a dismisura, insieme al numero degli addetti

ai lavori perfettamente omertosi da oltre 40 anni. Se dice che soltanto le missioni con sbarco sulla Luna (dalla 11 in poi) furono falsificate, allora accetta che quelle senza sbarco furono autentiche. Ma allora sono vere le immagini di quelle missioni, che sbugiardano le asserzioni sulle fotografie, come «Mancano le stelle», «La pellicola si squaglia o si vela nello spazio» e «Le ombre sono troppo chiare», e smentiscono l'idea che fosse impossibile raggiungere la Luna e che le radiazioni nello spazio avrebbero ucciso gli astronauti, perché le missioni Apollo 8 e 10 furono anch'esse lunari: lasciarono l'orbita terrestre, attraversarono le fasce di Van Allen e circumnavigarono la Luna.

Fu falsificata soltanto l'Apollo 11?

Chiedete perché sarebbe stato necessario falsificarla quando l'Apollo 12, la prima missione autentica secondo questa tesi, avvenne soltanto quattro mesi dopo, a novembre del 1969, anch'essa entro la fine del decennio, come promesso da Kennedy. E, se le missioni successive sono autentiche, allora le loro foto sono utilizzabili come termine di paragone per sbugiardare le obiezioni riguardanti le fotografie.

Qual è la versione alternativa degli eventi, in dettaglio?

In 40 anni, nessun lunacomplottista è mai riuscito a darne una coerente. Tutti si sono incagliati nelle contraddizioni della propria versione o si sono lanciati in ipotesi prive di qualunque supporto tecnico o documentale. L'unica versione dei fatti coerente e documentata è quella storica: sulla Luna ci siamo andati. Sei volte.

Il lunacomplottista potrebbe ribattere che basta dimostrare che la versione «ufficiale» è falsa. A parte il fatto che in 40 anni nes-

suno è riuscito neanche in questo, le tesi di complotto asseriscono che è accaduta una serie alternativa di eventi. Allora chiedete di presentare questi eventi alternativi sotto forma di un quadro completo, così si vedrà se il quadro è coerente o è una crosta.

Le foto furono ritoccate o no?

Per esempio, nella foto di Aldrin che saluta la bandiera, il drappo è aggiunto o no? Se la risposta è che le fotografie furono ritoccate, allora questo implica che furono scattate davvero sulla Luna, altrimenti non avrebbe avuto senso ritoccarle: sarebbe stato sufficiente rifarle tornando in studio. Se non furono ritoccate, allora ovviamente sono autentiche per definizione.

Se le foto furono fatte in studio, perché non ne fecero un po' anche a Neil Armstrong?

Era il personaggio più «storico», essendo il primo uomo sulla Luna. Invece quasi tutte le foto mostrano Aldrin. Come mai?

Come mai nessuno dei 400 mila che lavorarono al progetto ha mai denunciato la truffa, neanche in punto di morte?

I veicoli furono progettati e fabbricati da società commerciali, come Boeing e Grumman, nelle quali la segretezza non è mai perfetta. Se la tesi è che i veicoli non potevano funzionare, il lunacomplottista deve spiegare perché nessuno dei tecnici se ne accorse. Se la tesi è che se ne accorsero ma temevano ritorsioni, deve spiegare perché non c'è mai stata nessuna confessione, neanche in punto di morte, quando non c'era più nulla da perdere, o un lapsus in un momento di ubriachezza molesta. Diamine, non ci riesce la mafia, è credibile che ci riescano gli Americani? Per 40 anni? Se invece il lunacomplottista sostiene che furono

costruiti veicoli perfettamente funzionanti per ingannare i tecnici, allora deve spiegare perché a quel punto non sarebbero stati usati.

Se le missioni umane sulla Luna erano impossibili, perché i Russi ci provarono?

Questa è una delle vostre grandi occasioni per battere le tesi lunacomplottiste sul loro terreno. Queste tesi hanno il pregio di essere affascinanti e intriganti da raccontare, ma anche la realtà è altrettanto ricca di fascino. Pochi sanno dei tentativi sovietici di portare un cosmonauta sulla Luna con il progetto N1-L3. Raccontateli: non li conosce quasi nessuno. Avrete modo di stupire il vostro pubblico con un complotto vero: quello russo per nascondere di averci provato. Se qualcuno obietta che l'N1-L3 fallì, va ricordato che c'era anche il progetto di circumnavigazione L1, che aveva tutte le carte in regola per avere successo e fu annullato soltanto perché gli Americani orbitarono per primi intorno alla Luna.

Perché i Sovietici non denunciarono al mondo la messinscena?

Erano in grado di accorgersene, grazie alla loro rete di spionaggio e di intercettazione delle comunicazioni radio e di telemetria. Avrebbero avuto tutti i motivi per denunciare una falsificazione. Far fare una figuraccia ai rivali capitalisti degenerati sarebbe stata un'occasione ghiottissima. Eppure rimasero zitti. Come mai? Una risposta ricorrente dei lunacomplottisti a questa domanda è che «avevano anche loro i loro scheletri nell'armadio» e che prima del primo volo spaziale umano «ufficiale», quello di Gagarin, ci furono altri lanci che fallirono. A parte il fatto che usare un'ipotesi di complotto per giustificare un'altra non è il massimo del rigore scientifico (dove sono le conferme autorevoli di que-

ste missioni pre-Gagarin?), durante la Guerra Fredda gli Stati Uniti non si fecero scrupolo di denunciare le falsità della propaganda sovietica e viceversa, per cui è ridicolo e implausibile che si siano fatti questa reciproca cortesia di stare zitti soltanto per i voli spaziali, così carichi di prestigio politico.

Quante foto e quante ore di ripresa filmata e di diretta televisiva sarebbe stato necessario falsificare?

Chiedete al lunacomplottista delle cifre: non le avrà. Spiegate che soltanto le foto scattate sulla Luna sono oltre 6.500. Soltanto le riprese televisive e cinematografiche della missione Apollo 16 sulla Luna ammontano a oltre 14 ore. E gli sbarchi furono sei. Fate notare, inoltre, che sarebbe stato necessario creare tutto questo materiale senza incoerenze o contraddizioni.

Con gli effetti speciali di allora, come fu impedito che la troupe e le attrezzature di scena fossero riflesse nelle visiere a specchio degli astronauti?

Chiedete di spiegare con precisione quale tecnica di ripresa avrebbe permesso questo risultato. Fate notare che spesso le visiere non mostrano semplicemente il cielo nero, ma riflettono i dettagli del terreno e degli strumenti circostanti. L'unico modo plausibile per «nascondere» la troupe sarebbe stato non averla: usare soltanto la fotocamera, la cinepresa o la telecamera montate nelle immagini, impugnata dall'altro astronauta o montata su un supporto. Ma questo avrebbe significato rinunciare a qualunque effetto realizzabile da una troupe e da apparati di ripresa più sofisticati e quindi avrebbe reso ancora più complicata la messinscena. Per esempio, il cameraman avrebbe dovuto lavorare vestito da astronauta e il set avreb-

be dovuto essere perfetto (anche la «quarta parete», quella dietro il punto di ripresa, avrebbe dovuto simulare il suolo e il cielo lunare). Per non parlare della necessità di lavorare nel vuoto per ottenere il moto parabolico della polvere calciata dagli astronauti. **Con gli effetti speciali di allora, come sarebbe stato ottenuto il moto parabolico della polvere calciata dagli astronauti o sollevata dalla jeep lunare senza produrre volute?**

È un effetto che si può ottenere soltanto nel vuoto. Chiedete una descrizione tecnica di come sarebbe stato ottenuto quest'effetto, sottolineando che occorre realizzarlo mentre si ottiene contemporaneamente la camminata degli astronauti. Senza trucchi digitali, perché negli Anni Sessanta non c'era la grafica computerizzata. Il lunacomplottista non saprà rispondere.

Vedi errori rivelatori dappertutto: ma allora chi lo fece, questo complotto, Stanlio e Ollio?

Chiedete perché un complotto dal quale dipendeva il prestigio mondiale degli Stati Uniti sarebbe stato realizzato così male da essere pieno di errori. Fu affidato a un branco di pasticcioni?

Come mai nessuno degli esperti del settore, anche non americani, è d'accordo con te?

Sono tutti pagati per tacere? Come funziona questo meccanismo? Si viene avvicinati da un uomo in nero alla fine del corso di laurea in ingegneria aerospaziale? Chiedete come mai tutte le presunte anomalie nelle foto, nei video e nella tecnologia del progetto Apollo sono prove evidenti di messinscena soltanto agli occhi dei lunacomplottisti. È plausibile che dei dilettanti senza preparazione specialistica vedano quello che gli addetti ai lavori non notano? E non è un po' arrogante che un cospirazionista lunare pensi di saperne più di un ingegnere aerospaziale?

Soprattutto ricordate ai presenti una cosa: chi insinua queste tesi di messinscena insulta i tanti piloti, tecnici e astronauti che sono morti nel tentativo di raggiungere la Luna e dovrebbe vergognarsi. Alla fine, infatti, il cospirazionismo lunare non è questione di tecnologia, ma di ideologia e pregiudizio, ed è su questo terreno, con il supporto dei fatti, che va combattuto.

(6 - fine)

Venere al Festival del Cinema

Costantino Sigismondi

Il 3 agosto nella serata dell'anteprima del Festival, Venere è stata la «guest star». Quando mancavano poche manciate di secondi alle 21h30, la telecamera ha inquadrato l'orologio sul campanile. Alla sua sinistra splendeva Venere, che per effetto del moto diurno si spostava lentamente verso il campanile stesso. E proprio alle 21:30, in poco più di un secondo, per effetto della propria dimensione angolare, la luce del più luminoso dei corpi celesti dopo il Sole e la Luna è sparita dietro il campanile. Uno spettacolo che non è sfuggito agli astronomi dell'IRSOL presenti in piazza, che hanno misurato estemporaneamente la durata di questo fenomeno: un'occultazione di Venere da parte di un corpo posto non all'infinito, ma abbastanza lontano, come il campanile.

Sorgono delle questioni tecniche abbastanza stimolanti sia per addetti ai lavori (fotografi, cameraman, astronomi, studenti di ottica...) che non. La prima: se si mette a fuoco il campanile, anche Venere risulta a fuoco o no? È un problema sulla profondità del fuoco. La seconda: la durata dell'occultazione dietro un bordo posto a una distanza grande ma non infinita è maggiore di quella che si registrerebbe se lo stesso bordo fosse all'infinito, per esempio in pratica alla distanza della Luna?

Profondità di fuoco

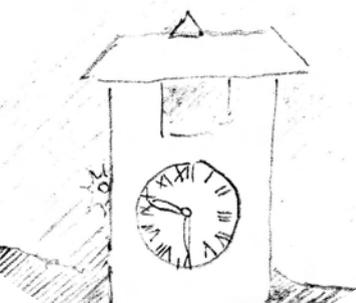
Tutti i fotografi sanno che, se si vuole fare una foto in cui sia lo sfondo (*background*) che ciò che è più in primo piano (*foreground*) siano a

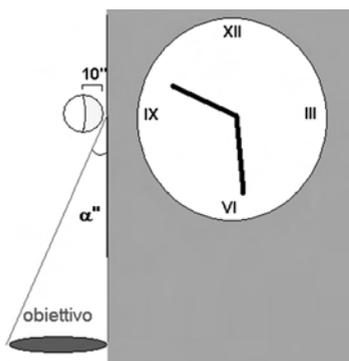
fuoco, occorre usare un diaframma stretto. Questo, ai tempi degli ASA, implicava tempi di posa più lunghi, mentre oggi con le macchinette digitali si è quasi completamente perso questo gusto di fare degli errori per conseguire il successo. In astronomia, invece, se si mette a fuoco la Luna automaticamente sono a fuoco tutti i corpi celesti. Questo fa sì che il cielo appaia come una sfera attorno a noi, in cui tutti i corpi sembrano equidistanti. Il tempo che passiamo a mettere a fuoco i dettagli dei pianeti e degli altri corpi celesti è dovuto al *seeing*, che ha l'effetto di sfuocare l'immagine sparpagliandone i fotoni oltre i contorni netti che si percepirebbero dallo spazio fuori dell'atmosfera.

Torniamo al Festival del cinema di Locarno e consideriamo il fenomeno di questa particolare occultazione di Venere da parte della torre dell'orologio.

L'obbiettivo di una telecamera di 10 cm di diametro posta a 200 metri dal campanile sottende un angolo di circa 100 secondi d'arco vista dal campanile. Venere, se fosse stata messa a fuoco, sarebbe apparsa come una mezzaluna del diametro di circa 20 secondi, ma solo 10 secondi d'arco nella direzione del suo moto diurno, che l'ha portata a nascondersi dietro la torre alle 21h30. Invece appariva come un pallocco piuttosto grandicello, poiché era a fuoco l'orologio. Quando il terminatore di Venere ha toccato il bordo della torre, la luce del pianeta raccolta dalla telecamera ha cominciato a diminuire ma, per il fatto che l'angolo sotteso dall'obbiettivo della telecamera era 10 volte il raggio di Venere, l'occultazione è durata molto più a lungo che se fosse stata osservata per esempio a occhio nudo. L'occhio nudo infatti avrebbe avuto un diametro di 5 mm, con un angolo di 5 secondi d'arco... e l'occultazione sarebbe durata come se il raggio di Venere fosse stato di 15 secondi

*Venere che scompare dietro il campanile di Piazza Grande.
(Carboncino dell'autore)*





Schema degli angoli visuali dell'immersione di Venere dietro il campanile.

d'arco: 10 di suo e 5 dell'occhio. In pratica, la dimensione dell'obiettivo (sia esso quello della telecamera oppure la nostra pupilla) allunga la durata dell'occultazione perché riesce a sbirciare dietro la torre fino a un angolo pari alla sua dimensione vista dalla torre stessa. Questo determina il cosiddetto cerchio di confusione, che in base alla risoluzione angolare del recettore (il sensore CCD della telecamera oppure la retina) viene considerato accettabile o no quanto a messa a fuoco. L'operazione di diaframmare l'obiettivo non fa altro che ridurre quest'angolo in modo che l'effetto di sfocatura attorno ai vari soggetti sia ridotto al minimo.

In definitiva, se qualcuno volesse fare una foto con la falce crescente di Venere e l'orologio della piazza grande di Locarno, dovrebbe mettersi il più lontano possibile con l'obiettivo più stretto possibile, ma non troppo per non perdere i dettagli a causa della diffrazione. Con 2 cm di obiettivo a 200 metri siamo a un cerchio di confusione di 20 secondi d'arco e una diffrazione di 5 secondi d'arco, mentre con 1 cm abbiamo 10 secondi d'arco di confusione e 10 di diffrazione...

Lasciamo ai Locarnesi il piacere di sperimentare.

Durata dell'occultazione

Venere, che si trovava praticamente sull'equatore celeste, per effetto del moto diurno si muoveva a una velocità angolare di 15 secondi d'arco ogni secondo di tempo. A questa velocità un corpo celeste fa il giro completo del cielo, 360 gradi, in 24 ore. La durata della fase di immersione dell'occultazione da un ostacolo all'infinito, ad esempio come la Luna, sarebbe di circa 10/15 di secondo, cioè circa 7 decimi di secondo.

La durata dell'immersione dietro la torre vista a occhio da 200 metri di distanza sarebbe stata $(10+5)/15 = 1$ secondo, mentre con la telecamera $(10+100)/15$, cioè poco più di 7 secondi.

Inquadrature da Festival

Giove che sorge tra i monti potrebbe essere un nuovo soggetto. Oppure un tramonto di Saturno tra le colline, da fotografare sullo sfondo degli alberi o di un campanile lontano... Quando ci si piazza a molti chilometri di distanza il cerchio di confusione si riduce tantissimo e sia il pianeta sia il suo *foreground* risultano perfettamente a fuoco.

Quella sera in Piazza Grande la magia del cinema in piazza nel Festival cinematografico più simpatico del mondo ha preso il sopravvento. Ma quell'inquadratura resterà un *unicum* di questo festival: nessun'altra volta Venere esattamente alle 21h30 sarà lì a ripetere lo spettacolo. Paganini non ripete.

La «star» che ha aperto il festival di Locarno, quest'anno, è stato proprio «lo bel pianeta che ad amar conforta» (Purgatorio I, 19).

I raggi di Nancy

Marco Cagnotti

Correva l'anno 1903: un'epoca di grandi scoperte. La fine dell'Ottocento è un momento in cui i fisici si accorgono che ci sono moltissime radiazioni, o raggi, di cui prima nemmeno sospettavano l'esistenza: alfa, beta, gamma, radio, X... Tutti vengono sperimentati anche sulle persone e, senza saperne niente, materiali che li producono vengono inseriti in oggetti di consumo: cibi, abiti, scarpe. Ci sono il sapone Radium, la farina Radium, il lucido per scarpe Radium, ma anche i digestivi e le bibite Radon. Inutile dire che tutta quella roba fa parecchio male alla salute. Però non lo sa nessuno. E poi è molto *trendy*. Ecco, in questo bel contesto scientifico e culturale emerge la vicenda di Prosper-René Blondlot e dei suoi raggi N.

Nel 1903 Blondlot è un fisico francese molto noto e stimato e insegna a Nancy. Mentre studia l'effetto del passaggio dei raggi X in un prisma di vetro, vede con la coda dell'occhio un bagliore luminoso. Ripete la prova e la scintilla riappare. In breve si convince di aver scoperto una nuova radiazione: i raggi N. Li chiama così in onore di Nancy: Blondlot era un po' sciovinista, come talvolta sanno essere i Francesi. Il fisico pubblica le sue ricerche e tutti si mettono a studiare i raggi N. Si scopre così che vengono deviati dall'alluminio, che attraversano il legno ma non l'acqua, che fanno illuminare uno schermo fosforescente. In poco tempo salta fuori che praticamente tutto emette raggi N: le lampade elettriche, il Sole, i mattoni e i sassi del cortile, anche il corpo umano.

In particolare, l'emissione umana spinge a considerare i raggi N come strumento diagnostico. Qualche medico ritiene che possano essere impiegati per diagnosticare i tumori al cervello, perché i tessuti nervosi ma

anche i muscoli in tensione emettono raggi N. Se ti metti dietro uno schermo fosforescente abbastanza grande in una stanza buia e fletti le braccia, Blondlot vedrà sullo schermo il tuo profilo, un po' più luminoso in corrispondenza dei bicipiti e dell'area di Broca nella tua testa. Ma per vederli Blondlot deve guardarti di sbieco, nell'oscurità totale, dopo aver abituato gli occhi al buio.

Ma si può misurare una roba così? No, non si può. Troppo soggettivo è l'effetto. Però Blondlot insiste e molti colleghi francesi gli vanno dietro: tutti a vedere i raggi N. Gli inglesi e i tedeschi, dal canto loro, sono frustratissimi, perché non vedono niente. Con qualche eccezione. Per esempio l'inglese Stetson Hooker, di Durham, vede raggi N di colore diverso a seconda del carattere: le persone passionali li emettono rossi, quelle ambiziose arancioni, i pensatori blu e gli artisti gialli, gli ansiosi e i depressi grigi, i delinquenti marrone torbido. Lo so: puzza tanto di boiata colossale, al confine con la New Age.

Alla fine ci mette lo zampino un americano: Robert Wood, preside della facoltà di fisica della Johns Hopkins University. Su incarico di un collega tedesco, nel settembre del 1904 Wood va a Nancy a trovare Blondlot, che ben volentieri gli apre il laboratorio e realizza qualche esperimento per lui. E gli mostra i raggi N. Solo che Wood non vede un accidente. E Blondlot: «Si vede che siete nella posizione sbagliata o che il vostro occhio non è ben abituato al buio». Alla fine i due si mettono allo spettroscopio e Blondlot comincia a descrivere come varia l'intensità dei lampi luminosi dei raggi N. Serissimo e convintissimo. Wood è sempre più scettico. A un certo punto, nel buio, l'americano toglie il prisma dallo spettroscopio. In questo modo Blondlot

Prosper-René Blondlot.



non dovrebbe vedere più niente. Ma Blondlot, imperterrito, continua a descrivere i raggi N che vede e che misura. Fine dell'esperimento. Wood ringrazia, saluta e se ne va.

Tornato a casa, Wood scrive a «Nature» e smentisce tutta l'illusione dei raggi N. Immediatamente tutti gli altri scienziati si accorgono a propria volta di essersi lasciati autosuggestionare. La vicenda si sgonfia. I raggi N diventano oggetto di barzellette. Ma...

...nel caso di Blondlot entriamo nell'ordine del patologico. Perché lui non smette di crederci. Lui li aveva visti davvero, i raggi N. E muore nel 1930 ancora convinto e, per la verità, anche un po' fuori di testa. O almeno così si diceva nell'ambiente. Rimane però un mistero: che cos'aveva visto il buon Blondlot, che certo non era un cretino, nel 1903?

Blondlot, secondo un'interpretazione moderna, era stato vittima di un effetto fisiologico. Nel nostro occhio ci sono i coni e i bastoncelli: cellule con scopi diversi. I coni ci

fanno vedere a colori e i bastoncelli in bianco e nero. Ma i bastoncelli sono più sensibili: ecco perché di notte vediamo in bianco e nero. Al centro dell'occhio ci sono solo i coni. Sul bordo ci sono entrambi. Allora, nel buio, quando tu osservi direttamente un oggetto non lo vedi bene. Ma se guardi lì accanto, senza puntarlo, ecco che magicamente appare, rivelato dai bastoncelli laterali. Se sposti lo sguardo da una sorgente luminosa, ecco che ti appare più brillante. È un trucchetto che spesso usano gli astrofili, quando al telescopio osservano un oggetto molto debole.

Duplice morale della favola: anzitutto sta' attento all'autosuggerimento, e poi, anche se ti sbagli, cent'anni dopo ci sarà qualcuno pronto a dare una spiegazione razionale, magari imparando qualcosa di nuovo sulla fisiologia umana.

Light pollution from «John Wayne desert»

Carlo Gualdoni

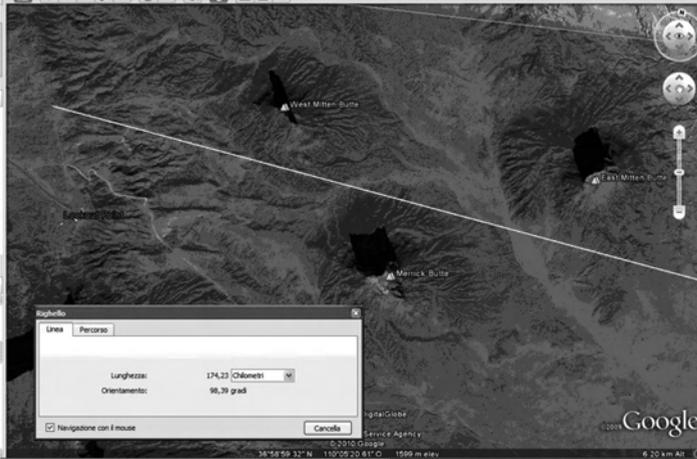
La Monument Valley, al confine settentrionale dello stato nordamericano dell'Arizona, è sempre stata nel mio immaginario un posto dove gli elementi naturali sono gli incontrastati padroni e dove la presenza umana è solo uno sporadico e occasionale... accidente nello scorrere naturale del tempo. Grandi e sconfinate distese di deserto caratterizzate da picchi rocciosi monolitici dal caratteristico colore rosso, coyote che ululano alla luna, avvoltoi che con grandi cerchi nel cielo perlustrano il terreno alla ricerca di cibo, insidiosi serpenti velenosi che si annidano tra le rocce e, di notte, un cielo stellato sconfinato che incombe

su questo paesaggio come una pesante cupola tempestata di gemme luminose: questi sono alcuni dei luoghi comuni che mi vengono in mente pensando a quei luoghi.

Forse la letteratura, Hollywood e i media hanno influenzato un po' il mio giudizio e quei posti non sono più così selvaggi e liberi dall'ingombrante presenza umana come io immagino. Così, girovagando in Internet alla ricerca di immagini spettacolari del cielo stellato per il mio desktop, mi sono imbattuto in un'immagine piuttosto famosa del fotografo paesaggista Wally Pecholka, che ha ripreso l'inconfondibile panorama dei picchi della Monument Valley



Monument Valley. Tra i due picchi rocciosi della West Mitten Butte e della Mearrick Butte si può vedere l'inquinamento luminoso proveniente dal New Mexico. (Cortesia: Wally Pecholka)



Qui accanto, vista dall'alto della Monument Valley. A sinistra il centro visitatori. La linea indica la direzione di ripresa dell'immagine, con i tre caratteristici speroni rocciosi. In basso, mappa delle sorgenti luminose. La linea collega la Monument Valley, a sinistra, con la cittadina di Farmingtown a destra

che si stagliano contro un magnifico cielo stellato invernale con la costellazione di Orione in primo piano. Alcuni oggetti del profondo cielo come la grande nebulosa di Orione e la nebulosa Rosetta, che da quest'immagine si capisce quanto sia grande, si stagliano con il loro caratteristico colore rosso contro un cielo stellato brulicante di stelle, una stella cadente scivola via veloce mentre un *dome* luminoso dal caratteristico colore giallo evidenzia la presenza di una città all'orizzonte...

Come come come? Inquinamento luminoso nella Monument Valley? Mi cade un mito! Come può esserci inquinamento luminoso in quel deserto desolato? A questo punto la curiosità di capire quale città fosse la causa di questo sfregio alla natura e a quale distanza fosse mi ha spinto a svolgere qualche indagine. Non essendo mai stato in quei posti, non avevo la minima idea del luogo da cui potesse essere stata scattata l'immagine. Google Maps mi è



stato di grande aiuto nell'identificare sia il punto di vista dell'immagine sia la sorgente di luce.

Guardando la foto, le due rocce alla sinistra sono i caratteristici West e East Mittens Butte, mentre la roccia sulla destra è la Merrick Butte: le principali attrazioni che possono ammirare i visitatori di questo curioso deserto rosso proprio dalle terrazze del centro visitatori. L'immagine dunque è stata ripresa nei pressi del centro visitatori, probabilmente poco a Nord del centro stesso. La linea di vista è pres-



soché a Est con angolo di azimut di circa 98°. Prolungando questa linea, dopo aver sorvolato 125 chilometri di deserto incontaminato si incontra la cittadina di Shiprock, di 8.156 anime, e dopo altri 45 chilometri Farmington, con 37.844 abitanti, entrambe nello stato del New Mexico. Considerando che per 125 chilometri della Monument Valley c'è solo buio deserto, è stupefacente vedere come una cittadina di meno di 40 mila abitanti possa rischiarare l'orizzonte a quella distanza.

Da questa piccola ricerca si può capire quanto i moderni agglomerati urbani, anche se di dimensioni limitate, siano delle formidabili sorgenti di inquinamento luminoso, e come mai non ci sia più un solo angolo di cielo naturale a distanze ragionevoli dalle nostre città. Inoltre la concentrazione di centri urbani fa sì che non sia possibile allontanarsi abbastanza da una zona abitata in modo da poter accedere a un cielo naturale. Questo, almeno, qui in Europa. Purtroppo il continuo, lento deterioramento del cielo notturno crea una sorta di assuefazione tra le persone e tra gli stessi astrofili. Oggi basta che si veda la Via Lattea per pensare di essere sotto un cielo buio, mentre questo non è vero.

Quando ci si trova sotto un vero firmamento naturale, si percepisce una sorta di sensazione quasi di disagio e smarrimento. Si ha la chiara impressione di essere sotto una cupola: esattamente quello che avevano sempre creduto gli Antichi, che il cielo lo vedevano proprio così. I sensi entrano in conflitto: mentre

la vista comunica al cervello di essere in un ambiente chiuso, l'udito avverte di essere in un ambiente aperto, e ciò provoca una sensazione di disagio. In un cielo buio naturale la Via Lattea non è solo una pallida fascia bianca un po' indistinta e spettrale, ma si presenta come l'elemento più appariscente del cielo stesso, ricca di dettagli e ben definita. Inoltre la sua presenza tende a nascondere le costellazioni che si proiettano su di essa. La costellazione del Cigno, che è una delle costellazioni estive che meglio si stagliano in cielo, si perde nella luminosità della Via Lattea e risulta molto meno evidente di quando viene osservata sotto un cielo moderatamente inquinato.

John E. Bortle, famoso astrofilo americano e autore della nota scala dell'inquinamento luminoso, dice che negli Anni Settanta era possibile accedere a cieli bui naturali con circa un'ora di auto dai maggiori centri urbani, mentre ai giorni nostri bisogna allontanarsi di almeno 250 chilometri e anche più. Inoltre aggiunge che in quegli anni era ancora possibile trovare un firmamento naturale nelle regioni del Nordest degli Stati Uniti, dove lui abita e osserva, mentre ora questo non è più possibile e Bortle deve rassegnarsi a convivere con l'inquinamento luminoso.

La nostra Terra è un vero balcone naturale affacciato sull'universo. Alla natura sarebbe bastato molto poco per impedire agli umani di godere di questa vista. Ma a questo hanno pensato loro stessi...

New

Konus Digimax 90

"Go-To" Makautov-Cassagrain

Ottica ø 90 F 1225mm
2 oculari Plössl 10 e 40mm
cercatore red dot.
motorizzato
con computer SkyScanAZ
completo di treppiede in acciaio
accessoriato
completo pronto all'uso
CHF 1195.-



Konusmotor 130

Nuovo riflettore
Newtoniano
con motore elettronico
grande stabilità

Ottica multitrattata ø 130
focale 1000mm f/8;
2 oculari ø 31,8mm Plössl 10 e 17mm
montatura equatoriale motorizzata
nuovo cercatore a punto rosso
messa a fuoco motorizzata
treppiede in alluminio,
borse per il trasporto
preparato pronto all'uso
CHF 698.-



New

Celestron Advanced C8-SGT

Schmidt-Cassegrain
ø 203mm F 2032 mm
con funzione di puntamento
e inseguimento automatico
database con 40'000 oggetti
oculare Plössl
cercatore 8x50
completo di treppiede in acciaio
da **CHF 2290.-**



Celestron NexStar 8

Schmidt-Cassegrain
ø 203mm F 2032 mm
con funzione di puntamento
e inseguimento automatico
database con 40'000 oggetti
2 oculari Plössl 10 e 25mm
puntatore stellare
completo di treppiede
in acciaio
GPS compatibile
accessoriato
completo pronto all'uso
CHF 3200.-



con riserva di eventuali modifiche tecniche o di listino

Consulenza e
vasto assortimento
di accessori
a pronta disponibilità

CELESTRON
Bushnell
Vixen
MEADE
Tele Vue
KONUS
ZEISS

dal 1927



OTTICO MICHEL

occhiali • lenti a contatto • strumenti ottici

Lugano (Sede)
via Nassa 9
tel. 091 923 36 51

Lugano
via Pretorio 14
tel. 091 922 03 72

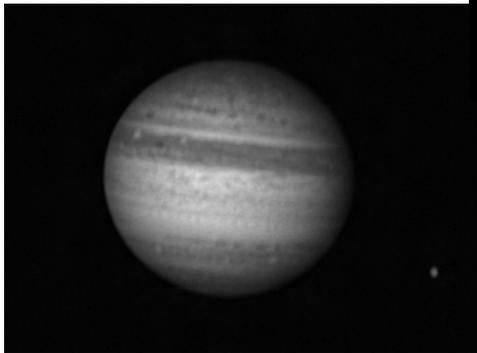
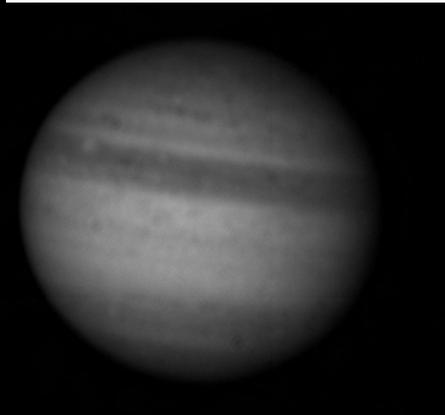
Chiasso
c.so S. Gottardo 32
tel. 091 682 50 66

Mar. 10.02

Le foto



Uno splendido set di immagini raccolte presso l'Osservatorio del Monte Lema da Ivo Scheggia con la collaborazione di Francesco Fumagalli e Mauro Luraschi.



Riprese di Giove realizzate tra le 03h28 e le 04h27 del 16 luglio 2010. Le due immagini in alto, realizzate con la Barlow 2x, sono parzialmente rovinate dalla troppa polvere sul sensore. Nell'immagine in alto si vede chiarissima l'assenza di una delle due bande equatoriali colorate. Prestando attenzione, si nota sul lato destro la macchia rossa che sta apparendo. La luna visibile nell'immagine a sinistra è Ganimede.

L'ammasso globulare M15, ripreso il 16 luglio 2010 alle 02h27 con posa singola da 60 secondi senza autoguida e con sottrazione automatica del dark. Il telescopio ha 4 metri di lunghezza focale e la CCD ha pixel da 9 micron (0.46 arcsec/pixel). Il vento non c'era, la trasparenza era buona e il seeing era molto clemente: un'ottima notte.



Per incontrarsi, discutere, imparare dalle esperienze degli altri

La Giornata Ticinese dell'Astronomia

Nessun libro può trasmettere la passione di un essere umano. Ecco perché i momenti in cui gli astrofili si incontrano, per osservare insieme ma anche per condividere le proprie esperienze, sono così importanti. La SAT organizza quindi la

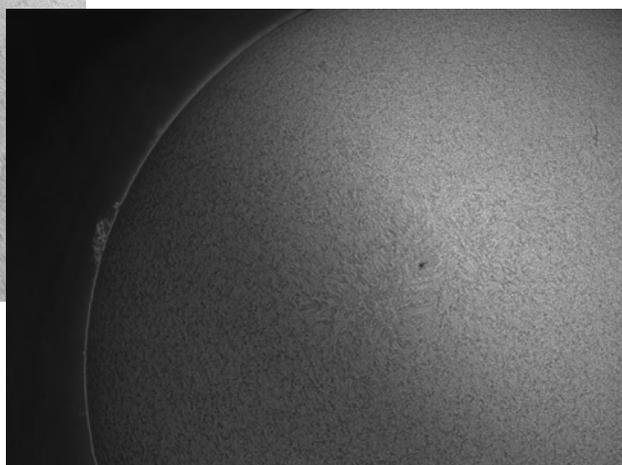
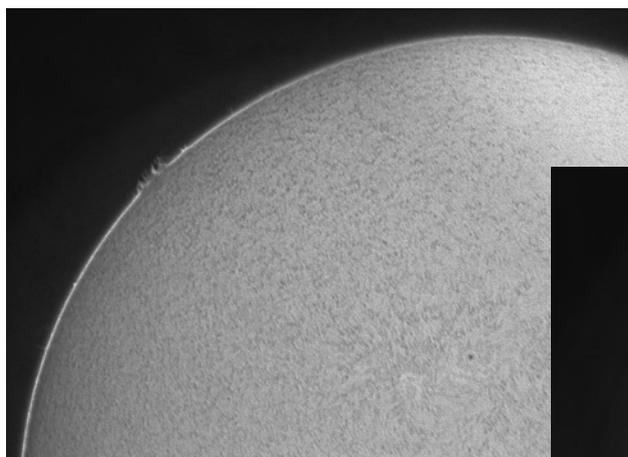
Giornata Ticinese dell'Astronomia sabato 18 settembre

presso il Liceo Cantonale di Lugano 2 a Savosa.
I lavori inizieranno alle 14h.

Tutti gli astrofili e gli appassionati sono invitati a partecipare.

Programma:

- Vedendo Blue - LED, la tecnologia della discordia (S. Klett)
- Astrobiologia amatoriale (Y. Malagutti)
- L'osservazione del Sole all'ISIS «Valceresio» di Bisuschio (Va): resoconto di un'esperienza didattica (M. Gatti)
- Autocostruzione di un dobsoniano (A. Blatter)
- Ambiti di osservazione per astrofili iniziati (S. Sposetti)
- Le attività dell'ultimo anno al Calina di Carona (F. Fumagalli)



Il Sole è stato filmato tra le 17h00 e le 17h25 circa del 15 luglio 2010. Ogni immagine è la sovrapposizione di due immagini (una per la superficie del Sole, la seconda per le protuberanze sul bordo).

Bando di concorso

Per onorare la memoria di un suo membro, l'ingegner Ezio Fioravanzo di Milano, esperto e appassionato astrofilo, la Società Astronomica Ticinese (SAT), grazie all'iniziativa e con l'appoggio finanziario della figlia del defunto, dottoressa Rita Erica Fioravanzo, istituisce un concorso, arrivato alla sua 16.esima edizione, per l'assegnazione del

Premio Ezio Fioravanzo 2010

inteso a risvegliare e a favorire nei giovani del nostro Cantone l'interesse per l'astronomia.

1. Il concorso è riservato ai giovani residenti nel Ticino, di età compresa tra 14 e 21 anni (al momento della scadenza).
2. I lavori in concorso devono consistere in un elaborato di argomento astronomico, eventualmente un Lavoro di Maturità (LaM). In caso di vittoria, dall'elaborato dovrà poi essere estratto un articolo adatto alla pubblicazione su «Meridiana», che non dovrà occupare più di 6 pagine dattiloscritte, in formato A4, e dovrà possibilmente essere illustrato con fotografie, figure o disegni. Possono essere descritte in particolare:
 - osservazioni e rilevazioni astronomiche (a occhio nudo, con binocoli, telescopi o altri strumenti),
 - costruzione di strumenti o apparecchiature come cannocchiali e telescopi, altri dispositivi osservativi, orologi solari (meridiane) eccetera,
 - esperienze di divulgazione,
 - visite a Osservatori, mostre e musei astronomici,
 - ricerche storiche su soggetti della nostra materia.
3. I lavori devono essere inviati entro il 31 dicembre 2010, all'indirizzo:
«Astroconcorso», Specola Solare Ticinese, 6605 Locarno-Monti
4. Essi verranno giudicati inappellabilmente da una giuria composta da membri del Comitato direttivo della SAT e dalla dottoressa Rita Fioravanzo. Più che allo stile letterario verrà data importanza al contenuto del lavoro e si terrà pure conto dell'età del concorrente.
5. Verranno aggiudicati tre premi in buoni acquisto presso negozi di ottica e librerie (Michel e Dozio, Lugano e Libreria-cartoleria Locarnese):
 - il primo del valore di 600.- Fr.
 - il secondo del valore di 400.- Fr.
 - il terzo del valore di 300.- Fr.Possono anche essere assegnati premi *ex-aequo*.

Astroquiz

a cura di Mario Gatti

Quanto conosci l'astronomia? E, se non ne sai abbastanza, sai almeno come e dove trovare le informazioni? Affinché tu possa mettere alla prova le tue conoscenze e le tue capacità investigative, «Meridiana» ti propone in ogni numero 15 domande. Per chi risponderà velocemente a tutte, in palio c'è un anno di adesione gratuita alla Società Astronomica Ticinese (SAT).

Le domande

1. Come si chiamano i due satelliti di Marte?
2. In che anno è stata lanciata la missione spaziale Cassini-Huygens?
3. Quale delle Missioni Apollo ha compiuto per prima un'orbita attorno alla Luna?
4. Come si chiama la stella principale della costellazione della Lira (Alpha Lyrae)?
5. Come si chiama il punto dell'orbita della Terra più lontano dal Sole?
6. I nomi Alkaid e Benetnasch identificano la stessa stella. Quale?
7. Come si chiama la linea ideale che congiunge i punti di minima e massima distanza di un pianeta dalla sua stella?
8. L'atmosfera di Titano, satellite di Saturno, è composta per il 98,4 per cento da ammoniaca. Vero o falso?
9. Il Mare Caloris, il bacino più grande del pianeta Mercurio, deve il suo nome al fatto che si trova sempre esposto alla luce del Sole durante il passaggio di Mercurio al perielio e pertanto è uno dei punti più caldi del pianeta. Vero o falso?
10. Qual è il nome proprio delle tre stelle più luminose della cosiddetta «Cintura di Orione», cioè Zeta Ori, Epsilon Ori e Delta Ori? Rispondere rispettando esattamente l'ordine delle stelle come proposto.
11. Con che sigla vengono indicate le galassie irregolari nella cosiddetta Sequenza di Hubble?
12. Alhena, la stella Gamma della costellazione dei Gemelli, è una doppia spettroscopica. Vero o falso?
13. I termini «flare» e «brillamento», riferiti all'emissione improvvisa di energia dal Sole, sono spesso usati come sinonimi in quanto sono la traduzione letterale uno dell'altro. È corretto?
14. HD 191765, HD 192103 e HD 192641 sono le sigle di tre stelle della costellazione del Cigno. A quale classe spettrale appartengono?
15. Intorno all'anno 11.700 d.C. la Stella di Barnard raggiungerà la minima distanza dal sole (3,8 anni-luce). Sarà possibile osservarla a occhio nudo?

Il regolamento

1. Per vincere l'Astroquiz è necessario rispondere correttamente a tutte e 15 le domande proposte e consegnare, per primi ed entro il giorno di pubblicazione del numero successivo della rivista, le risposte in forma rigorosamente cartacea (per non avvantaggiare chi usa la posta elettronica) all'indirizzo

Società Astronomica Ticinese
c/o Specola Solare Ticinese
Via ai Monti 146
CH - 6605 Locarno Monti

Se scritte a mano, le risposte dovranno essere leggibili, altrimenti non verranno considerate.

2. Il premio in palio per il vincitore è un anno di adesione gratuita alla SAT.
3. Il vincitore di un Astroquiz potrà partecipare nuovamente per la propria soddisfazione personale ma, per le sei edizioni successive (corrispondenti a un anno), non potrà vincere nuovamente il premio.
4. Le risposte ricevute verranno valutate insindacabilmente dalla redazione di «Meridiana».
5. Le risposte corrette saranno pubblicate sul numero successivo della rivista.

Con l'occhio all'oculare...

Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti nei pressi di MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'Osservatorio). Un solo appuntamento pubblico in questo trimestre a cura del Centro Astronomico del Locarnese (CAL) con il telescopio Maksutov \varnothing 300 mm di proprietà della SAT:

martedì 14 settembre (dalle 19h)

L'evento si terrà con qualsiasi tempo. Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 14 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una settimana prima dell'appuntamento. Si possono effettuare prenotazioni telefoniche (091.756.23.79) dalle 10h15 alle 11h45 dei giorni feriali oppure in qualsiasi momento attraverso Internet (<http://www.irsol.ch/cal>).

Monte Lema

Sono previsti i seguenti appuntamenti (a partire dalle 20h30):

sabato 4 settembre

(Giove, costellazioni)

venerdì 10 settembre

(Giove, costellazioni)

venerdì 17 settembre

(Luna, Giove, costellazioni)

venerdì 29 ottobre

(Giove, Urano, costellazioni)

sabato 6 novembre

(Giove, Urano, costellazioni)

Le serate si svolgeranno solo con tempo favorevole. Prezzo di salita e discesa, comprensiva dell'osservazione al telescopio con guida esperta: soci del gruppo «Le Pleiadi» franchi 20.-, non soci franchi 30.-. Prenotazione obbligatoria presso l'Ente Turistico del Malcantone il mercoledì e il giovedì dalle 14h00 alle 16h30 (tel. 091.606.29.86).

Per ulteriori informazioni consultare il sito dell'associazione «Le Pleiadi» (<http://www.lepleiadi.ch>).

Monte Generoso

Sono previsti i seguenti appuntamenti presso l'Osservatorio in vetta:

sabato 11 settembre

(Giove, costellazioni estive)

domenica 12 settembre

(Sole)

sabato 18 settembre

(Luna, Giove, cielo profondo)

sabato 9 ottobre

(Giove, ammassi stellari, nebulose, galassie)

domenica 10 ottobre

(Sole)

sabato 16 ottobre

(Luna, Giove, Urano, cielo profondo)

sabato 13 novembre

(Luna, Giove, Urano, cielo profondo)

sabato 27 novembre

(Giove, Urano, ammassi stellari)

Per le osservazioni notturne la salita con il trenino avviene alle 19h15 e la discesa alle 23h30. Per le osservazioni diurne, salite e discese si svolgono secondo l'orario in vigore al momento dell'osservazione.

Per eventuali prenotazioni è necessario telefonare alla direzione della Ferrovia Monte Generoso (091.630.51.11).

Calina di Carona

Le serate pubbliche di osservazione si tengono in caso di tempo favorevole sempre a partire dalle 21h:

venerdì 13 settembre

(Giove)

sabato 18 settembre

(Luna, Giove, costellazioni autunnali)

venerdì 1. ottobre

(Giove, Urano, costellazioni autunnali)

sabato 16 ottobre

(Luna, Giove, Urano, costellazioni autunnali)

Le osservazioni del Sole si tengono sempre a partire dalle 14h:

domenica 17 ottobre

domenica 31 ottobre

domenica 7 novembre

L'Osservatorio è raggiungibile in automobile. Non è necessario prenotarsi. Responsabile: Fausto Delucchi (079-389.19.11).

shop online



www.bronz.ch



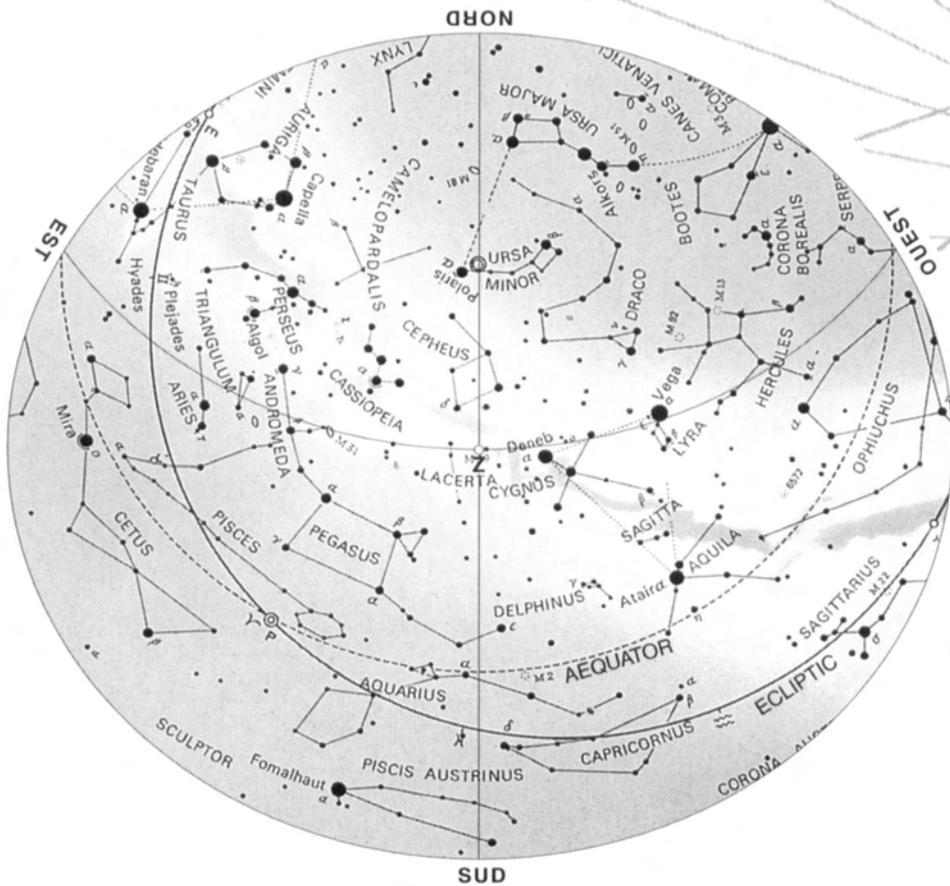
Effemeridi da settembre a novembre 2010

Visibilità dei pianeti

MERCURIO	Riappare al mattino a partire dalla seconda metà di settembre e fino alla prima settimana di ottobre. Invisibile poi fino a metà novembre, quando ritorna visibile di nuovo alla sera. In congiunzione con Marte il 21 novembre.
VENERE	Ancora un po' visibile di sera fino a metà ottobre. Il 29 di questo mese è in congiunzione col Sole e rimane invisibile in seguito. È in congiunzione con Marte il 29 settembre.
MARTE	Sempre visibile in serata verso l'orizzonte ovest, dove tramonta circa un'ora dopo il Sole.
GIOVE	In settembre e ottobre visibile praticamente per tutta la notte. È in opposizione il 21 settembre, tra le stelle della costellazione dei Pesci. In novembre visibile solo fino a mezzanotte.
SATURNO	Visibile ancora per poco in serata verso l'orizzonte occidentale. Invisibile in ottobre per congiunzione eliaca, riappare al mattino in novembre nella Vergine.
URANO	Come Giove, è in opposizione al Sole il 21 settembre e rimane visibile per tutta la notte nei Pesci.
NETTUNO	Visibile nella prima parte della notte, tra le stelle della costellazione del Capricorno.

FASI LUNARI	Ultimo Quarto	1. settembre,	1. e 30 ottobre,	28 novembre
	Luna Nuova	8 settembre,	7 ottobre,	6 novembre
	Primo Quarto	15 settembre,	14 ottobre,	13 novembre
	Luna Piena	23 settembre,	23 ottobre,	21 novembre

Stelle filanti	Lo sciame delle Orionidi è attivo dal 2 ottobre al 7 novembre, con un massimo il 21 ottobre. Le più importanti e abbondanti Leonidi sono attive dal 10 al 23 novembre, con un massimo il 17 del mese.
Inizio autunno	L'equinozio ha luogo il 23 settembre alle 5h09.
Cambio orario	Il 31 ottobre termina l'ora estiva (3h) e si torna al TMEC (2h).

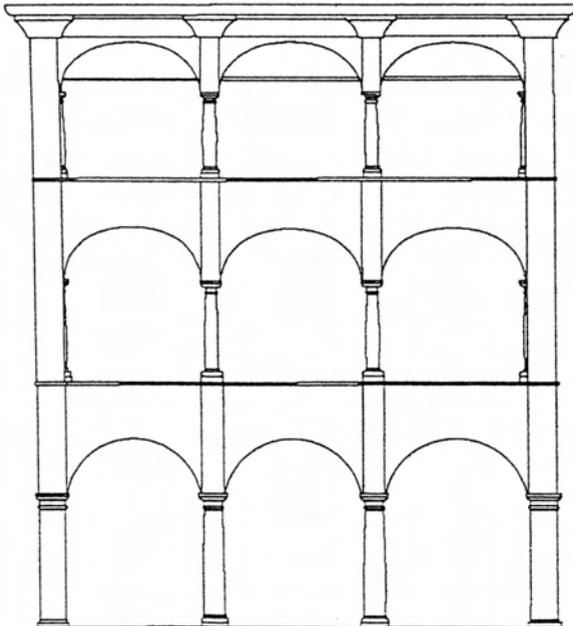


12 settembre 24h00 TL

12 ottobre 22h00 TL

12 novembre 19h00 TMEC

Questa cartina è stata tratta dalla rivista *Pégase*, con il permesso della Société Fribourgeoise d'Astronomie.



LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32

6600 LOCARNO

Tel. 091 751 93 57

libreria.locarnese@ticino.com

Libri divulgativi di astronomia
Atlanti stellari
Cartine girevoli "SIRIUS"
(modello grande e piccolo)

G.A.B. 6616 Losone

Corrispondenza:

Specola Solare - 6605 Locarno 5



Ottico Dozio via Motta 12 - 6900 Lugano - +41 91 923 59 48



Disponibili
diversi prodotti
e modelli dietro
ordinazione per
le marche
esposte

