
CAV

Notiziario



Anno X, Numero 2

Giugno 2002



IN QUESTO NUMERO:

3 Editoriale

3 Quando l'aria trema
Misure (poco scientifiche) della turbolenza atmosferica
Ivano Dal Prete

8 La materia oscura
Sergio Moltomoli, Angelo Gelodi

11 Considerazioni sulla Legge di Gravitazione Universale
Giuseppe Coghi

13 Il Mercatino del CAV

14 www.astrofiliveronesi.it
Il sito Internet del C.A.V.
Paolo Alessandrini

14 Il "Tabellone"
Uno strumento di comunicazione
Paolo Espen

15 Appuntamenti del Circolo

CAV. Notiziario

**Periodico del C.A.V.
Circolo Astrofili Veronesi**

Responsabile Editoriale:
Paolo Alessandrini

**Hanno collaborato alla
realizzazione di questo
numero:**

Giuseppe Coghi
Ivano Dal Prete
Paolo Espen
Angelo Gelodi
Sergio Moltomoli

In copertina:
Astrofili in preparazione per una lunga
notte di osservazione...



Circolo Astrofili Veronesi "A. Cagnoli"

Delegazione dell'Unione Astrofili Italiani per Verona e provincia

Sede degli incontri: Largo Stazione Vecchia, 10 - Parona (Verona)

Casella Postale 2016 - 37100 VERONA Web: www.astrofiliveronesi.it e-mail: cav@rcvr.org

Recapiti telefonici: 045 8349974 (Presidente), 045 8730442 (Segretario)

Il C.A.V. è una libera associazione culturale ad indirizzo scientifico senza fini di lucro, che opera dal 1977, il cui intento è quello di riunire gli appassionati di astronomia della provincia di Verona. L'attività che svolge si sviluppa in tre ambiti: divulgazione a mezzo di conferenze e seminari, tenuti sia in sede sia presso enti pubblici e scuole; osservazione pratica del cielo attraverso uscite pratiche sul campo; ricerca astronomica a livello amatoriale. Il Consiglio Direttivo del C.A.V. è attualmente formato dai seguenti soci: Giuseppe Coghi (Presidente), Sergio Moltomoli (Vicepresidente), Angelo Gelodi (Segretario), Flavio Castellani, Giuliano Pinazzi, Paolo Espen (Consiglieri).

Editoriale

Cari amici,

questo numero del C.A.V. Notiziario esce in giugno e non in maggio come era accaduto negli ultimi due anni. Ciò perché nel mese scorso non era stato raccolto materiale sufficiente per dare alle stampe un Notiziario degno di questo nome, e inoltre perché si è ritenuto opportuno attendere la definizione del programma del secondo semestre del 2002 prima di pubblicare questo dodicesimo numero del nostro bollettino.

Nel frattempo abbiamo potuto raccogliere diversi interessanti contributi, al punto che il numero si presenta particolarmente ricco di spunti di vari argomenti.

Abbiamo il piacere di pubblicare la prima parte di un interessante lavoro di Ivano Dal Prete sulla misura della turbolenza atmosferica, argomento di notevole importanza in particolare per l'osservazione planetaria. La seconda parte dell'intervento sarà pubblicata nel prossimo numero del Notiziario.

Il secondo articolo, scritto a quattro mani da Sergio Moltomoli e Angelo Gelodi, riguarda un argomento di particolare fascino e mistero: la materia oscura dell'Universo. I due autori tratteranno questo tema nella serata del 6 dicembre.

Il nostro Presidente interviene in questo numero del C.A.V. Notiziario con due importanti riflessioni sulla Legge di Gravitazione Universale di Newton, per sottolineare come le basi matematiche e fisiche dell'Astronomia non debbano mai essere dimenticate o trascurate: un'analisi del perché nella famosa legge compare proprio il termine r^2 e non qualcos'altro, e una memoria sull'esperimento di Cavendish.

Seguono due articoli più inerenti alla vita "sociale" del nostro Circolo: una presentazione del famoso "Tabellone" per la proposta degli argomenti da trattare nelle serate "a disposizione dei soci", a cura di Paolo Espen; e un breve intervento riguardante il nostro sito Internet, che recentemente ha acquisito una maggiore visibilità grazie ad un nuovo dominio "tutto nostro": *astrofiliveronesi.it*.

Ringraziando chi ha contribuito alla realizzazione di questo numero ed invitando tutti i soci a collaborare con articoli, suggerimenti e critiche, vi saluto con amicizia e simpatia.

Paolo Alessandrini

Quando l'aria trema

Misure (poco scientifiche) della turbolenza atmosferica
(parte prima)

Ivano Dal Prete

Introduzione

Qualche mese fa si è tenuta al circolo una serata sulla meteorologia, alla quale non ho avuto la fortuna di partecipare. Ho pensato però che sarebbe stato interessante, o almeno curioso (non credo ci siano risvolti pratici), presentare una piccola indagine sulla turbolenza atmosferica, fattore determinante nelle osservazioni ad alto ingrandimento di pianeti e stelle doppie. Mi sono accorto,

infatti, che come sottoprodotto delle mie osservazioni planetarie visuali mi ritrovo tra le mani un numero non disprezzabile di stime dell'agitazione dell'aria, dato che ogni osservazione viene invariabilmente accompagnata da una stima della turbolenza atmosferica o *seeing*. Questa viene valutata utilizzando la scala di Antoniadi che va da I (assente) a V (catastrofica); vedi tabella 1.

TABELLA 1 – LA SCALA DI ANTONIADI

Valore	Descrizione
I	Visibilità perfetta, senza ondulazioni
II	Leggere ondulazioni, con momenti di calma assoluta che durano diversi secondi.
III	Visibilità moderata, con larghi tremolii.
IV	Visibilità cattiva, con persistenti e fastidiosi tremolii.
V	Visibilità molto cattiva, che a stento permette di fare schizzi molto approssimativi.

Nel seguito verranno usati per semplicità numeri arabi; questa scala è di uso comune in Europa, mentre gli americani preferiscono tanto per cambiare una loro scala che è invertita e va da 1 a 10. Con un buon numero di schede osservative dovrebbe essere possibile costruire un grafico che esprima lo stato del seeing nelle varie ore della notte o in funzione del periodo dell'anno, e così via.

Selezione delle misure

(da saltare se uno è interessato ai risultati, ma non a come ci si arriva)

La scala di Antoniadi è tutt'altro che rigorosa, essendo stata ideata non per fornire valutazioni quantitative dell'agitazione atmosferica, ma solo per dare un'idea delle condizioni in cui si è svolta l'osservazione; è quindi imperativo cercare di rendere i dati quanto più possibile omogenei, perciò ho utilizzato solamente le osservazioni che rispondevano ai seguenti criteri:

Tutte le osservazioni sono state fatte con il medesimo strumento (un newton da 20cm.); questa selezione è necessaria per non introdurre errori dovuti alla turbolenza strumentale, che può variare in modo anche considerevole da strumento a strumento secondo il diametro, l'ingrandimento, lo schema ottico ed i materiali di cui è fatto il tubo. Inoltre lo strumento usato è stato sempre esposto all'ambiente almeno un'ora prima dell'inizio dell'osservazione, per consentire un adattamento alla temperatura esterna. In caso contrario si innescano correnti tra il tubo e l'esterno (soprattutto negli strumenti aperti come i newton), che degradano sensibilmente il seeing.

Le osservazioni sono state eseguite dalla medesima stazione (il cortile di casa mia a Pescantina); questo per non introdurre variazioni strettamente locali. È chiaro che a Bocca di Selva, se non tira vento, l'obiettivo del telescopio si ritrova con 1400 metri di turbolenta aria in meno.

Che io sappia le uniche banche dati utilizzabili per una statistica sono quelle del sottoscritto per la zona di Pescantina, e quella ben più consistente di Gianluigi Adamoli per Verona e Cerro Veronese. In questo numero vedremo le prime, nel prossimo le seconde e cercheremo di confrontarle tra loro.

Il pianeta era alto sull'orizzonte almeno 25°.

Un seeing giudicato 4 a 20° d'altezza, può essere 3 (o anche 2,5) 40 gradi più in alto. Il realtà il nostro criterio è già di manica alquanto larga, e sarebbe meglio porre il limite a 30°: al di sotto, infatti, ogni grado in meno produce di solito una degradazione avvertibile dell'immagine. Così facendo, però, avremmo escluso praticamente tutte le osservazioni estive, quando l'eclittica notturna è molto bassa; già ponendo il limite a 25° ho comunque dovuto tagliare la grande maggioranza di quelle eseguite in giugno e luglio.

Il valore del seeing utilizzato è quello "medio": anche nel corso di una serata negativa, infatti, si possono trovare brevi istanti (secondi, o frazioni di secondo) di calma che consentono di apprezzare per un attimo i dettagli più fini. Di fatto, molti disegni sono un "collage" di ciò che si è visto in pochi secondi di calma sparpagliati qua e là nel corso di un'osservazione che magari è durata un'ora.

Esistono poi altri problemi, legati ad esempio al tipo di oggetto che si osserva: pianeti ricchi di dettagli fini, come Giove o Marte, risentono della turbolenza in modo maggiore rispetto a quelli che presentano solo particolari a larga scala, come Venere o il globo di Saturno e ciò può indurre in qualche caso a sottostimare il livello di turbolenza dell'aria. Comunque, non avendo elementi per quantificare l'eventuale scarto, ho preferito non introdurre alcuna correzione.

Ho scartato anche tutte le osservazioni diurne e quelle condotte fra i 20 ed i 60 minuti dopo il tramonto del Sole; in base alla mia

esperienza empirica (e contestabile!) in questo lasso di tempo si produce infatti un netto peggioramento del seeing, suppongo dovuto alla fase più acuta del raffreddamento del suolo che poi prosegue in maniera più graduale. Si tratta comunque di poche osservazioni di Venere, che non inciderebbero comunque granché sul risultato complessivo.

Si potrebbe anche obiettare che solitamente si cerca di osservare i pianeti quando il seeing è buono, e questo potrebbe falsare i risultati. La risposta è che, all'atto pratico:

si osserva quando si può e si ha tempo. In ogni caso, le serate con seeing migliore sono prenotate sistematicamente da mogli e fidanzate a meno che non piova.

Anche per chi ha preso la saggia risoluzione di restare "single", il seeing non è facilmente valutabile "ad occhio" prima di iniziare l'osservazione. Spesso capita che al livello del suolo non si muova la classica foglia, e nonostante ciò una volta montato il telescopio si deve constatare che il seeing è pessimo per qualche sciagurata corrente d'alta quota. Al contrario, una brezza a livello del suolo può dare poco o nessun fastidio. Anche osservare lo scintillio delle stelle serve a

questo dipende anche dalla trasparenza del cielo che non è necessariamente correlata al seeing.

infine, quando uno ha passato mezz'ora a montare il telescopio, e sa che dovrà comunque spenderne un'altra a compiere l'operazione inversa, e magari sono le 3 di mattina ed è pure febbraio e si è già congelato le dita per avvitare la testa equatoriale alla colonnina, un'osservazione poi la fa comunque sperando magari in qualche istante di calma che spesso arriva.

Diverso sarebbe il caso di un'osservazione fotografica: fotografare con seeing cattivo equivale con certezza assoluta a sprecare pellicola, per cui quando si assoda che la turbolenza è eccessiva si torna a letto e basta.

Un ultimo commento: per la ragione già citata qualche dozzina di righe fa, la stragrande maggioranza delle osservazioni utili al nostro scopo va da settembre a maggio, lasciando i mesi estivi con un numero di rilevazioni insufficienti per una statistica significativa. Alla fine, i grafici sono stati costruiti su un campione non enorme: 119 rilevazioni che vanno dall'1 febbraio 1995 al 23 aprile 2002 (7 anni).

Variazioni stagionali del seeing

Il grafico 1 dispone le misure secondo il giorno ed il mese, senza riguardo per l'anno in cui è stato eseguito (tutti i grafici hanno il valore del seeing in ordinata); questo dovrebbe fornire una media tra i vari anni, e mettere in rilievo eventuali variazioni stagionali. Al grafico è sovrapposta una curva di tendenza che serve solo a dare un'indicazione di massima dell'andamento del seeing. Notiamo subito che il periodo nettamente migliore sembra quello compreso tra agosto e dicembre, con seeing medio 3,3 (52 osservazioni), e il 20% di osservazioni con seeing 2,0 o migliore, corrispondenti alla possibilità di sfruttare in pieno il potere risolutivo dello strumento usato. D'altra parte, nel 34% dei casi il seeing è stato 4,0 o peggiore, ma le notti di tregenda, con seeing 5 (immagine praticamente inservibile) sono state solo 3; tuttavia, in nessun caso in 7 anni di osservazioni è stato mai assegnato il valore 1. Comunque, nella prima parte dell'anno le cose vanno molto peggio: in 63 osservazioni tra gennaio e i primissimi giorni di maggio, la media del seeing è stata di 4,0:

può non sembrare una grandissima differenza, ma tradotto in cruda realtà significa che le sere veramente buone sono state 4 in tutto (1 su 15!), e con quelle seeing 5 il 23%! Solo in poco più di 1 osservazione su 4 è stato possibile lavorare in condizioni almeno medie (seeing 3,5 o migliore), mentre nel periodo agosto-dicembre queste erano 2 su 3. Tanto per dare un'idea, passare da seeing 3 a seeing 4 significa, almeno per il sottoscritto e con il mio telescopio (e con inclinazione degli anelli attorno a +/- 26°), riuscire a vedere con sicurezza il minimo di Encke nell'anello A di Saturno, o non vederlo affatto. OK, forse come esempio non è proprio limpidissimo ma uno migliore non mi viene.

Nel grafico 2 ho raggruppato i valori per mese, da gennaio a dicembre: il seeing comincia a peggiorare dopo ottobre, e sprofonda letteralmente tra marzo e luglio. In realtà le medie di maggio, giugno e luglio non vogliono dire molto perché ciascuna è basata solo su 2 o 3 osservazioni, comunque il calo è indiscutibile. Un po' a sorpresa, il mese più clemente per gli osservatori planetari sembra

sia agosto, e con distacco non da poco! Una media di 2,4 è davvero buona, però le osservazioni disponibili sono solo 6, quindi il campione non è molto significativo: ma soprattutto, tutti i dati sono stati raccolti dopo la mezzanotte locale. Poiché si ritiene generalmente che l'aria sia più calma verso il

mattino, la qualità del cielo può dipendere anche dall'ora in cui è stata compiuta l'osservazione; verifichiamo dunque se la nota diceria contenga un fondo di verità.

GRAFICO 1

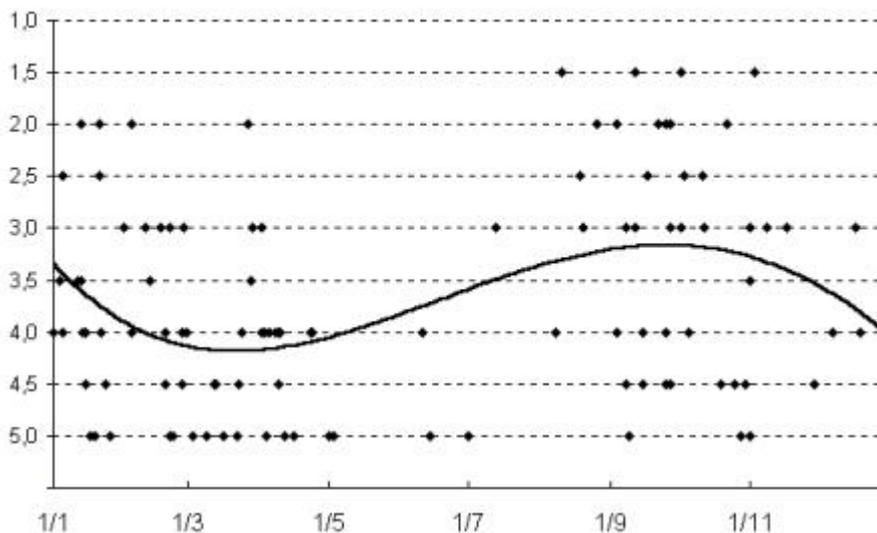
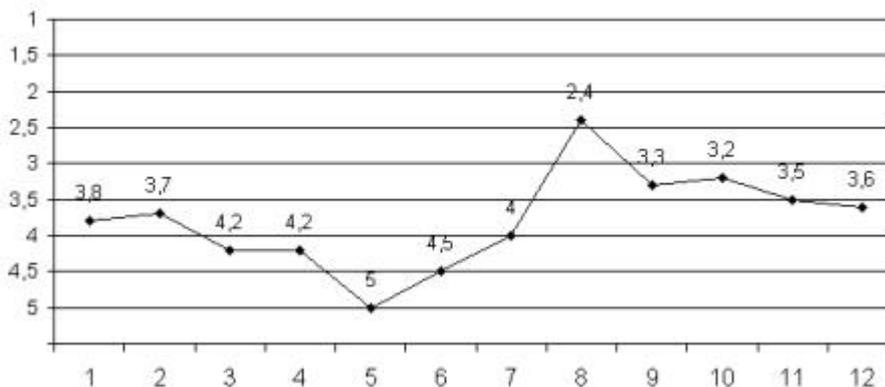


GRAFICO 2



Variazioni giornaliere (anzi notturne) del seeing

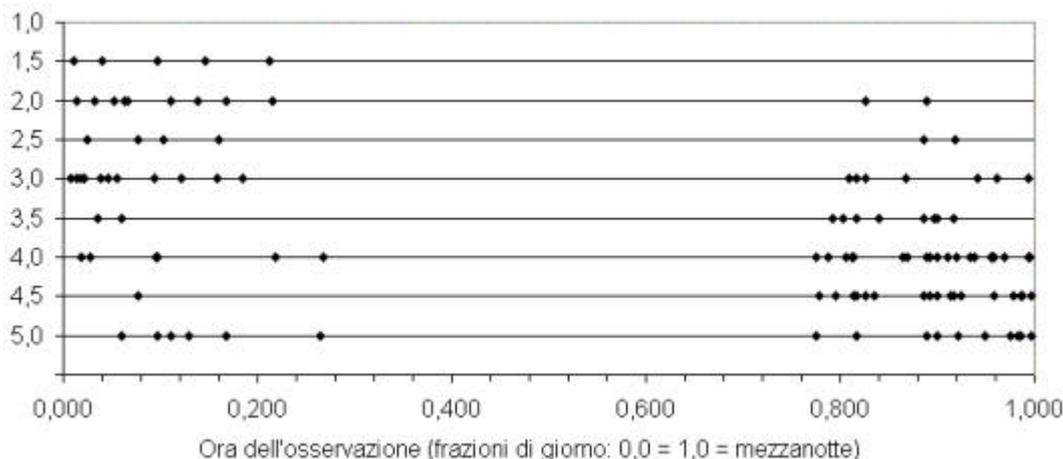
Il grafico 3 allinea le osservazioni in base all'ora in cui sono state eseguite, espressa in frazioni di giorno perché con le ore ed i minuti Excel impazzisce, e fa impazzire anche me; l'ora che interessa in questo caso è l'ora solare, per cui ho semplicemente aggiunto un'ora al tempo di Greenwich che è quello in cui vengono annotate le osservazioni (risparmiandomi così l'eventuale conversione

in ora estiva). Le osservazioni eseguite nelle seconda parte della notte hanno beneficiato effettivamente di un seeing migliore: in media 3,1 sulle 47 rilevazioni disponibili. Dal tramonto a mezzanotte le cose vanno decisamente peggio, pur escludendo le osservazioni fatte da 20 a 60 minuti dopo il tramonto in cui il seeing di solito si degrada non poco (vedi il paragrafo sulla selezione delle misure): in 72 osservazioni il seeing medio è stato di 4,0, una differenza non da

poco per cui probabilmente i buoni valori di agosto devono qualcosa anche agli orari antelucani. C'è poco da fare, quando la stima del seeing è almeno 2,5 o migliore, nell'80% dei casi si stava osservando dopo

mezzanotte (e questo nonostante le osservazioni serali siano più numerose!). Adesso che abbiamo più o meno scoperto l'acqua calda, controlliamo infine se ci siano anche differenze da un anno all'altro.

GRAFICO 3

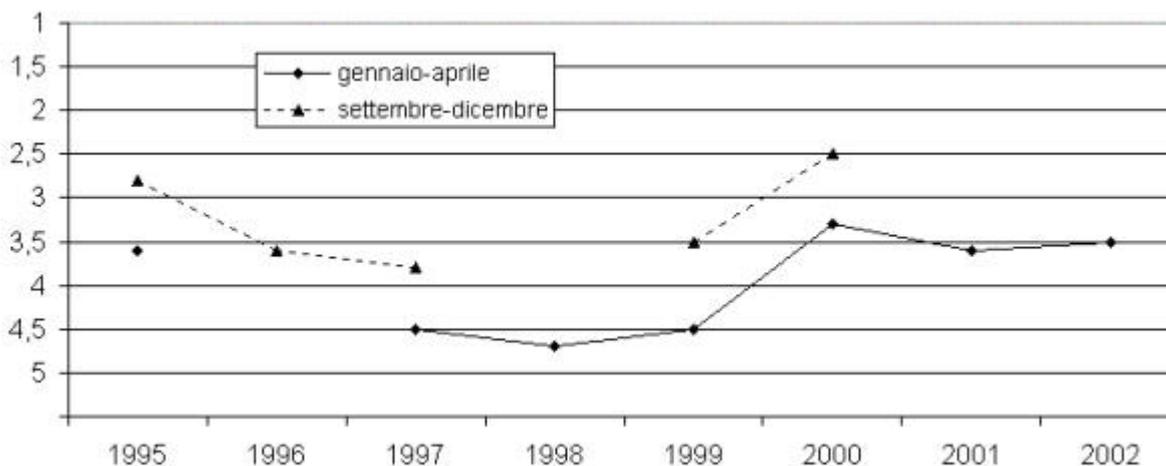


Il seeing da un anno all'altro

Questa statistica è probabilmente la meno significativa: per realizzarla ho infatti dovuto sparpagliare i dati tra i 7 anni in cui sono stati raccolti, e poi dividerli ulteriormente nei due periodi dell'anno che dispongono di una copertura sufficiente, vale a dire settembre-dicembre e gennaio-aprile. Di conseguenza, in alcune annate il numero di misure è assolutamente insufficiente o addirittura 0 ed infatti i tracciati sono pieni di "buchi" (grafico 4). Per quanto riguarda le osservazioni di settembre-dicembre, c'è da dire che solo il 1997 e 1999 hanno più di 10 misure mentre per gennaio-aprile questa condizione è soddisfatta nel 1995, 1997, 2000 e 2001. Secondo me, l'unica conclusione che si

possa trarre con una certa confidenza è che nel periodo tra gennaio e aprile il seeing può presentare escursioni anche notevoli da un anno all'altro, e che queste variazioni seguono probabilmente cicli pluriennali. Possiamo quindi avere 2-3 anni veramente pessimi (es. 1997, 1998 e 1999), seguiti da altri decisamente più favorevoli (es. 2000, 2001 e 2002). Del seeing tra settembre e dicembre non si può dire nulla per mancanza di input, anche se pare seguire una curva parallela pur mantenendosi sempre a livelli migliori. Vedremo nel prossimo numero se una serie di misure indipendenti conduce alle stesse conclusioni o meno.

GRAFICO 4



La materia oscura

Sergio Moltomoli e Angelo Gelodi

Nel 1842 Christian Doppler scoprì che un suono emesso da una sorgente in movimento è percepito da un osservatore fermo con una frequenza maggiore se la sorgente si sta avvicinando e con una frequenza minore quando si sta allontanando. Questo “effetto Doppler” è risultato comune anche a tutte le radiazioni elettromagnetiche, in cui si manifesta con un analogo spostamento delle righe di emissione o di assorbimento, caratteristiche dello “spettro” relativo ad un corpo in movimento, rispetto alla posizione che le righe stesse hanno quando il corpo sia invece “fermo” rispetto all’osservatore. In prima approssimazione, lo spostamento delle righe è direttamente proporzionale alla velocità (di allontanamento o di avvicinamento) del corpo. Nel 1929 Edwin Hubble applicò questo principio alle righe presenti nello spettro elettromagnetico di galassie che stava studiando, e si accorse così che esse si stavano tutte allontanando con velocità proporzionali alla distanza: le galassie più lontane si allontanavano cioè a maggiore velocità di quelle più vicine. Prendeva così forma la teoria oggi nota come della “espansione dell’universo”.

L’analisi di tale espansione ha dimostrato che essa ha un andamento che è determinato essenzialmente dalla quantità di materia complessivamente presente nell’universo; anzi, ancor meglio, dalla densità media della materia stessa nell’universo “misurabile” considerato nel suo insieme, tale densità condiziona anche la stessa “struttura geometrica” dell’universo.

Secondo il modello cosmologico standard l’universo è infatti uno spazio euclideo con curvatura costante che può solo espandersi o contrarsi, e nel quale l’espansione cosmica dovrebbe essere decelerata dall’azione gravitazionale della materia che lo compone. L’esito della contrapposizione tra espansione e forza gravitazionale dipende appunto dalla

densità di materia presente in ogni dato volume di spazio.

Viene in particolare definita “densità critica” quella per la quale l’universo avrebbe ovunque e nel suo insieme una struttura geometrica “piatta” di tipo euclideo (in soldoni, quella per cui due rette parallele non si incontrano mai e la somma degli angoli di un triangolo piano è di 180°).

Un tale universo sarebbe destinato ad espandersi indefinitamente, pur rallentando sempre più la velocità di espansione fino a fermarsi in un tempo infinitamente lontano. Se la densità media risultasse invece minore della densità critica, l’universo avrebbe una struttura “aperta”, con curvatura spaziale negativa (come la superficie di una sella) e l’espansione dell’universo continuerebbe per sempre. Se la densità media fosse maggiore, la curvatura dell’universo sarebbe positiva (cioè chiusa su se stessa) e l’espansione, arrivata ad un punto massimo, subirebbe un’inversione di tendenza, iniziando a contrarsi fino ad arrivare ad un Big Crunch.

I matematici indicano con la lettera Ω il cosiddetto “parametro di densità” dell’universo, definito come rapporto tra la densità totale effettiva dell’universo e la densità critica.

Se $\Omega = 1$, la densità totale coincide con quella critica e l’universo (lo spazio – tempo) ha struttura “piatta”. L’universo risulta invece “chiuso” se $\Omega > 1$ ed “aperto” se $\Omega < 1$.

Visto questo si capisce che la quantità di materia esistente nell’universo ha condizionato e condiziona drasticamente le sue proprietà complessive ed il suo stesso futuro: riuscire a quantificarla è basilare per conoscere l’evoluzione dell’intero universo. Recentissimi studi sulla radiazione cosmica di fondo effettuati con la missione BOOMERANG hanno fornito un quadro della distribuzione della materia nell’universo

primordiale compatibile con una densità totale esattamente uguale alla densità critica sopra definita.

Nel passato dell'universo, e pertanto anche nel suo presente complessivo, si avrebbe pertanto $\Omega=1$: risultato di eccezionale importanza perché indicherebbe che il nostro universo è euclideo ed avrebbe "struttura piatta".

Il riscontro di tale dato dovrebbe venire dal censimento della materia presente nell'universo visibile e dal conseguente calcolo della sua densità media. Ma come si può misurare la quantità di materia (cioè la "massa") dell'Universo e, di conseguenza, stimarne la densità?

Gli elementi costitutivi più cospicui dell'universo visibile sono le galassie ed i loro raggruppamenti (ammassi e superammassi di galassie); la stima della massa dell'universo passa pertanto attraverso la stima della massa delle galassie e degli ammassi di galassie. In astronomia la massa approssimativa di una galassia può essere stimata in base alla sua luminosità partendo dal principio che una galassia più luminosa contiene più stelle e quindi ha più massa di una meno luminosa. Altri metodi sfruttano l'analisi dei moti stellari attorno al centro comune di massa

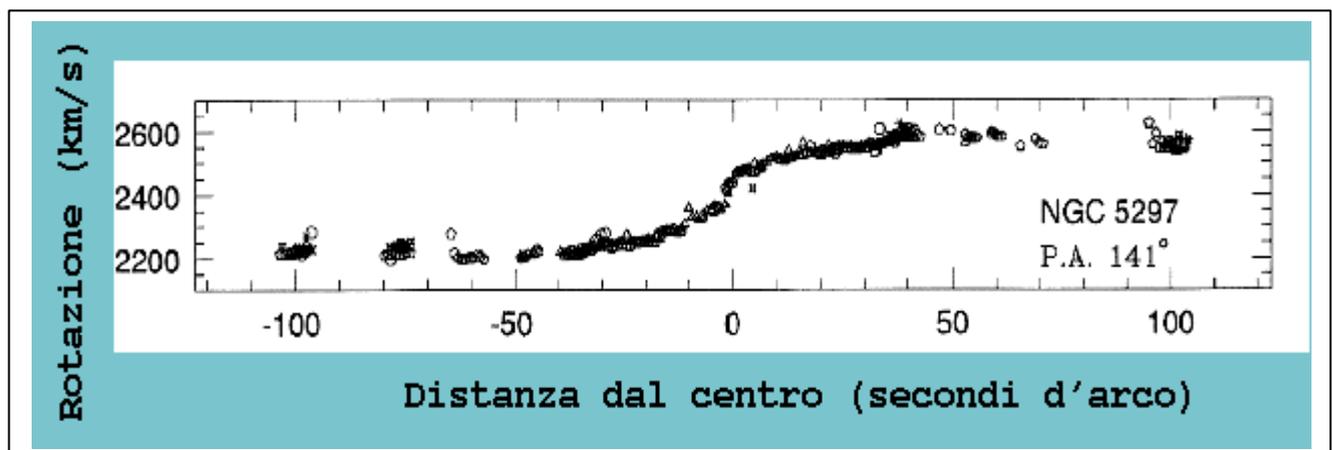
della galassia, in analogia allo studio del moto dei pianeti del sistema solare intorno al Sole.

Tutte le stelle e le nubi di gas che compongono una galassia a spirale ruotano infatti intorno al centro della stessa descrivendo orbite più o meno ellittiche con velocità che dipendono dalla distanza dal baricentro e dalla massa galattica che è posta all'interno della loro orbita.

Dallo studio di questa "distribuzione delle velocità orbitali" si può calcolare la massa complessiva di una galassia spirale.

In particolare, esaminando le velocità di stelle poste a diversa distanza dal centro galattico, ci aspetteremmo di trovare che tali velocità siano **progressivamente minori** al crescere di tale distanza, come avviene per i pianeti del nostro sistema solare, per il semplice motivo che la massa galattica compresa all'interno dell'orbita tende ad un valore - limite (ai bordi della galassia coinciderà con la massa intera della stessa) mentre la distanza continua a crescere.

Le ricerche fatte ci hanno invece riservato una sorpresa: la **velocità cresce in corrispondenza della regione centrale per poi stabilizzarsi su un valore costante fino al bordo visibile della galassia.**



Per spiegare questa anomalia si deve ipotizzare che anche nelle regioni poste all'esterno dei limiti visibili della galassia ci sia una grande quantità di materia. Ma quale materia se nulla risulta visibile? Da qui l'impiego del termine "materia oscura" o "materia mancante" per definire quella materia che **deve** esistere per giustificare le velocità riscontrate, e che è estranea alla materia "luminosa" che segna i limiti spaziali visibili della galassia. Nel caso della Via Lattea la massa luminosa è di 7×10^{10} masse solari, mentre la massa che dovrebbe avere per poter spiegare le velocità riscontrate delle stelle più esterne dovrebbe essere di 10^{12} masse solari. La massa della materia "oscura" o "mancante" è quindi almeno 10 volte la massa della materia luminosa.

Anche nel caso degli ammassi di galassie si verifica un fenomeno analogo. Già nel 1933 Fritz Zwicky, studiando l'ammasso di galassie della Chioma di Berenice, si accorse che la velocità delle galassie dell'ammasso non era in accordo con le teorie.

In un sistema autogravitante isolato (quale un ammasso / superammasso di galassie) vale il teorema del viriale secondo il quale l'energia potenziale gravitazionale del sistema deve essere pari al doppio dell'energia cinetica totale dei componenti.

Un eccesso di energia cinetica (cioè di velocità proprie delle galassie all'interno del sistema) comporterebbe il progressivo sfaldamento / smembramento del sistema (le galassie si allontanerebbero irreversibilmente l'una dall'altra); viceversa, se fosse l'energia gravitazionale a prendere il sopravvento, il sistema collaserebbe su se stesso.

Lo Zwicky si era accorto che la velocità delle galassie all'interno dell'ammasso non era compatibile con la stabilità dell'ammasso stesso: erano "troppo" veloci, e l'ammasso che pure esiste tuttora, avrebbe dovuto essersi dissolto da tempo

Nel caso dell'ammasso della Chioma di Berenice (che comprende un migliaio di galassie) le velocità delle componenti galattiche (rilevate dai relativi spettri) richiedevano infatti una massa complessiva di $9,6 \times 10^{14}$ masse solari, mentre la massa

luminosa complessiva risultava uguale a $1,4 \times 10^{13}$ masse solari. Ne risultava che la massa della materia oscura avrebbe dovuto essere ben 60 volte superiore alla massa luminosa.

A livello delle singole galassie ed ancor più a livello di grandi sistemi di galassie, la materia non luminosa predomina quindi, e di molto, su quella luminosa.

Ma che tipo di materia potrebbe essere? Come potrebbe essere distribuita intorno alla galassia? Proviamo a censire tutta la materia che compone l'universo.

Iniziamo dalla materia barionica : si tratta della materia costituita da protoni, neutroni ed elettroni, di cui sono composti il nostro pianeta, la nostra stella e la nostra galassia.

La componente "oscura", non osservabile perché non luminosa, potrebbe essere formata da nubi di gas presenti nei freddi aloni galattici, aventi una radiazione di emissione termica troppo debole per essere rivelata dai nostri strumenti, o da stelle "nane brune", che potrebbero trovarsi raggruppate sia in numerosissimi ammassi aperti nei bracci della galassia, sia nell'alone galattico come ammassi globulari oscuri. Comunque, anche con tali ipotesi, la quantità di materia barionica ipotizzabile nell'universo non giustificerebbe un parametro di densità Ω superiore a 0,05, molto lontano dal valore critico di $\Omega=1$.

Caratteristiche radicalmente diverse (non barioniche) dovrebbero avere le cosiddette WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) nuove particelle la cui esistenza è predetta dalla estensione del modello Glashow-Weinberg-Salam, che descrive le interazioni forti, deboli e elettromagnetiche fra le particelle elementari, e la cui esistenza è necessaria per spiegare la formazione delle galassie e degli ammassi di galassie.

Le WIMPs sarebbero più abbondanti dei barioni e potrebbero giustificare da sole un parametro di densità Ω pari a 0,30.

Ma anche sommando tale dato di densità al valore attribuibile alla materia barionica ($\Omega = 0,05$)? non si riuscirebbe a giustificare l'universo come un universo euclideo o "piatto".

Un recente studio su un campione di supernovae di tipo Ia molto lontane ha dimostrato in maniera per ora irrefutabile che l'universo si sta espandendo in modo accelerato. Il tasso di espansione cioè sarebbe stato minore in passato che oggi.

Come si può accordare questo con il modello cosmologico standard che vuole l'espansione frenata dall'attrazione gravitazionale della materia che lo compone?

Si deve ipotizzare l'esistenza di un nuovo tipo di materia oscura non barionica, completamente nuova e che abbia delle proprietà completamente diverse dalla materia che conosciamo. Non sapendo di preciso di che cosa si tratti è stata chiamata "quintessenza".

Mentre la materia barionica e le WIMPs hanno una "pressione positiva" tale "quintessenza" avrebbe una pressione negativa dando luogo ad una sorta di gravità repulsiva, che spiegherebbe l'accelerazione dell'espansione dell'universo.

Lo studio di queste lontanissime supernove ha fornito anche un dato quantitativo: la "quintessenza" darebbe un contributo a Ω di 0,65. Sommando i tre dati $0,05 + 0,30 + 0,65$ si arriva proprio $\Omega=1$, accordando così il dato con il risultato della missione Boomerang e salvando la teoria del modello cosmologico standard.

Gli enigmi sono ancora molti e di strada da fare ce n'è ancora tanta. Per quanto riguarda l'individuazione della materia oscura barionica è auspicabile che, dopo i lusinghieri risultati delle analisi fatte sulle osservazioni dello strumento EGRET (rivelatore di raggi gamma) a bordo del satellite CGRO della NASA e con l'ormai prossimo lancio della missione italiana AGILE (rivelatore raggi gamma) e GLAST (anche questa con una importante partecipazione italiana), si possa riuscire a dare delle risposte importanti per la comprensione di questi affascinanti misteri.

Considerazioni sulla Legge di Gravitazione Universale

Giuseppe Coghi

Il quadrato della distanza

Ci proponiamo di analizzare il procedimento logico svolto da Newton per stabilire che la forza gravitazionale esercitata tra i centri di massa di due corpi interagenti è inversamente proporzionale al quadrato della distanza; in altre parole varia secondo $1/r^2$.

Il problema di Newton era di capire se la forza gravitazionale che esercita una accelerazione $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ su un corpo in caduta libera fosse valida solo sulla superficie terrestre oppure agisse in tutto l'Universo.

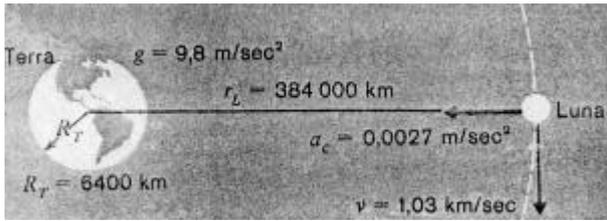
Newton fu attratto dal moto della Luna di cui conosceva il periodo siderale, pari a $t = 27,3$ giorni, e la distanza (ottenuta con precedenti triangolazioni), pari a $L = 384.000 \text{ km}$.

Essendo quindi $2pL$ la lunghezza dell'orbita, è possibile calcolare la velocità di rivoluzione:

$$v = \frac{2p L}{t} = \frac{2p \cdot 384.000 \text{ km}}{27,3 d \cdot 86.400} = 1,03 \text{ km/s}$$

L'accelerazione centripeta, che in generale è pari alla velocità al quadrato diviso per la distanza, diventa in questo caso v^2/L e risulta pari a $0,0027 \text{ m/s}^2$, cioè 3600 volte minore dell'accelerazione di gravità g sulla superficie terrestre.

$$\frac{0,0027 \text{ m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = \frac{1}{3600}$$

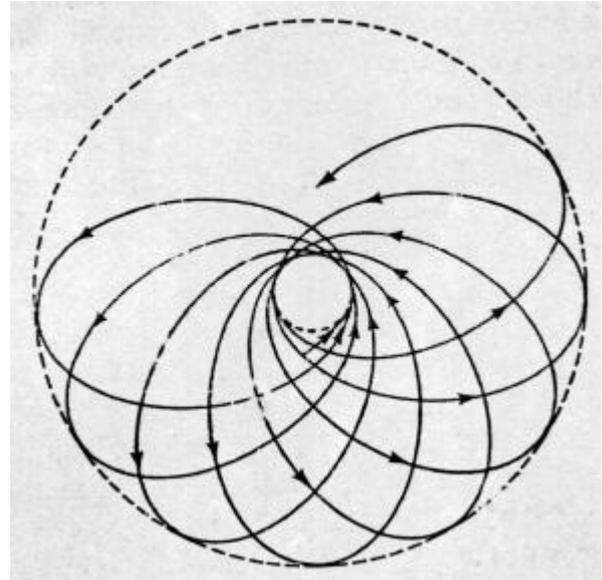


L'accelerazione centripeta della Luna nella sua orbita è dovuta all'attrazione gravitazionale della Terra.

Lo scienziato inglese suppose che la forza gravitazionale si comportasse come la luce la cui intensità è inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Poiché la distanza tra il centro della Luna e il centro della Terra è 60 volte il raggio terrestre, l'accelerazione centripeta doveva essere più piccola secondo un fattore 3600 che era esattamente il rapporto trovato da Newton.

Il fattore $1/r^2$ è universale se le orbite ellittiche dei pianeti rimangono in posizioni fisse. In particolare, il punto dell'ellisse situato alla minima distanza dal Sole (il perielio) deve rimanere fisso rispetto alle stelle "fisse". Ciò non accade con il pianeta Mercurio, la cui orbita subisce un avanzamento (precessione) del perielio di 43 secondi d'arco ogni secolo.

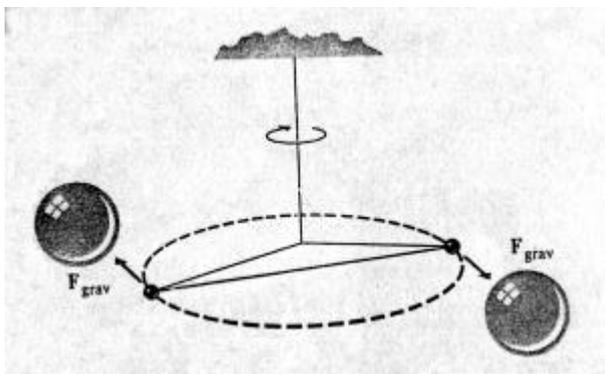
L'effetto di precessione è dovuto a fenomeni relativistici legati alla elevata velocità del pianeta al perielio. Tuttavia, al di là di casi come questo, la legge di gravitazione è valida sostanzialmente per tutti gli scopi pratici.



La teoria di Einstein prevede che l'orbita di ciascun pianeta sia una curva aperta, rappresentabile approssimativamente come un'ellisse il cui asse ruoti lentamente nel piano dell'orbita.

Come Newton calcolò la costante G

Il valore della costante G di gravitazione universale ($6,673 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$) venne determinato con la bilancia a torsione da Lord Cavendish nel 1758, ma il valore che Newton aveva trovato era molto vicino a quello oggi accettato.



Schema dell'esperimento di Cavendish per determinare G.

Per calcolare la costante G Newton aveva uguagliato l'espressione della sua legge di

gravitazione con il prodotto massa per accelerazione riferito alla superficie terrestre:

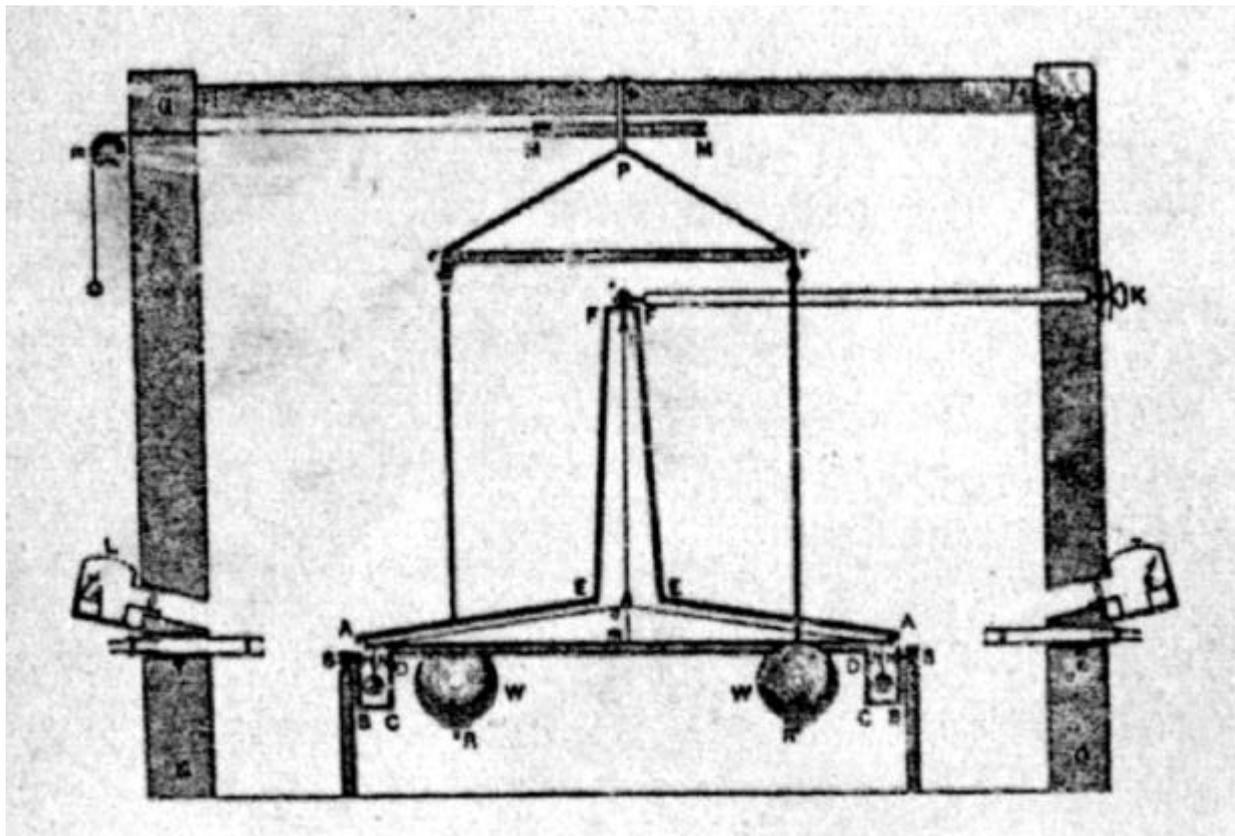
$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot g$$

dove M e m sono rispettivamente la massa della Terra e quella di un corpo posto sulla sua superficie, da cui segue $G = g \cdot r^2 / M$. I valori di cui Newton disponeva erano $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e $r = 6400 \text{ km}$, ma doveva calcolare la massa M della Terra, come prodotto del volume per la densità ?. Assunse allora la densità pari a 5 volte quella dell'acqua, ed essendo il volume pari a:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 10^{21} \text{ m}^3$$

calcolò $M = V \cdot \rho = 5 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$.

A questo punto poté calcolare il valore di G pari a $g \cdot r^2 / M = 7,84 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ Kg}^{-2}$.



Schema dell'apparecchi di Cavendish, quale figurava nel suo articolo originale. Si osservi che tutte le manipolazioni, compreso il movimento delle sfere grandi W, erano eseguite dall'esterno della posizione G.

Esempio

Qual è l'intensità della forza gravitazionale tra due pietre di 1 kg poste alla distanza di un metro?

Calcolando $F = G \cdot M \cdot m / r^2$, si ottiene $F = 7,84 \cdot 10^{-11}$ N, valore infinitesimale e pertanto non accessibile ai nostri sensi.

Conosciuto il valore di G, è possibile "pesare" il Sole; cioè più propriamente calcolarne la massa, partendo dall'accelerazione

centripeta della Terra rispetto al Sole. L'accelerazione centripeta a_c della Terra rispetto al Sole è pari a v^2/r e conoscendo $v = 30$ km/s e $r = 150$ milioni di km, risulta pari a $6 \cdot 10^{-3}$ m/s².

Essendo come già detto $F = G \cdot M \cdot m / r^2 = m \cdot a$, si ottiene $M = a \cdot r^2 / G$ per cui conoscendo i valori di a , r e G , la massa risulta pari a $2 \cdot 10^{33}$ Kg.

II Mercatino del CAV

In questa rubrica vengono pubblicate le inserzioni dei soci relative a materiale vario inerente l'astronomia (strumentazione astronomica, materiale fotografico, riviste, libri, ecc.) I soci interessati sono pregati di recapitare gli annunci alla casella di posta elettronica del CAV (cav@rcvr.org) o a quella del coordinatore

del "CAV Notiziario" (p.aless@tin.it), oppure di affiggerli in bacheca in sede indicando "Notiziario". Gli annunci pervenuti verranno pubblicati sul successivo numero del "CAV Notiziario". Un annuncio può essere pubblicato su più numeri, previa esplicita richiesta al coordinatore.

- VENDO A PREZZI INTERESSANTI FILTRI PER MACCHINE FOTOGRAFICHE O TELECAMERE CON OBIETTIVO da 49 mm attacco a vite nuovi mai usati: n.1 vario color r-g 49 mm pico-glass, n.1 U.V. trasparente 49 mm cokin, n.1 CROSS SCREEN 49 mm zumar, n.1 Parallel N.8 49 mm ELICAR, n.1 Section 5 49 mm ELICAR. Tel. 045 573963 ore pasti serali.

www.astrofiliveronesi.it

Il sito Internet del Circolo Astrofili Veronesi

Paolo Alessandrini

Il clamoroso successo riscosso negli ultimi anni da Internet e in particolare dal World Wide Web ha fatto sì che i servizi legati alla Rete, che fino a pochi anni fa erano patrimonio soltanto di poche Università, centri di ricerca o istituzioni governative, siano divenuti oggi un bene comune accessibile praticamente a tutti, almeno nei Paesi più industrializzati. Anche per una Associazione come la nostra, quindi, non avere una chiara visibilità sul Web sarebbe una gravissima mancanza, nonché un'eccezione, se consideriamo il fatto che i Circoli Astrofili sparsi per l'Italia hanno ormai quasi tutti un sito internet più o meno sviluppato.

L'importanza di presentarsi al pubblico di Internet con un buon sito è motivata da considerazioni abbastanza ovvie. Si tratta essenzialmente di una questione di visibilità: lo spazio della Rete è visto ormai come uno spazio quasi altrettanto reale di quello "esterno", al punto che, per *esistere* veramente, non basta esistere come Associazione reale, che promuove attività ed iniziative reali nel mondo reale, ma occorre *esistere* visibilmente anche nella Rete, per evitare il rischio di passare inosservati o di non valorizzare quanto di buono l'Associazione propone in termini di divulgazione e ricerca.

Da questo punto di vista il nostro Circolo non è mai stato a guardare. Il primo sito del C.A.V. apparve già nel 1996 (tempi ancora quasi pionieristici per quanto riguarda il web), grazie all'appassionata iniziativa di Giuliano Pinazzi e

Italo Anzolin e alla collaborazione di Rete Civica Veronese. Col passare degli anni questo spazio si è progressivamente arricchito di contenuti importanti che hanno fatto del nostro sito Internet un punto di riferimento molto noto tra gli appassionati di astronomia di Verona e di altre città. E' doveroso ricordare, come esempi di importanti servizi presenti da anni nel nostro spazio Internet, il Corso di Astronomia on-line, il Newsgroup o area di discussione di Astronomia di Rete Civica, la pagina dei fenomeni astronomici e quella dei siti osservativi del Veronese.

La ricchezza dei contenuti del nostro sito è storicamente il fiore all'occhiello della nostra vetrina telematica, ma altri due aspetti rivestono nel mondo del Web una notevole importanza: da una parte la veste grafica, che spesso fa la vera differenza fra un sito e l'altro, e dall'altra la visibilità e l'accessibilità. Negli ultimi mesi abbiamo cercato di curare il primo aspetto dando al sito un aspetto grafico più moderno e professionale, e il secondo acquistando uno spazio web più affidabile e soprattutto un dominio *tutto nostro*: **astrofiliveronesi.it**.

D'ora in poi non dovremo più ricordare, anche solo per riferirlo agli amici, quel vecchio e complicato indirizzo, ma avremo questo semplice e mnemonico nome che ci identificherà come una specie di biglietto da visita nella ragnatela mondiale. Un passo in avanti verso una sempre migliore visibilità della nostra Associazione.

Il "Tabellone"

Uno strumento di comunicazione

Paolo Espen

La comunicazione è sempre la base di ogni scambio di idee ed emozioni.

In questo contesto si cercano sempre nuovi strumenti per permettere di esprimerci e apprendere concetti nuovi.

Per migliorare la comunicazione tra noi (spesso un socio nuovo si trova un po' a disagio) abbiamo pensato ad un sistema per raccogliere i pareri ed interessi di ognuno.

La risposta a questa richiesta dovrebbe essere un metodo "dinamico" e pratico in

modo da adeguarsi e modificarsi in base all'evoluzione delle richieste.

Il sistema che propongo è costituito da una tabella nella quale chiunque può suggerire un argomento di discussione (anche non direttamente legato all'astronomia).

Esempi potrebbero essere:

- *"Le piramidi egiziane: strumenti astronomici?"*
- *"Come collimare un telescopio"*
- *"Utilizzo dei filtri colorati in fotografia planetaria".*

Dopo il titolo dell'argomento può seguire (facoltativo) il nome di chi lo ha proposto. Lo scopo è esclusivamente quello di poter

chiedere eventuali chiarificazioni dell'argomento da trattare.

Segue uno spazio riservato a chiunque si propone di affrontare l'argomento.

Per esempio se leggo un titolo (per esempio: *"L'astrologia cinese"*) e ho già studiato libri sull'argomento, posso scrivere il mio nome per poterlo inserire nel programma delle attività sociali (previa approvazione del CD).

Infine nell'ultima colonna ogni socio può fare una crocetta per "votare" l'argomento.

Più un argomento è votato e più è facile che sia inserito nel programma delle attività CAV.

Questa tabella sarà sempre esposta in sede.

ARGOMENTO	PROPOSTO DA (FACOLTATIVO)	SI PROPONE DI FARLA...	SE GRADITA, VOTALA CON UNA CROCETTA!
<i>Le piramidi egiziane: strumenti astronomici?</i>	Paolo Espen	Enrico	X X X X X
<i>Come si fotografano i pianeti?</i>		Flavio	X X X

Dato che questo strumento è fatto unicamente per tutti noi, se volete suggerire modifiche sarò ben felice di ascoltarle.

Sono convinto che la passione per l'astronomia sia solo la "colla" che accomuna tutti i soci ma la vera forza dell'associazione sia rappresentata dall'interazione personale che "arricchisce".

Come è stato per la serata del 17 maggio: *"Esperienze e soluzioni pratiche nell'impiego dei telescopi amatoriali"*, si cerca di creare

possibilità d'interazione per migliorare la comunicazione tra noi.

Scoprire la soddisfazione di "mettersi in gioco" e arricchirsi di nuove conoscenze.

Sarei molto felice nel vedere nuovi volti, idee e proposte che creano emozioni che sono il "fuoco" che alimenta l'entusiasmo.

Una persona entusiasta vive con gioia alla massima espressione.

APPUNTAMENTI DEL CIRCOLO

Serate interne per il secondo semestre 2002

Ove non diversamente indicato, le riunioni si tengono presso il "Centro d'Incontro" della Circoscrizione II - Piazza Vittoria, 10 - Parona (VR) ogni venerdì dalle ore 21.15 (luglio ed agosto esclusi) con ingresso libero.

Nelle serate "a disposizione dei Soci" verranno trattati argomenti proposti in precedenza dai Soci stessi e resi noti in sede il venerdì precedente. (Coordinatore : Paolo Espen - 348 7647032).

Le conferenze presso CARIVERONA (Sala Conferenze di Via Rosa, Verona) sono tenute da astronomi professionisti o studiosi di chiara fama, con ingresso libero.

Per quanto riguarda le serate osservative località, orari, modalità di appuntamento e punti di ritrovo, ove non già indicati, saranno resi noti in sede il venerdì precedente a cura del coordinatore dell'uscita.

13 e 14 luglio (sabato e domenica)	Weekend osservativo a Passo Coe (Trentino) Per informazioni: Fernando Marziali 045 7156777
20 luglio (sabato)	Serata osservativa a Torri del Benaco Per informazioni: Gabriele Bonati 348 2920300
3 agosto (sabato)	Serata osservativa a Novezzina di Ferrara di Monte Baldo Per informazioni: Costante Pomari 347 4333208
17 agosto (sabato)	Serata a Ferrara di Monte Baldo ore 18, Sala Civica: Viaggio nel Sistema Solare dalle ore 22: Serata osservativa Per informazioni: Flavio Castellani 368 548031
30 agosto	Riapertura della sede sociale: serata a disposizione dei soci
31 agosto (sabato)	Serata a Ferrara di Monte Baldo ore 18, Sala Civica: Ammassi, nebulose e galassie dalle ore 22: Serata osservativa Per informazioni: Angelo Gelodi 339 4376653
6 settembre	Serata osservativa in zona da definire Per informazioni: Luigi Fiorini 348 9491690
13 settembre	Serata a disposizione dei soci
14 settembre (sabato)	Serata osservativa a Valeggio sul Mincio Per informazioni: Luigi Fiorini 348 9491690
20 settembre	Il sito internet del Circolo Relatore Paolo Alessandrini
27 settembre	Supernovae: atto finale (o quasi) della vita delle stelle Relatore: Dr. Alessandro Bressan Sala Conferenze di Cariverona - Via Rosa (VR) ore 21.00
4 ottobre	La tempesta di sabbia su Marte del 2001 Relatore Ivano Dal Prete
11 ottobre	Serata osservativa in zona da definire Per informazioni: Gabriele Bonati 348 2920300
18 ottobre	Il punto sull'inquinamento luminoso Relatore Roberto Biondani
25 ottobre	Serata a disposizione dei soci
1 novembre	Festivo
8 novembre	Sorprese nell'astronomia: Quasar, Pulsar e GRB Relatore Elmar Pfletschinger
15 novembre	Serata a disposizione dei soci
16 novembre (sabato)	L'Astronomia e l'Arte Relatore: Dr. Gabriele Vanin Sala Conferenze di Cariverona - Via Rosa (VR) ore 10.30
22 novembre	Serata a disposizione dei soci
29 novembre	Serata osservativa in zona da definire Per informazioni: Paolo Espen 348 7647032
6 dicembre	La materia oscura Relatori Sergio Moltomoli e Angelo Gelodi
13 dicembre	Serata osservativa in zona da definire Per informazioni: Roberto Biondani 348 7103270
20 dicembre	Cena sociale in locale da definire Per informazioni: Angelo Gelodi 045 8730442