



# Astrofisica per tutti

Scoprire l'Universo con il proprio telescopio

Daniele Gasparri

Grazie per l'acquisto e ricorda che *quest'opera è autopubblicata, quindi vive della nostra pubblicità.*

**Per conoscere gli altri miei libri, segui il link  
seguente:**

**[http://danielegasparri.blogspot.it/p/i-miei-libri-  
di-astronomia.html](http://danielegasparri.blogspot.it/p/i-miei-libri-di-astronomia.html)**

Daniele Gasparri

## **Astrofisica per tutti**

Scoprire l'Universo con il proprio telescopio

Copyright © 2012 Daniele Gasparri

Questa opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla ristampa, traduzione, all'uso di figure e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla riproduzione su microfilm o in database, alla diversa riproduzione in qualsiasi altra forma, cartacea o elettronica, rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La riproduzione di questa opera, o di parte di essa, è ammessa nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore. Illustrazioni ed immagini rimangono proprietà esclusiva dei rispettivi autori. E' vietato modificare il testo in ogni sua forma senza l'esplicito consenso dell'autore.

# Prefazione

In questo volume sono raccolti metodi e progetti di ricerca astronomica che è possibile condurre con strumentazione amatoriale.

Si tratta di un manuale introduttivo sul mondo della ricerca, a torto ritenuto appannaggio esclusivo dei professionisti o di studiosi in grado di districarsi tra gli intricati e spesso sconosciuti meandri della matematica e della fisica.

Senza l'intento di voler redigere un manuale tecnico, ho cercato piuttosto di informare il lettore su quale sia la realtà e sul fatto che senza particolari conoscenze, e grazie all'uso di internet, è possibile partecipare a innovativi progetti di ricerca che potrebbero non richiedere neanche un telescopio.

La comunicazione senza frontiere ci consente inoltre di scambiare idee e consigli con persone esperte sparse su tutto il pianeta e, se si è fortunati, di collaborare direttamente dal salotto di casa con importanti scienziati ed utilizzare i più grandi telescopi del mondo.

Non vi saranno quindi pesanti formule o dettagli tecnici su come deve essere portato avanti un progetto di ricerca. Per questo ci sarà tempo per una successiva pubblicazione specifica; per ora mi interessa divulgare questo aspetto dell'astronomia e del ruolo davvero importante dell'astronomo amatoriale del ventunesimo secolo.

La struttura del volume è molto semplice ed enuncia i principali progetti di ricerca accompagnati da qualche nozione teorica di base, con l'obiettivo di far comprendere il perché si cerca di studiare quella determinata classe di oggetti, e da un paragrafo sui risultati ottenibili con la strumentazione amatoriale.

Per essere compreso non sono richieste conoscenze particolari, risultando quindi indicato ad un vasto pubblico, dai giovani a coloro che, a torto, credono di essere ormai troppo in là con gli anni per cominciare un ambizioso progetto astronomico.

Naturalmente l'applicazione pratica di molti (ma non tutti!) progetti di ricerca richiede un'esperienza di base nelle osservazioni astronomiche e conoscenza del cielo stellato, ma questo è un dato secondario.

Il nostro obiettivo principale è semplicemente quello di stupirci del grande potenziale di una strumentazione che ha un costo paragonabile a quello di un sofisticato computer portatile, ma che contrariamente agli accessori elettronici potrà durare per una vita e soprattutto rappresenta la porta su un Universo che non è mai stato così vicino.

**Daniele Gasparri**, giugno 2012

# Indice

<b>Introduzione .....</b>	<b>1</b>
Un cenno al metodo scientifico .....	7
Schema progetti di studio e ricerca .....	10
<b>1. Fotometria.....</b>	<b>11</b>
1.1 Fotometria classica o assoluta.....	13
1.2 Fotometria differenziale o di apertura .....	15
1.2.1 Strumentazione e metodi di fotometria differenziale.....	18
1.3 Ricerca e studio di nuove variabili.....	21
1.3.1 Approfondimento: Le variabili pulsanti come candele standard.....	29
1.3.2 Approfondimento: Analisi fotometrica di una nuova stella variabile .....	35
1.4 Periodo di rotazione e forma dei corpi minori del sistema solare.....	41
1.5 Studio e ricerca pianeti extrasolari .....	44
1.5.1 Approfondimento: Analisi del transito di HD17156b .....	52
1.6 Macchie extrasolari.....	60
1.7 Temperatura delle stelle.....	63
1.8 Raggio e distanza delle stelle .....	68
1.9 Costruzione di diagrammi HR osservativi per gli ammassi stellari.....	71
1.10 Approfondimento: leggere e capire il diagramma HR .....	77
1.11 Link e risorse utili per i progetti di fotometria .....	83
<b>2. Imaging.....</b>	<b>89</b>
2.1 Monitoraggio atmosfere e superfici planetarie ...	90
2.1.2 Alla ricerca dei più piccoli dettagli .....	100
2.2 Studio del Sole .....	107
2.3 Rilevare dischi planetari attorno ad altre stelle...	114
2.4 Survey del cielo per scoprire nuovi oggetti .....	120
2.4.1 Approfondimento: scoprire una cometa .....	126

2.5	Ricerca e studio delle meteore .....	134
2.6	Impatti extraterrestri.....	138
2.7	Astrometria.....	143
2.8	Link e risorse utili per i progetti di <i>imaging</i> .....	148
<b>3.</b>	<b>Transiti ed occultazioni: timing.....</b>	<b>151</b>
3.1	Link e risorse utili per i progetti di timing .....	154
<b>4.</b>	<b>Spettroscopia amatoriale.....</b>	<b>155</b>
<b>5.</b>	<b>Altri progetti di ricerca .....</b>	<b>172</b>
5.1	Anelli di Giove e Urano .....	172
5.2	La luce di <i>Ashen</i> su Venere.....	175
5.3	Riprendere la superficie di Titano.....	176
5.4	Evoluzione di alcune nebulose .....	177
5.5	Il cielo in infrarosso .....	178
<b>6.</b>	<b>Ricerca senza telescopio.....</b>	<b>180</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>189</b>
	<b>Biografia.....</b>	<b>191</b>



## Introduzione

L'astronomia è una delle poche materie scientifiche accessibili anche agli appassionati del cieli, chiamati astronomi dilettanti o amatoriali. E' sufficiente in effetti un binocolo o un piccolo telescopio per iniziare a scoprire questa bellissima materia, tanto vasta quanto sorprendente ed appagante.

Chi è l'astronomo amatoriale del ventunesimo secolo?

Può in qualche modo il progresso tecnologico permetterci di portare avanti l'astronomia in un modo più simile ai professionisti? E' possibile andare oltre il semplice osservare i corpi celesti più vicini, attività appassionante all'inizio, ma poi, inevitabilmente destinata a farci perdere man mano l'interesse?

Il segreto di ogni passione, che si faccia per lavoro (che gran fortuna!) o per hobby, è quello di alimentarla con nuovi obiettivi, con progetti ambizioni che ci facciano sentire fieri di noi stessi, compiaciuti magari di aver dato una mano concreta non solo al nostro ego, ma alla conoscenza e al benessere dell'intero genere umano.

Osservare quindi un lontano pianeta o i crateri della Luna può risultare appagante, ma prima o poi molti appassionati lo troveranno riduttivo; alla fine è nell'indole umana porsi delle sfide e degli obiettivi da superare, migliorare se stessi e le proprie conoscenze.

Con l'avvento della tecnologia di ripresa digitale a costi piuttosto economici, l'astronomia amatoriale ha subito una profonda rivoluzione ed espansione verso il mondo dei professionisti.

I dilettanti più intraprendenti, curiosi e determinati possono ora con i propri mezzi contribuire più che mai alla conoscenza astronomica, partecipando, oppure creando dei veri e propri progetti di ricerca, alcuni davvero innovativi e di carattere strettamente professionale.

Gli inevitabili limiti di una strumentazione ottica naturalmente non all'altezza delle grandi strutture professionali vengono ri-

dotti e a volte cancellati da alcune importanti variabili, tra cui possiamo citare:

- 1) **Seeing:** Termine inglese per definire la turbolenza dell'atmosfera terrestre, responsabile del degradamento della qualità delle immagini. Telescopi di diametro maggiore permettono di vedere, in teoria, meglio (miglior potere risolutivo), ma la turbolenza dell'atmosfera terrestre pone un limite alla qualità delle immagini, qualsiasi telescopio si utilizzi. Di conseguenza, in un campo molto importante come quello delle osservazioni planetarie ad alta risoluzione, il divario tra i piccoli strumenti amatoriali e i grandi telescopi professionali non è grande quanto suggerirebbe la teoria, anzi, non è raro assistere anche a sorprendenti "colpi di scena";
- 2) **Tempo di osservazione:** Gli astronomi professionisti non hanno a disposizione tutto il tempo che vogliono per fare le loro ricerche, dovendosi quindi limitare spesso a progetti di breve durata ed effetto immediato (altrimenti addio finanziamenti!). Gli appassionati di astronomia, invece, possono fare delle osservazioni su un intervallo temporale grande a piacere (l'unico limite è la pazienza!). Questa è una delle variabili più importanti a favore degli astronomi dilettanti: in quasi tutti i progetti che richiedono un impegno maggiore di qualche settimana, i risultati più importanti vengono proprio dalla strumentazione amatoriale. I campi più prolifici sotto questo punto di vista riguardano il monitoraggio continuativo delle superfici e atmosfere planetarie, la ricerca di comete, asteroidi, supernovae e soprattutto stelle variabili;
- 3) **Dispositivi e tecniche di ripresa:** Utilizzando supporti di ripresa digitali al posto del nostro occhio o dell'ormai estinta pellicola, e tecniche appropriate, è possibile portare la propria strumentazione oltre i limiti teorici e ben oltre le performance offerte dall'osservazione visuale. Sebbene i dispositivi digitali in nostro possesso

non siano qualitativamente eccellenti come quelli in uso presso i grandi osservatori astronomici, è possibile trasformare i punti di debolezza in punti di forza, per ottenere risultati che la sofisticata strumentazione professionale fatica a raggiungere (vedi ad esempio 2.3).

- 4) **Internet:** Il continuo scambio di informazioni, la possibilità di collaborare con appassionati ed esperti di tutto il mondo, nonché di potersi documentare con estrema facilità su tecniche, progetti e risultati della ricerca di punta, sono fondamentali per mantenere aggiornato ed informato l'astronomo amatoriale che cerca di partecipare alle nuove sfide astronomiche. Prima della diffusione di questa miniera di informazioni a bassissimo costo, era quasi impossibile per l'amatore tenersi aggiornato e cercare collaborazioni con altri appassionati o professionisti sparsi sulla superficie terrestre;
- 5) **Grandissima mole di dati:** I progetti di ricerca astronomica possibili ed i dati che vengono forniti da strumenti e satelliti, sono così tanti che non esistono abbastanza astronomi professionisti per analizzarli in breve tempo. Il primo esempio che mi viene in mente riguarda il telescopio spaziale Kepler, dedicato alla ricerca dei pianeti extrasolari. In appena due anni di attività, ha rilevato oltre 2000 potenziali pianeti, un numero così elevato che per confermarli tutti con altre osservazioni gli astronomi professionisti impiegheranno degli anni. Non di rado, quindi, viene chiesto l'aiuto della comunità amatoriale per cercare di districarsi in una mole di dati che non ha conosciuto eguali nella storia della scienza.

Se utilizzato nel modo migliore, anche uno strumento di appena 20-25 centimetri di diametro aprirà letteralmente le porte alla ricerca scientifica, affiancando gli astronomi professionisti equipaggiati con grandi telescopi e strumentazione d'avanguardia.

È una soddisfazione immensa quando l'amante del cielo si trasforma in astronomo e riesce a conoscere o scoprire oggetti mai visti prima.

La ricerca scientifica è veramente affascinante; spesso è sottovalutata e vista con timore, ma in realtà si tratta di un'attività addirittura più semplice dell'astrofotografia estetica, se non altro perché non richiede né grossi e onerosi strumenti, né una conoscenza approfondita di programmi di elaborazione e foto ritocco.

Contrariamente alla normale fotografia astronomica, nella quale si curano gli aspetti estetici e le fasi di elaborazione e presentazione dei dettagli, la tecnica di ricerca si svolge in modo molto diverso e prevede 3 fasi distinte:

- 1) **Raccolta dei dati** secondo tecniche ben precise ed utilizzando sempre sensori digitali;
- 2) **Riduzione.** Con questa parola si identificano tutte le fasi propedeutiche alla successiva lettura ed interpretazione dei dati in nostro possesso, come la calibrazione delle immagini CCD con *dark*, *flat* e *bias frame*, ed eventualmente la costruzione di grafici. Questa è la fase diversa rispetto alla fotografia astronomica: in genere non si applicano tutti i filtri di contrasto e tutti i ritocchi che si rivelano invece necessari per dare un aspetto esteticamente gradevole all'immagine.

Le immagini a scopo scientifico sono brutte fuori ma belle dentro. Esse nascondono al loro interno tutto il potenziale scientifico che spesso non va d'accordo con quello estetico.

Se nella fotografia tutti i nostri sforzi sono focalizzati sul come presentare al meglio i risultati, in questi casi dovremmo invece adoperarci nell'estrapolare i dati scientifici di cui abbiamo bisogno: informazioni sulla luminosità, sul contrasto dei dettagli planetari, sulla variazione della luce in funzione del tempo...sacrificando, se necessario, l'aspetto estetico;

- 3) **Interpretazione.** Sicuramente una delle fasi più belle. Dai dati ridotti dobbiamo cercare di trarre delle conclusioni sull'evento che abbiamo seguito; questa è la fase più emozionante perché si raccolgono i frutti del nostro lungo lavoro, con la possibilità di ottenere informazioni uniche nel panorama mondiale.

La ricerca astronomica amatoriale può essere suddivisa in due grandi categorie: fotometria e *imaging* standard, che si differenziano per la fase di riduzione dei dati e per il modo in cui vanno letti e successivamente interpretati.

In entrambe le discipline si tratta di riprendere delle immagini del soggetto studiato ed analizzare la luce che riceviamo. La fotometria si concentra solamente sulla quantità di luce e sulla sua eventuale variazione nel tempo. L'*imaging* invece, analizza direttamente la sorgente che ha emesso la luce, le sue dimensioni, la forma, la posizione.

L'interpretazione dei dati prevede sempre di effettuare delle misurazioni, in genere di luminosità, angolari o temporali. Come ogni misurazione, quindi, non è possibile disporre di una precisione assoluta: ogni misura comporta degli errori. Essere prima di tutto coscienti e successivamente cercare di minimizzare gli errori di misura dipende dalle conoscenze tecniche e teoriche che si possono apprendere con l'esperienza, lo scambio di idee con altri esperti appassionati e qualche buon libro da leggere negli intervalli di tempo.

A questo punto mi rivolgo a tutti gli astronomi dilettanti che possiedono la strumentazione adatta, includendo anche me stesso.

Noi passiamo spesso ore ed ore nell'elaborare al meglio un'immagine di una nebulosa, cercando di tirare fuori più dettagli possibile e allo stesso tempo di renderla esteticamente perfetta; perché non dedicare almeno il 20% di questi sforzi nell'analisi scientifica degli eventi dell'Universo?

Non sono necessarie conoscenze fuori dal comune, la tecnica è semplice da imparare e la successiva riduzione ed interpre-

tazione dei dati sono fasi che richiedono spesso molto meno impegno rispetto all'elaborazione di un'immagine "estetica".

La differenza nei risultati parla chiaro.

E' meglio riuscire a riprendere in modo impeccabile la grande nebulosa di Orione, la cui immagine si andrà ad aggiungere alle centinaia perfette ottenute dagli appassionati di tutto il mondo, oppure essere i primi a scoprire un pianeta orbitante attorno ad un'altra stella che nessuno fino a quel momento aveva mai visto?

Io, personalmente, non avrei alcun dubbio in merito.

Elencare dettagliatamente tutti i progetti di studio e ricerca è una cosa impossibile e richiederebbe il doppio delle pagine di questo volume, per questo mi limiterò a riassumere in uno schema tutti i possibili studi e ad analizzare brevemente i più interessanti ed importanti, tralasciando, dove possibile, pesanti nozioni matematiche e fisiche di base o le tecniche di estrapolazione dei dati, per i quali mi riserverò un altro volume adatto allo scopo.

Queste pagine sono scritte per informare l'appassionato del cielo sul grande potenziale dell'astronomia amatoriale, per cercare di incuriosirlo verso una strada ancora troppo poco conosciuta e spesso vista con scetticismo o vera e propria paura. Coloro i quali dovessero trovare la voglia di intraprendere uno di questi progetti, potranno approfondire nel vasto oceano della rete o cercando l'aiuto di qualche persona più esperta.

In un certo senso, è anche questo il bello del gioco: l'astronomo amatoriale è di per sé una persona curiosa, un investigatore del cielo che deve avere la voglia e le capacità di ricerca delle informazioni di cui ha bisogno, soprattutto oggi con il web che porta in ogni casa praticamente tutto lo scibile umano.

I progetti che andremo a vedere vanno divisi in altre due categorie ideali e trasversali: quelli interessanti ma già affrontati in modo molto approfondito dai professionisti, che risultato utili per lo più dal punto di vista didattico e di soddisfazione perso-

nale, e quelli che invece possono portare conoscenza scientifica, come la ricerca dei pianeti extrasolari, la scoperta di nuove variabili e in generale di oggetti ancora mai avvistati.

I risultati, oltre a produrre una piacevolissima sensazione di appagamento e soddisfazione, riescono effettivamente ad essere utili all'intera comunità scientifica; non di rado il nome degli astrofili compare in importanti articoli astrofisici; diventano addirittura possibili collaborazioni con enti quali ESA (l'agenzia spaziale europea) e NASA (agenzia spaziale americana) o con alcune tra le più importanti università del mondo. L'importante, come in ogni progetto della nostra vita, è la determinazione, la passione e la voglia di raggiungere certi traguardi, senza mai farsi scoraggiare dalle difficoltà che inevitabilmente si incontreranno sul proprio percorso.

### **Un cenno al metodo scientifico**

In ogni lavoro di ricerca o studio a carattere scientifico occorre seguire rigorosamente delle regole riassunte nel cosiddetto metodo scientifico.

L'analisi scientifica di ogni fenomeno naturale è spesso molto difficile e deve essere assolutamente oggettiva.

Qualsiasi passo condotto dalla scienza deve procedere per delle tappe, che sono, in rigoroso ordine: raccolta dei dati, estrapolazione delle informazioni, interpretazione dei dati, sviluppo di una teoria che possa giustificarli e allo stesso tempo prevedere tutta una serie di eventi appartenenti alla stessa famiglia (procedimento induttivo).

Un qualsiasi esperimento scientifico, e i dati che se ne ricavano, devono essere ripetibili da qualsiasi osservatore; tanti esperimenti e dati non sono sufficienti a confermare rigorosamente una teoria ma ne basta uno per confutarla.

Questi sono, a grandi linee, i concetti espressi dal metodo scientifico.

Nelle applicazioni astronomiche questo può essere tradotto in: quando si scopre un nuovo oggetto, o si riescono a catturare dei dettagli mai visti prima, ogni osservatore, opportunamente

informato (corpo celeste, posizione, eventuale moto), deve poter riprodurre perfettamente i risultati dello scopritore; in caso contrario i dati ricavati non possono essere accettati.

In astronomia, come in ogni branca della scienza, la bravura dello scienziato è nell'arrivare per primo ad una scoperta o teoria, non averne l'esclusiva.

Ogni informazione, dato, teoria, deve essere reso pubblico in ogni minimo dettaglio. Non è accettabile, ad esempio, tenersi segrete le tecniche di elaborazione di un'immagine digitale che mostra un corpo o un oggetto mai visti prima.

**Dopo aver controllato i dati e le conclusioni, dopo averli fatti controllare, privatamente, da un conoscente, dopo aver cercato in tutti i modi di confutarli, senza riuscirci, allora il nostro lavoro è scientificamente valido; i dati e le conclusioni possono, devono, essere resi pubblici nel modo più trasparente possibile.**

Qualsiasi lavoro si intenda svolgere, a prescindere dal livello, per avere credito le scoperte devono essere accompagnate da dati precisi, e soprattutto essere già state confermate almeno da un'altra osservazione.

La probabilità di prendere degli abbagli in astronomia è molto elevata, per questo gli stessi enti che raccolgono le informazioni scientifiche degli astrofili (l'AAVSO per le stelle variabili, il *Minor Planet Center* per gli asteroidi o il CBAT per comete, novae e fenomeni transienti) richiedono che la scoperta sia corredata almeno da una verifica indipendente.

Nel caso avessimo scoperto un oggetto che sembra una nuova cometa, occorre che almeno un altro osservatore, opportunamente informato, ottenga lo stesso risultato, o che l'astrofilo stesso, nel corso di due notti consecutive, riesca a riprendere e seguire il nuovo corpo celeste.

Lo stesso concetto, seppur meno rigorosamente, si dovrebbe applicare anche al puro *imaging* estetico. È vero, le immagini astronomiche a scopo divulgativo/illustrativo non hanno pretese scientifiche elevate, ma si tratta comunque di rappresenta-



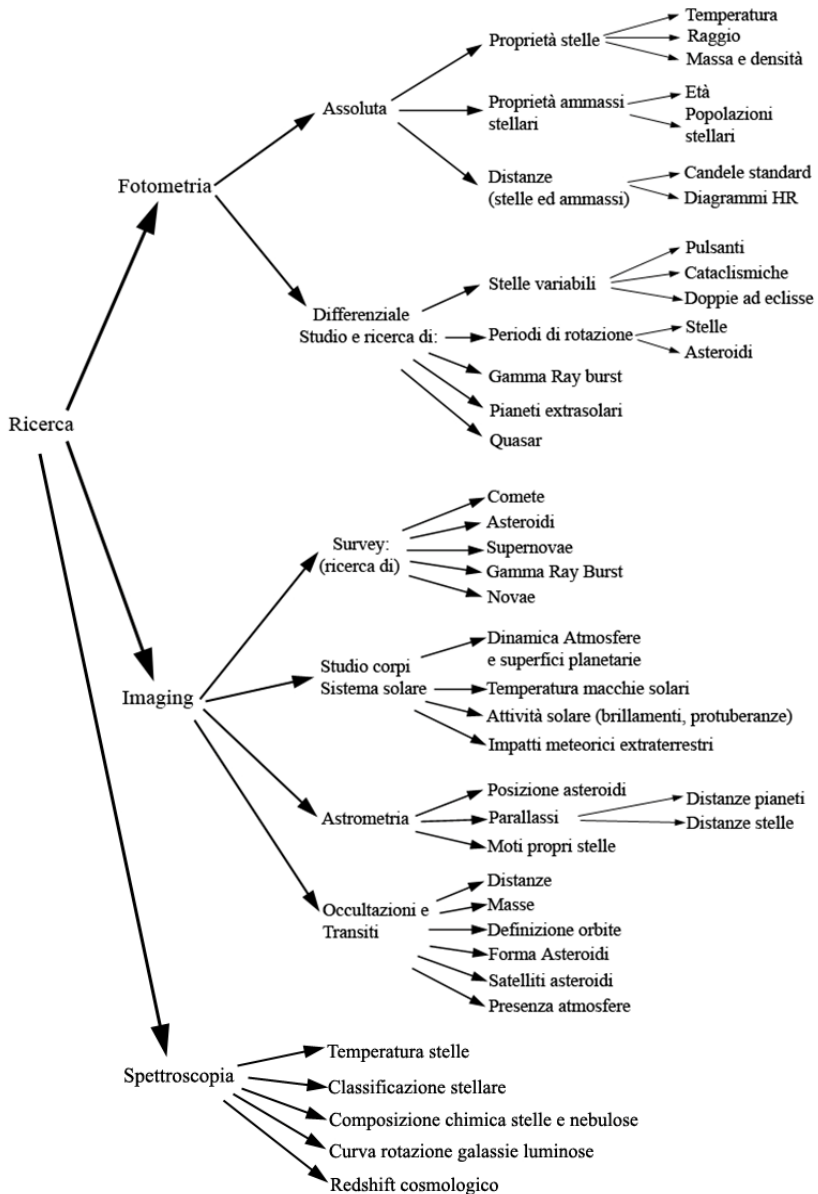
zioni della realtà e per questo dovrebbero rappresentarla veramente.

**Ogni immagine è potenzialmente ripetibile da qualsiasi persona; tutti i lavori presentati in questo libro possono essere ripetuti da chiunque disponga di strumentazione simile.**

Non si tratta di un quadro o di un'opera d'arte frutto del talento di chi la crea; si tratta di realtà e per questo non deve assolutamente cambiare da un osservatore all'altro!

Il metodo ed il rigore scientifico si rendono necessari quando si vuole analizzare la realtà oggettivamente e, sebbene possa essere antipatico, è necessario applicarlo a qualsiasi livello, altrimenti l'astronomia, sia pur amatoriale, sfocia nell'arte, e questo non è proprio accettabile.

## Schema progetti di studio e ricerca



## 1. Fotometria

L'unico modo che abbiamo per indagare la natura e le caratteristiche di un oggetto astronomico è attraverso l'analisi e l'interpretazione della luce che esso ci invia, poiché siamo impossibilitati fisicamente a raggiungerlo (fatta eccezione per qualche corpo celeste estremamente vicino) e fare degli studi sul campo. Ancora meno probabile l'eventualità di riprodurre in laboratorio gli ambienti dello spazio e di studiare da vicino le sorti dei nostri esperimenti, come invece possono fare ad esempio i biologi e molti fisici.

L'analisi della quantità, del colore, della variazione della luce in funzione del tempo, è detta fotometria, letteralmente misura dei fotoni che giungono fino a noi.

Molte persone sono abituate a credere l'Universo come un luogo statico; dalle pagine precedenti abbiamo visto che non è proprio così. Sfortunatamente, ad esclusione dei pianeti del sistema solare, in effetti il tempo nel quale esso sembra "muoversi" è molto maggiore della vita media di qualsiasi essere umano, per questo esso ci appare in gran parte statico. Tuttavia ci sono dei fenomeni che possono avere luogo, svilupparsi e poi terminare nel giro di qualche ora, a volte dei secondi. Quasi la metà delle stelle che è possibile ammirare nel cielo sono variabili, sorgenti che cambiano la loro luminosità nel tempo, spesso nel giro di qualche ora o giorno.

Purtroppo i nostri occhi non sono sufficienti per ammirare e studiare oggettivamente queste variazioni di luminosità, ma le camere CCD di cui siamo dotati sì; esse riescono a misurare variazioni di luminosità molto piccole, fino a  $1/1000$  di volte rispetto al flusso luminoso totale che riceviamo. Un esempio più pratico rende meglio l'idea.

Consideriamo un lampione, di quelli con il vetro translucido, dal diametro di 40 cm. Una moderna camera CCD riesce a misurare il calo della luce prodotto quando sulla sua superficie vi si posa una mosca, a prescindere dalla distanza alla quale

osserviamo! Per un paragone, l'occhio umano riesce a percepire un calo di luce 100-200 volte maggiore!

Attraverso questi sensibilissimi strumenti di misura, siamo in grado, utilizzando la tecnica della fotometria, di analizzare anche le più piccole variazioni di luminosità di ogni oggetto celeste.

La domanda che ora potrebbe sorgere è: che senso ha analizzare tali variazioni di luminosità? Perché sembrano essere così importanti?

La risposta è semplice: perché alla base delle variazioni di luminosità di qualsiasi oggetto celeste ci sono dei fenomeni fisici o dinamici ben precisi.

**La Natura non lascia nulla al caso: c'è sempre una spiegazione profonda a ciò che osserviamo.**

Una stella che subisce un calo della sua luce di 1/100 per qualche ora, per poi ritornare normale, può apparire insignificante e non degna di studio ai più, ma quel calo di luce, così piccolo e temporaneo, potrebbe essere la prova di un pianeta che le orbita intorno, oppure ancora, sintomo di una dilatazione dei suoi strati più esterni.

Questi piccoli dettagli, questi valori così bassi, per noi esseri umani abituati alla vita di tutti i giorni, possono in realtà nascondere degli eventi assolutamente incredibili, che i nostri telescopi sono in grado di mostrarci.

Questa è l'astronomia: la perfetta coesistenza tra l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande. Piccoli effetti possono manifestare eventi di straordinaria potenza, così come le proprietà delle particelle subatomiche regolano di fatto il funzionamento dell'intero Universo.

Non è tutto: la nostra strumentazione ha le potenzialità per mostrare molto altro; sta alle capacità di ognuno di noi riuscire a tirare fuori i dati ed interpretarli correttamente, sulla falsa riga di quanto accade nella fotografia astronomica.

La fotometria è una tecnica interessantissima e relativamente semplice da imparare e capire, almeno nelle sue versioni "semplificate", di cui parleremo abbondantemente nelle pros-