

Daniele Gasparri

**Tecniche, trucchi e segreti
dell'imaging planetario**

Copyright © 2013 Daniele Gasparri
ISBN: 978-1482618815

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 e immagini rimangono proprietà esclusiva dei rispettivi autori. È vietato modificare il testo in ogni sua forma senza l'esplicito consenso dell'autore.

In copertina: la parte meridionale della Luna 3 giorni dopo il primo quarto e Giove il 24 Agosto 2010 privo di una fascia equatoriale e con la grande macchia rossa nei pressi del bordo destro. Immagini acquisite con un telescopio Schmidt-Cassegrain da 35 centimetri e la tecnica descritta nel testo. Risultati analoghi, soprattutto sulla Luna, sono possibili anche con uno strumento di 25 centimetri di diametro. Tutti i telescopi di buona qualità ottica possono offrire ottimi risultati, a prescindere dal loro diametro.

Prefazione

La mia passione smisurata per l'astronomia risale ormai a tanti anni fa. Ero ancora un bambino inesperto ma tanto curioso. Così, quando mio padre mi regalò un binocolo per il decimo compleanno, dopo qualche giorno passato a osservare il panorama, mi dissi: "Cosa si vedrà nel cielo?" Poco dopo mi ritrovai a passare le due ore più emozionanti della mia vita viaggiando tra i crateri lunari, quei buchi che non sapevo neanche che esistessero.

Con anni e anni di esperienza e anche sonore batoste, sempre e soltanto da solo, senza mai un aiuto, riuscii pian piano a capire qualcosa di astronomia.

Cominciai anche a interessarmi di fotografia digitale, che a quei tempi (primi anni 2000) era ancora semiconosciuta, almeno nel campo dell'astronomia.

Cominciai a leggere qua e là su varie riviste astronomiche che qualche ingegnoso astrofilo si era adattato una videocamera, spesso una normale webcam, per ottenere delle immagini dei pianeti brillanti e della Luna. Quelle foto, benché ora a distanza di 13 anni sembrino di modesta qualità, erano per me di una bellezza disarmante.

Avevo infatti fatto appena in tempo a cavalcare il mito della pellicola chimica proprio poco prima del suo tramonto e avevo sperimentato sulla mia pelle i modesti risultati che si ottenevano ogni volta che si cercava di riprendere quei piccoli pianeti.

Quelle modeste webcam fatte tutte di plastica, dal costo di qualche decina di migliaia delle vecchie lire, adattate con colla e nastro adesivo, riuscivano a riprendere più dettagli sui pianeti di quanti la mia vecchia reflex pagata dieci volte tanto mi aveva mai concesso.

Fu così che decisi di interessarmi della nuova branca della fotografia digitale in alta risoluzione.

Prima di dedicarmi anima e corpo passarono però altri due anni. La svolta ci fu quando per la grande opposizione di Marte del 2003 riuscii a comprare di seconda mano un telescopio

Schmidt-Cassegrain da 23 centimetri di diametro, in sostituzione del vecchio rifrattore acromatico da 15 centimetri che di certo in alta risoluzione non dava il meglio di se.

Quando ripresi Marte la sera della grande opposizione, il 27 Agosto 2003 prima con il rifrattore e poi, il giorno seguente, con il nuovo telescopio, scoccò un amore che mi avrebbe accompagnato per diversi anni.

Da quel momento decisi di dedicarmi quasi esclusivamente alle riprese dei corpi del sistema solare in alta risoluzione, cercando di ottenere sempre il meglio dalla mia strumentazione.

La voglia di migliorare, crescere, imparare ha fatto sì che la mia passione proseguisse spedita senza trovare ostacoli.

Mi feci tanta esperienza ottenendo spesso immagini di modesta qualità. Ma come per magia, quando ormai stavo per scoraggiarmi, ecco che un colpo di fortuna (o di bravura, chi lo sa!) mi faceva tornare il sorriso e sognare giorno e notte quella buona ripresa che finalmente ero riuscito a ottenere.

Notti passate al freddo con le mani congelate; serate estive trascorse come cibo preferito dalle zanzare; lotte continue contro nebbie, nuvole, pioggia e neve. Eppure non mi sono mai arreso perché quell'unica immagine buona sulle decine inguardabili era per me fonte di gioia indescrivibile.

Impiegai 5 anni per raggiungere un buon livello e altri due per sfruttare in pieno, su tutti i corpi del sistema solare, il mio strumento.

Nel 2010 decisi di aumentare il diametro e passare a uno Schmidt-Cassegrain da 35 centimetri, il massimo che mi sarei potuto permettere.

Ho continuato ad alimentare la mia voglia di crescere e scoprire l'Universo intorno a noi ottenendo risultati che mi hanno soddisfatto molto e regalato qualche piccola, grande gioia.

Ma a distanza di tre anni alcune cose sono cambiate dentro di me; ho la sensazione che probabilmente il tempo delle riprese in alta risoluzione sia finito, forse per sempre.

E quando dopo la corsa forsennata durata quasi 13 anni mi sono fermato un attimo per riflettere, mi sono accorto di quante

cose ho imparato nel corso di tutto questo tempo e dopo migliaia di immagini che ho provato a riprendere. Ma anche una lingua che si conosce molto bene la si inizia a dimenticare quando non la si parla più, così io ho paura che accada la stessa cosa con tutto quello che ho appreso durante il mio periodo di astroimager planetario. Non posso accettare di perdere tutto questo. È così, per mia memoria e anche per tutti coloro che stanno vivendo quello che io ho avuto la fortuna di affrontare tanti anni fa, che ho deciso di scrivere questo libro nel quale raccolgo tutto (ma proprio tutto) quello che ho imparato dell'imaging in alta risoluzione: strumentazione, tecniche, trucchi e segreti che tutti i più bravi custodiscono gelosamente, io ho deciso di rendere pubblici senza alcuna omissione. Perché lo faccio? Forse perché non sono diventato abbastanza bravo da permettermi di avere dei segreti.

Daniele Gasparri

Marzo 2013

Dizionario dell'astroimager planetario

Ecco qualche termine, in rigoroso ordine alfabetico, che potrebbe tornarci utile durante la nostra carriera di astroimager planetari:

- **Astroimaging**: termine inglese per definire le fotografie digitale scattate al cielo (astro-). L'astroimaging è quindi la materia che si occupa delle fotografie al cielo; gli imager coloro che la praticano, nel nostro caso imager planetari.
- **Frame**: dall'inglese fotogramma: la singola immagine di un video ripreso con un certo framerate.
- **Framerate**: velocità con cui si acquisisce un generico video. Un framerate pari a 30 FPS indica una frequenza di 30 fotogrammi al secondo.
- **H-alpha**: lunghezza d'onda di assorbimento ed emissione dell'idrogeno ionizzato, posta a 656,3 nm (nanometri). Nell'astroimaging planetario questa si riferisce quasi sempre a una strettissima banda nella quale è possibile, con telescopi e filtri particolari, osservare un insolito aspetto del Sole: cromosfera, brillamenti e protuberanze.
- **Imaging**: termine generico per identificare l'attività dell'effettuare fotografie digitali. Spesso è usato in sostituzione di astroimaging.
- **Lunghezza d'onda**: in parole molto semplici rappresenta il colore della luce: maggiore è la lunghezza d'onda più rosso risulta il colore. Viceversa, a lunghezze d'onda corte è associata una tonalità sempre più tendente al blu-violetto. La spiegazione più corretta richiede uno spazio che qui non abbiamo.
- **Processing**: termine inglese che significa elaborazione. Con processing si identificano tutte le fasi che portano alla costruzione dell'immagine finale a partire da un video acquisito.

- **PSF**: termine inglese per Point Spread Function. È una funzione matematica che cerca di descrivere l'andamento della distribuzione di luce di una stella (o qualsiasi sorgente puntiforme) vista sul piano focale del telescopio, che a causa degli effetti della diffrazione e dell'interferenza presenta una strana forma, detta anche gaussiana. La macchia centrale è chiamata disco di Airy.
- **Resampling**: termine inglese che significa letteralmente ricampionamento. Nel nostro campo resampling indica una modificazione delle dimensioni dell'immagine acquisita (o del video).
- **Secondi d'arco**: unità di misura delle dimensioni angolari, sottomultiplo del grado. Un secondo d'arco (simbolo ") è una parte su 3600 di un grado e viene utilizzato per esprimere angoli piccolissimi, come quelli sottesi dai pianeti e per la scala dell'immagine.
- **Seeing**: termine inglese che cerca di quantificare il disturbo sulle immagini provocato dalla turbolenza atmosferica.
- **Stack**: fase delicata dell'elaborazione di un video planetario nella quale un apposito software, dopo aver allineato e selezionato i migliori fotogrammi, li sovrappone e ne media i valori, restituendo quella che viene chiamata immagine raw (grezza).

Indice

Introduzione	1
Un cenno al metodo scientifico	11
Concetti fondamentali per l'imaging in alta risoluzione	13
Il potere risolutivo	13
La risoluzione di uno strumento ottico	17
Nitidezza	20
La qualità ottica	23
Come testare la qualità delle ottiche	26
Il seeing	30
La scala Pickering	34
La scala Antoniadi	36
Seeing istantaneo e seeing medio	36
Seeing atmosferico e seeing locale	38
Seeing e lunghezza d'onda	40
Prevedere il seeing	42
Campionamento e focale di ripresa	47
Il campionamento	47
La focale equivalente	49
La strumentazione per le riprese in alta risoluzione	56
Un computer portatile con Windows	56
L'importanza del diametro del telescopio	57
Regole di buon senso per il miglior strumento	61
Scegliere il telescopio	66
La camera di ripresa	69
I requisiti di una buona videocamera	71
Il sensore	73
Monocromatica o a colori?	77
8 o 12 bit?	83
Lo standard di collegamento	88

Alla fine, quali sono le camere migliori?	90
I filtri	92
Filtro IR/UV-cut.....	92
Filtri per tricromia RGB.....	95
Filtri infrarossi.....	96
Filtri ultravioletti	97
Filtri solari.....	98
Filtro al metano	99
Accessori per aumentare la focale.....	103
Ruota portafiltri	106
Foccheggiatore	107
Adattatore per la camera di ripresa.....	110
L'ottimizzazione del telescopio.....	111
La collimazione degli strumenti ottici.....	112
Quando collimare?	115
Come si effettua una perfetta collimazione	116
L'acclimatamento dello strumento.....	122
Dove posizionare il telescopio.....	129
Battere il seeing	130
Sconfiggere le vibrazioni.....	133
Tecnica di ripresa	136
Il nostro obiettivo	136
I software di ripresa	137
Le regolazioni fondamentali.....	140
Il miglior compromesso	145
Tempi di acquisizione.....	148
Ottimizzazione del computer e formato video.....	152
Tecnica di elaborazione	153
Introduzione sulla tecnica di elaborazione.....	153
Dal video all'immagine raw	156
Lo stacking con Registax	158
Lo stacking con Autostakkert	166
Stacking con Avistack	170
Risolvere qualche problema con il formato video	184
Dall'immagine raw alla versione wow	187

I programmi di elaborazione e i filtri di contrasto.....	188
Quel maledetto rumore	199
Dal bianco e nero al colore: l'immagine RGB	203
Allineamento dei canali RGB con camere a colori	211
Bilanciamento dei colori	213
Qual è la migliore ricetta elaborativa?	216
Errori da evitare	219
Sembrano dettagli ma non lo sono: gli artefatti.....	222
La prima volta sul campo	231
Il puntamento	231
Regolazione parametri videocamera.....	234
Una precisa messa a fuoco.....	234
La ripresa.....	236
Allineamento e stacking.....	237
Elaborazione.....	238
Presentazione dell'immagine.....	240
Tecniche avanzate di ripresa ed elaborazione.....	242
I mosaici.....	244
Riprendere di giorno.....	253
Perché riprendere di giorno.....	257
La Luna	258
I pianeti.....	260
Venere.....	260
Mercurio	263
Marte	264
Giove.....	265
Saturno.....	268
I diversi modi per creare un'immagine a colori.....	270
Tricromia con diverse lunghezze d'onda.....	270
Bicromia R(G)B e sue varianti.....	271
Quadricromia LRGB e varianti fantasiose.....	273
Luminanza sintetica	277
Quadricromia con due camere.....	278
Come comporre bicromie e quadricromie	279

Contenere i bordi brillanti	281
Eliminiamo il doppio bordo di Marte	285
Eliminare gli artefatti ad anello e a bande	289
Elaborazione zonale.....	291
Trucchi e segreti	297
Conoscere i pianeti.....	297
Conoscere il proprio sito osservativo.....	298
Portare tutto al limite senza dimenticare nulla.....	298
Essere i primi critici di se stessi	299
Tutta la verità sulla luminosità dei video	300
Catturare decine di migliaia di fotogrammi	302
La derotazione.....	304
Gli incredibili effetti di un filtro gaussiano	305
Un particolare uso dei wavelet	307
Correzione del colore selettiva	310
Alla ricerca del vero effetto “wow”	311
Sperimentare e osare.....	315
Consigli e tecniche per ogni corpo celeste	316
Mercurio	316
Venere	323
Marte	334
Giove	344
Saturno	355
Luna	363
Pianeti remoti: Urano e Nettuno	376
Il Sole	379
Imaging estremo	390
Riprendere la superficie di Venere	390
Strumentazione	392
Tecnica di acquisizione ed elaborazione	393
La superficie rivelata	394
Le nubi a bassa quota.....	398
Urano e Nettuno	400
Finalmente dettagli!.....	402

Dettagli e persino crateri sui satelliti di Giove	405
Ricerca astronomica e sfide per il futuro	
.....	408
Monitoraggio atmosfere e superfici planetarie	408
Risultati ottenibili	412
Studio del Sole	416
Risultati ottenibili	419
Rilevare dischi planetari attorno ad altre stelle	421
Qualche nozione teorica	421
Risultati ottenibili	423
Sfide in alta risoluzione	427
Anelli di Giove e Urano	427
La luce di Ashen su Venere	430
Riprendere la superficie di Titano	431
Appendice	434
Imaging planetario senza Windows?	434
Alcuni miti duri a morire.....	436
Il mito del super telescopio.....	436
Il mito dei rifrattori invincibili	437
Il mito del seeing e del diametro	437
Il mito della montatura indistruttibile.....	438
Il mito delle spese folli	438
Il mito dell'ingrandimento esagerato	439
Il mito del super sensore con miliardi di pixel.....	440
Il mito dell'elaborazione miracolosa	440
Fotografia chimica-fotografia digitale: un breve	
confronto	442
Il Sole	442
Mercurio	444
Venere.....	445
Luna	447
Marte	448
Giove.....	449
Saturno.....	451
Urano	453

Bibliografia	455
Biografia	459

Introduzione

Il Sistema Solare comprende una famiglia di corpi celesti, di diverse dimensioni, che ruotano intorno al Sole: la Terra, tutti gli altri pianeti, i più luminosi noti fin dall'antichità, e altri corpi cosiddetti minori, come gli asteroidi, le comete e i satelliti.

Il Sistema Solare rappresenta la nostra casa all'interno di uno sterminato spazio chiamato Universo, popolato da immense isole di stelle e gas, chiamate galassie, e da un'infinità di spazio vuoto e freddo, le cui dimensioni sono impossibili da immaginare per qualunque essere umano. Nonostante le dimensioni enormi rispetto alle distanze cui siamo abituati, è solo un punto insignificante nella nostra Galassia, ma non per questo meno interessante. Spesso l'astrofilo, cioè l'appassionato del cielo, trascura l'osservazione del nostro vicinato, gettandosi verso enormi nebulose e lontane galassie. D'altra parte, chi è interessato, ma ancora non esperto, è portato a pensare che l'osservazione dei pianeti competa solo ai grandi telescopi professionali, o alle sonde che periodicamente li raggiungono. Questo non è vero: i pianeti, i satelliti, la Luna e il Sole sono oggetti meravigliosi alla portata di un modesto telescopio amatoriale, che ci mostrerà dettagli impensabili, al limite di ciò che possono catturare i più grandi telescopi terrestri.

I particolari da osservare sono moltissimi. Venere possiede un sistema di nubi complicatissimo e variabile nel giro di pochi giorni; Marte ha un'atmosfera molto sottile, ma la cui dinamica ricorda quella terrestre, con la comparsa e l'evoluzione di nubi simili ai nostri cirri, l'improvviso svilupparsi di tempeste di sabbia, che alterano le caratteristiche della superficie, sulla quale si possono osservare crateri, canyon, vulcani. Giove ha un'atmosfera così ricca che è quasi impossibile individuare tutte le formazioni presenti: zone equatoriali scure, variabili da un anno all'altro, nelle quali imperversano cicloni che si creano, si fondono o scompaiono nel giro di pochi giorni, contornati dalla danza dei 4 satelliti maggiori, il cui movimento è apprezzabile in pochi minuti e spesso attraversano il disco del pianeta,

proiettandovi un'ombra nettissima. Le dimensioni angolari dei satelliti galileiani sono intorno ad $1,5''$, sufficienti per poter risolvere i loro piccoli dischi e individuare anche dettagli superficiali, in particolare su Ganimede, il maggiore del sistema solare. Vogliamo parlare di Saturno, il pianeta con gli anelli? La sua atmosfera è simile a quella di Giove e periodicamente vi

compaiono dei cicloni la cui dinamica non è ancora stata ben capita. Gli anelli sono magnifici e variano in inclinazione da un anno all'altro: possono apparire molto aperti in tutto il loro splendore, oppure di profilo tagliare in due il globo del pianeta.

Un telescopio da 20-25 cm, munito di webcam o una camera planetaria, permetterà di individuare almeno 5 anelli insieme a una decina di satelliti, dominati da Titano, il cui disco ha un diametro di $0,90''$ ed è risolvibile nelle condizioni migliori.

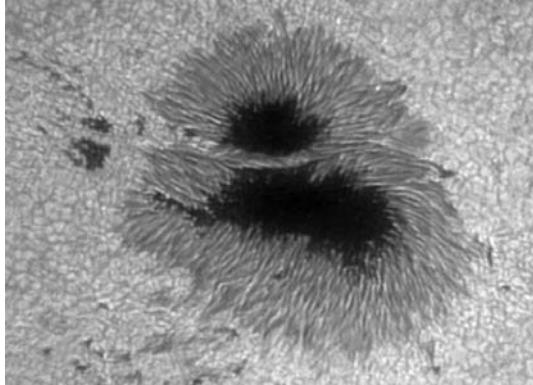
In tutta questa meraviglia, abbiamo dimenticato di parlare della Luna e del Sole, due astri che si presentano molto grandi nel nostro cielo: La Luna è un vero e proprio parco di divertimenti, ricchissima di dettagli da osservare: migliaia di crateri dalle



Marte, in alto, e Saturno, in basso, ripresi con una vecchia webcam Philips Vesta Pro e telescopio Schmidt-Cassegrain da 23 centimetri.

forme più strane, catene montuose imponenti che si stagliano con vette alte oltre 4000 metri; valli e scarpate che si insinuano tra monti e crateri. Non ci basteranno anni per fotografare tutto ciò che un telescopio da 20 cm può offrire: dettagli di dimensioni a volte inferiori a 500 metri.

La nostra Stella, se osservata con un opportuno filtro solare, mostra un aspetto del tutto inconsueto nascosto ai nostri occhi dal suo bagliore accecante. La sua superficie gassosa pullula di enormi sacche di gas, dal diametro di qualche centinaio di chilometri, che salgono dalle profondità, e poi, una volta raggiunta la superficie



Macchia solare e granulazione riprese con un telescopio Schmidt-Cassegrain da 35 centimetri. Un risultato del genere è comunque alla portata anche di uno strumento di 25 centimetri.

(chiamata fotosfera), si raffreddano e sprofondano di nuovo negli strati interni nel giro di pochi minuti: l'effetto è molto simile a quello di una enorme pentola bollente.

Le macchie solari sono i dettagli più famosi ed evidenti della nostra stella; spesso hanno dimensioni molte volte superiori alla Terra e presentano una trama complicatissima.

Se avete la possibilità di osservare con particolari strumenti, che lasciano passare solo una piccolissima banda nella regione rossa dello spettro (detta riga H-alpha), potrete ammirare anche le protuberanze, enormi colonne di gas caldo che si sollevano per milioni di chilometri dalla fotosfera solare, cambiando forma rapidamente, a volte nel giro di pochi minuti.

Oltre allo spettacolo offerto dalle superfici e atmosfere dei pianeti, ci sono tanti altri oggetti ed eventi da osservare. Tutti testimoniamo la grande dinamicità del nostro sistema solare: le

eclissi totali solari sono molto rare ma spettacolari, assolutamente da vedere almeno una volta nella vita. Molto più frequenti sono le eclissi lunari, visibili senza dover affrontare scomodi e costosi spostamenti, durante le quali la Luna si colora di un rosso cupo per alcune decine di minuti. Le piogge meteoriche, gli avvicinamenti stretti tra i pianeti, oppure i transiti di essi (Mercurio e Venere) davanti al disco solare, sono tutti fenomeni cosiddetti transienti e altamente spettacolari.

Oltre a fornirci emozioni, un telescopio, se utilizzato a dovere, può essere un ottimo strumento nell'analisi scientifica del comportamento dei pianeti e delle loro atmosfere, campo questo quasi totalmente in mano agli astroimager, poiché i grandi telescopi non possono osservare, per problemi di tempo, uno stesso oggetto per giorni. La risoluzione raggiungibile, con le moderne (e semplici) tecniche di imaging digitale, consente di monitorare e studiare le atmosfere dei maggiori pianeti: Venere, in ultravioletto e infrarosso, mostra imponenti sistemi nuvolosi la cui dinamica non è ancora stata capita e va quindi studiata raccogliendo preziosi dati. La stessa Agenzia Spaziale Europea (ESA), ha avviato nel 2006 una campagna per raccogliere riprese UV amatoriali dell'atmosfera di Venere, da affiancare alle immagini della sonda Venus Express, in orbita attorno al pianeta. Molte associazioni, presiedute spesso da astronomi professionisti, raccolgono e utilizzano riprese amatoriali di Marte, Giove e Saturno, al fine di studiarne meglio la complessa dinamica delle loro atmosfere. Mercurio, il pianeta più piccolo, può essere agevolmente osservato solo da strumentazione amatoriale perché i grandi telescopi professionali non possono essere puntati a così esigue distanze dal Sole.

Il lato scientifico è solo la più seria delle applicazioni dell'imaging digitale, condotto con strumenti amatoriali, ma non è certo l'unica: poter riprendere un dettaglio lunare grande come un palazzo, o una divisione di 350 km negli anelli di Saturno, posto ad 1 miliardo e mezzo di km dalla Terra, è qualcosa di terribilmente affascinante che amplia i nostri orizzonti e le nostre conoscenze e ci fa restare a volte a bocca aperta

quando riusciamo ad assaporare la bellezza e la diversità del nostro vicinato cosmico.

Prima di iniziare però, sono doverosi alcuni cenni sul perché la ripresa digitale dei pianeti potrebbe tenerci impegnati per anni interi, e cosa si intende con il termine riprese in alta risoluzione.

I pianeti non sono oggetti statici

Un normale telescopio da 20-25 cm di buona qualità ottica è ormai reperibile sul mercato a un prezzo a volte inferiore ai 1000 euro e permette di effettuare lavori meravigliosi.

Una camera planetaria, spesso una semplice webcam (da costi che partono al di sotto dei 100 euro!), e un tale strumento, permettono di osservare valli e scarpate sul nostro satellite naturale (la Luna), le nubi di Venere, i vulcani di Marte, i crateri di Mercurio, i cicloni di Giove, addirittura crateri dei suoi satelliti principali, o gli immancabili e magnifici anelli di Saturno.

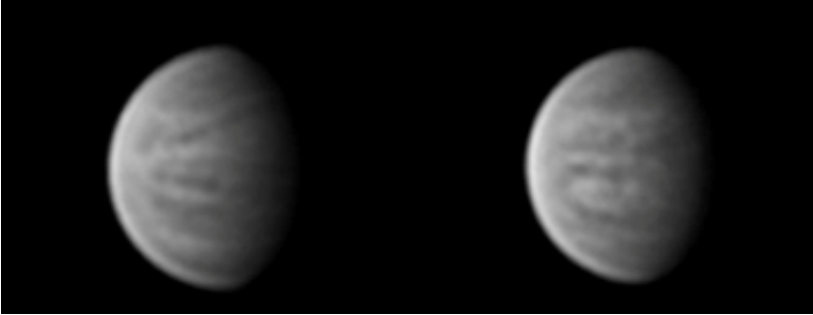
I fenomeni da riprendere e indagare sono moltissimi, tutti rapidamente variabili nel tempo. Spesso si è abituati a considerare l'Universo, in particolare gli oggetti del sistema solare, come statici e invariabili: nulla di più falso.

Venere possiede un'atmosfera completamente avvolta da una spessa cappa nuvolosa, che ruota su se stessa in 4 giorni, e si modifica continuamente da una rotazione all'altra. La Luna presenta così tanti crateri, valli e montagne, che è impossibile contarle e osservarle tutte in una sola vita.

Marte, proprio come la Terra, presenta delle stagioni e una notevole dinamica atmosferica: le calotte polari si formano o si ritirano. Imponenti nubi coprono le vette più alte o le zone polari; spesso, durante i cambi di stagione, si scatenano violente tempeste di sabbia che possono coprire l'intera superficie per mesi, o scomparire nel giro di pochi giorni, alterando anche la visibilità e la forma dei particolari.

Giove ha un'atmosfera ricchissima di dettagli e colori in rapida rotazione (circa 10 ore) ed evoluzione: vi possono comparire

nuovi cicloni, mutevoli in colore e forma nel giro di qualche giorno, che si fondono o scompaiono.



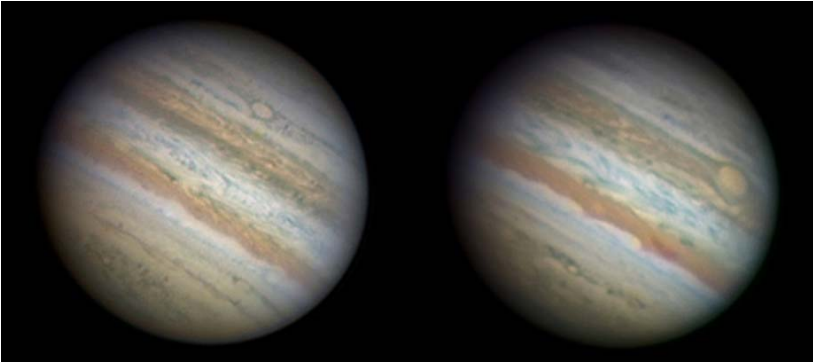
Cambiamenti nell'atmosfera di Venere in infrarosso a distanza di due giorni. Telescopio Schmidt-Cassegrain da 23 centimetri. 25-26 Maggio 2010.

L'intera circolazione atmosferica può subire drastiche variazioni da un anno all'altro, sia di forma che di composizione chimica (che si manifesta con diverse colorazioni). I satelliti principali, detti galileiani, attraversando periodicamente il disco, o venendone occultati, con un moto di rivoluzione percepibile anche al occhio nudo, rendono il quadro tutto fuorché statico.

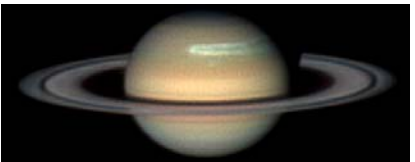
Saturno, in apparenza piuttosto tranquillo, manifesta a intervalli regolari vortici e cicloni nella sua atmosfera, che non sono ancora stati ben capiti neanche dalla comunità internazionale. Gli anelli cambiano la loro inclinazione da un anno all'altro, arrivando quasi a scomparire quando sono visti esattamente di profilo, in un ciclo che dura 30 anni. Urano e Nettuno, nonostante la distanza, sono comunque interessanti, sia per il contorno dei satelliti, sia per l'attività atmosferica, in particolare di Urano, alla portata di un telescopio da 25 cm.

Abbiamo lasciato per ultimo il Sole, la nostra stella. Se osservata con opportuni filtri solari (mai direttamente!!), mostra macchie solari rapidamente variabili, oppure la granulazione, immense sacche di gas estremamente caldo, dal diametro di qualche centinaio di km, che risalgono dagli strati più interni, si raffreddano e poi sprofondano di nuovo. Protuberanze e bril-

lamenti sono eventi spettacolari, osservabili alla lunghezza d'onda H-alpha (656,3 nm), sfortunatamente solo con filtri piuttosto costosi (oltre 500 euro), ma meritevoli di attenzione perché altamente suggestivi e variabili nel tempo, anche in pochi minuti.



Giove ripreso a distanza di poche ore. Grazie alla veloce rotazione e all'attività dell'atmosfera, il gigante non è mai uguale a se stesso.



Cambiamenti improvvisi nelle atmosfere dei pianeti. Sopra: una gigantesca tempesta su Saturno. A lato: a Giove è sparita una banda equatoriale.



Insomma, il sistema solare è un vero e proprio parco dei divertimenti, dove lo scorrere del tempo scandisce fenomeni unici e irripetibili da fissare assolutamente in un'immagine digitale, che ha il pregio inequivocabile dell'oggettività e della possibilità di essere ammirata e studiata in ogni momento.

Le riprese in alta risoluzione

I corpi celesti principali del sistema solare, a esclusione di qualche piccolo e lontano satellite e degli asteroidi hanno tutti un'elevata luminosità ma dimensioni angolari estremamente piccole.

Venere, il più vicino, sottende al massimo un diametro di 1 minuto d'arco (1'), ben 30 volte inferiore a quello della Luna piena; si tratta quindi, nella migliore delle ipotesi, di oggetti che ci appaiono veramente molto piccoli (se escludiamo la Luna e il Sole). Tuttavia nei loro dischi sono spesso visibili una moltitudine di fini dettagli: dai crateri lunari dalle dimensioni inferiori ad 1 km alle vette dei vulcani marziani, passando per i numerosi cicloni e tempeste che imperversano nella turbolenta atmosfera di Giove. Naturalmente se i dischi planetari sono estremamente piccoli, di ancora più ridotte dimensioni saranno i dettagli osservabili, per questo le riprese degli oggetti del sistema solare sono, nella grande maggioranza delle situazioni, definite anche riprese in alta risoluzione, a sottolineare proprio il punto chiave per la loro proficua osservazione: non è importante riuscire a catturare molta luce, poiché si tratta di corpi celesti molto luminosi, ma è estremamente importante riuscire a ottenere la massima risoluzione possibile dalla propria strumentazione.

Questa affermazione porta a conseguenze sia positive che negative.

Fortunatamente non è necessaria la presenza di cieli scuri: le riprese planetarie possono essere condotte anche da grandi centri urbani perché l'inquinamento luminoso non affatto.

Le esposizioni tipiche non eccedono quasi mai le frazioni di secondo, quindi non è necessaria una montatura estremamente precisa (ma comunque solida e con la capacità di compensare il moto di rotazione terrestre!). Data la più che sufficiente quantità di luce non sono necessarie neanche strumentazioni particolarmente sensibili, quindi costose, come le camere CCD astronomiche, le quali, anzi, manifestano tutti i loro limiti in questo specifico campo.

Ci sono purtroppo anche lati negativi, primo su tutti la necessità di un'ottima qualità delle ottiche utilizzate, le quali devono essere in grado di lavorare fino ai limiti teorici imposti dalla teoria dell'ottica ondulatoria: in questo caso si parla di ottiche *diffraction limited*, cioè di ottiche limitate esclusivamente dalla diffrazione e non da difetti più o meno marcati nella loro progettazione e costruzione. Questa affermazione può sembrare superflua; in fondo è come dire che un computer appena comprato debba essere in grado di svolgere tutte le funzioni che gli competono, alla velocità alla quale è stato programmato; purtroppo non è scontato quando si parla di ottiche amatoriali.

Altro punto dolente, che non dipende (totalmente) da noi poveri aspiranti astroimager è la turbolenza atmosferica. Un telescopio con un'ottica perfetta non darà mai il massimo se è utilizzato in presenza di forte turbolenza, o, come si dice in gergo, cattivo seeing.

La turbolenza atmosferica è un fenomeno molto complicato da spiegare nella sua completezza.

Per ora ci serve solamente sapere che proprio come la corrente di un fiume, produce danni alla qualità delle immagini tanto maggiori quanto grande è il tempo di osservazione. Minore è il tempo di esposizione di una foto, meno tempo ha avuto la turbolenza per impegnarsi a rovinare l'immagine.

Per avvicinarci quindi al limite dello strumento è sicuramente utile di ridurre al minimo il tempo di esposizione di una fotografia scattata a un pianeta.

Anche in questo caso, comunque, non si può eliminare del tutto il suo effetto sull'immagine.

Una buona tecnica allora consiste nel raccogliere molte immagini tutte identiche dello stesso soggetto in un tempo abbastanza rapido, poi selezionare solo quelle meno rovinate dalla turbolenza e scartare le altre. Per la legge dei grandi numeri, all'aumentare dei dati, ne avrò sicuramente alcuni che soddisferanno i miei requisiti. In gergo astronomico questa tecnica si chiama "Lucky imaging", letteralmente riprese fortunate, a sottolineare proprio il fatto che da un campione di centinaia o

migliaia di brevi esposizioni avremo sicuramente la fortuna di raccoglierne almeno un 10% non rovinato dalla turbolenza.

La tecnica, introdotta nel campo amatoriale sul finire del ventesimo secolo grazie alla disponibilità di videocamere digitali facilmente collegabili al telescopio, ha rivoluzionato in pochi anni il modo dell'astronomia amatoriale e professionale, consentendo un salto qualitativo che è secondo solamente all'invenzione del telescopio nei primi anni del 1600.

L'utilizzo di poche e buone immagini su un campione di migliaia, allineate le une sulle altre e poi mediate con un semplice procedimento digitale, consente inoltre di abbattere quello che è definito rumore, un altro nemico spesso subdolo. Quindi, non solo si aggirano gli effetti nefasti del seeing, ma con la media di molti buoni fotogrammi si ottiene un'immagine con un segnale nettamente migliore: due piccioni (e che piccioni!) con una fava!

E allora, chiediamoci, quali sono i dispositivi miracolosi che consentono tutto questo miglioramento? Quali videocamere costosissime e super complesse possono essere utilizzate per l'imaging in alta risoluzione? Sembrerà paradossale: delle semplici webcam, almeno così era agli inizi. Ora, grazie alla crescita tecnologica, si utilizzano piccole videocamere industriali spesso adibite alla videosorveglianza: delle webcam un po' più evolute.

La qualità di questi sensori digitali, sebbene non eccelsa, è bilanciata abbondantemente dal grande numero di immagini che permettono di raccogliere in pochi minuti di ripresa (anche fino a 120 ogni secondo!); per questo motivo i risultati ottenuti surclassano di gran lunga quelli con ottime camere digitali progettate appositamente per studi astronomici.

Con la speranza di aver creato le giuste basi di curiosità, sorpresa e voglia di scoprire, iniziamo allora il percorso nel mondo dell'imaging digitale in alta risoluzione. Vivremo forse qualche momento delicato, ma il viaggio è tutto sommato semplice e sicuramente avvincente.

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 a 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.

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 rappresentazioni 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 e 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.

Proprio per una questione di trasparenza e didattica, molte delle immagini elaborate in questo libro sono disponibili in formato grezzo al seguente indirizzo per poter essere visionate ed elaborate a scopo personale e non commerciale:

<http://www.danielegasparri.com/libro/elaborazione.htm>