

# Metamorfosi stellari nel Cigno

62

LE STELLE COME IL NOSTRO SOLE terminano la loro placida esistenza dando vita a un variopinto spettacolo finale, una vera metamorfosi, che si replica di continuo nella nostra Galassia. Esse infatti, poco prima di esaurirsi e di affievolirsi nello stadio finale di nana bianca, divengono, per un breve intervallo di tempo, *nebulose planetarie*: emettono a più riprese, nello spazio circostante, una frazione consistente della loro massa sotto forma di gas e polveri e quindi si contraggono fino alle dimensioni della Terra, diventando caldissime, con temperature superficiali tra le più elevate per una stella, fino a quasi 150.000 gradi.

Le nebulose planetarie sono fra i più spettacolari oggetti celesti, con sembianze, disegni e colori caratteristici mutevoli, a cui vengono spesso attribuiti nomignoli assai azzeccati: "l'uovo", "la farfalla", "il batter d'occhi", ...

Il loro aspetto in un piccolo telescopio è spesso simile a quello di un disco colorato con dominante blu-verdognola, la stessa che connota lontani pianeti, quali Urano e Nettuno. Ciò ha contribuito, nel XIX secolo, ad assegnare loro il nome che le caratterizza.

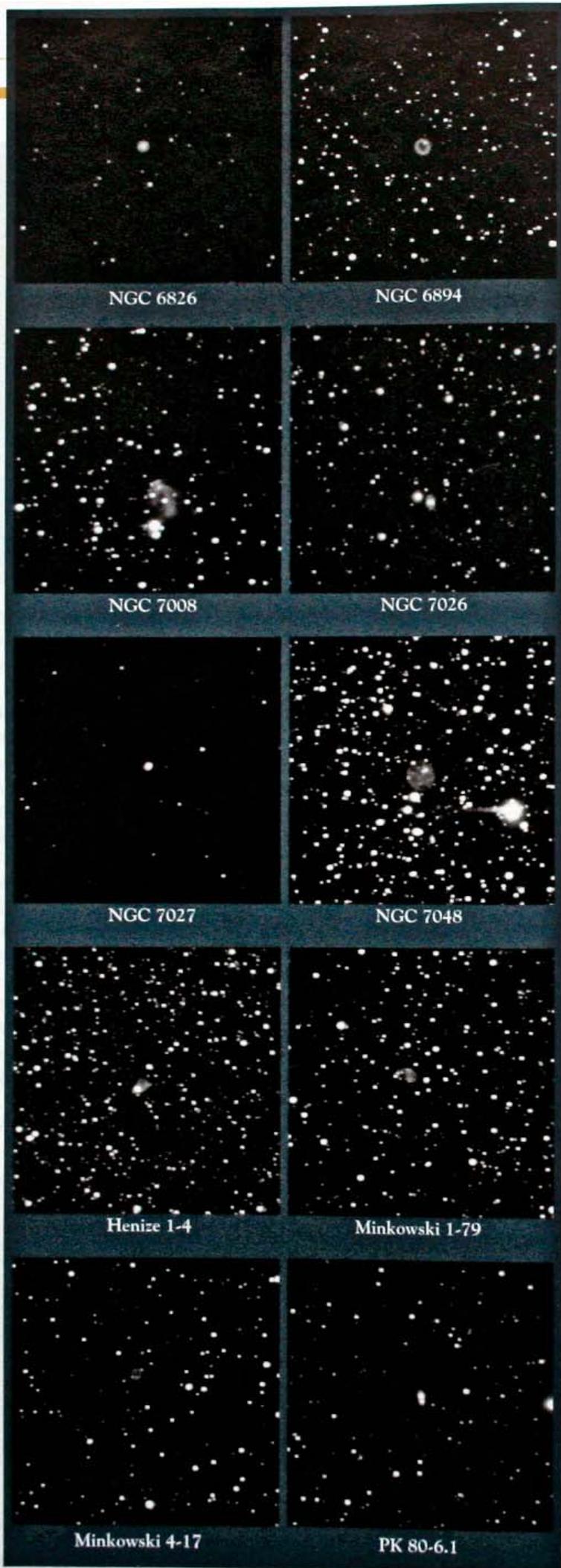
Le dimensioni apparenti dipendono dalla distanza e dallo stadio evolutivo. Quest'ultimo è determinato dall'estensione assoluta della bolla di gas e dalla temperatura superficiale della stella progenitrice al suo interno. In pochi casi si tratta di oggetti estesi qualche primo d'arco, mentre, più comunemente, la loro estensione è soltanto di una manciata di secondi d'arco. In questo caso risulta quasi impossibile distinguerle, visualmente e nelle immagini amatoriali, dalle stelle di campo. Spesso, infatti, si è riusciti a individuarle solo con l'indagine spettrale giacché esse presentano delle righe di emissione peculiari: quelle del carbonio e dell'ossigeno più volte

(a lato)  
 Immagini CCD delle nebulose planetarie e dei campi stellari circostanti riprese in binning 2x2.

Osservatorio di Castelmartini (PT) - MPC 160.

Telescopio: Schmidt-Cassegrain di 254 mm, f/6,3; camera CCD Hi-SIS 22 equipaggiata con Kodak KAF-0400. Le

immagini sono il risultato della somma mediana di riprese multiple in binning 2x2, preventivamente calibrate (le singole pose sono di 45").





(pagina a fronte) Alcuni degli oggetti della rassegna ripresi in binning 1×1. In questo caso le dimensioni di un pixel vanno da 1",1 a 1",6 a seconda della combinazione ottica utilizzata. NGC7027 è mostrata anche in pseudocolore. Osservatorio di Castelmartini (MPC 160).

ionizzati oltre a quelle dell'idrogeno. Nel corso della vita di stelle come il Sole, la fase di nebulosa planetaria dura solo una frazione, quasi trascurabile, di poche decine di migliaia di anni: come fosse un'ora in una vita lunga cent'anni. Per questa ragione, pur essendo tali stelle piuttosto comuni, le nebulose planetarie non rappresentano un fenomeno troppo frequente ed è difficile incontrarle laddove la densità di stelle si attenua. Tutta la Via Lattea è costellata della loro presenza, mentre lontano da essa sono una vera rarità. Gli scienziati ne

hanno catalogate un migliaio. Esse popolano le costellazioni che sono attraversate o si trovano in prossimità del piano galattico. Anche il Cigno non fa eccezione ed è qui possibile osservarne qualche decina. Ne presenteremo dieci tra le più brillanti e spettacolari, la cui esplorazione può risultare più facile e soddisfacente. Per la loro osservazione conviene utilizzare elevati ingrandimenti. Ciò al fine di riconoscerne il disegno dei particolari e tentare di distinguerne la caratterizzazione cromatica.

## Le nebulose planetarie del Cigno

NEI CIELI AUTUNNALI IL CIGNO culmina già in prima serata e nella sua porzione nord-occidentale, nella regione compresa tra Deneb e il margine occidentale

con la Lira e il Dragone, si possono osservare due piccole planetarie.

La prima è **NGC 6826**, più brillante (mag. visuale 8,8) e dal diametro apparente di 25". Essa si colloca 5°,4 a nord della *delta*, seguendo di 1°,3 la *theta*. La distanza stimata è di circa 2.200 anni-luce. Ha una forma rotondeggiante e solo le immagini più profonde consentono di distinguerne l'involucro esterno. Di solito si osserva solo il disco centrale di 0',15 di diametro, in cui non è facile distinguere particolari, nonostante l'elevata luminosità superficiale. Si intravedono solo la stellina centrale piuttosto brillante (mag. 10,4) e due strutture rosastre ai margini del disco, in posizione simmetrica rispetto a essa, orientate obliquamente in direzione da ESE ad ONO. Queste strutture sono dette *fliers* e non sono state ancora del tutto interpretate dagli studiosi che cercano di

### nebulose planetarie

Denominazione	AR			Dec. ° ' "	Mag.	Dimens. "	Stella centr. mag.	Classe*	Note
	h	m	s						
NGC 6826 (PK83+12.1)	19	44	48,2	+50 31 30	9,8p	25,0	10,4	3a+2	Blinking Planetary
HE1-4 (PK68+1.2)	19	59	17,6	+31 55 18	14,1p	22,4	21,1	3b	
MINK4-17 (PK79+5.1)	20	09	01,9	+43 43 46	14,5p	15,2		4+2	
NGC 6894 (PK69-2.1)	20	16	24,0	+30 33 55	14,4p	40,0	18,1	4+2	
NGC 7008 (PK93+5.2)	21	00	32,8	+54 32 36	13,3p	86,0	13,2	3	
PK 80-6.1	21	02	18,6	+36 41 35	13,5	16,0			Egg Nebula
NGC 7026 (PK89+0.1)	21	06	18,5	+47 51 08	12,7p	20,0	14,2	3a	
NGC 7027 (PK84-3.1)	21	07	01,7	+42 14 10	10,4p	14,0	16,2	3a	
NGC 7048 (PK88-1.1)	21	14	15,2	+46 17 19	11,3p	61,0	19,1	3b	
MINK1-79 (PK93-2.1)	21	37	01,0	+48 55 58	13,2p	60,0×42,0	19,1	4	

Nella tabella vengono riportati i dati principali degli oggetti descritti nel testo.

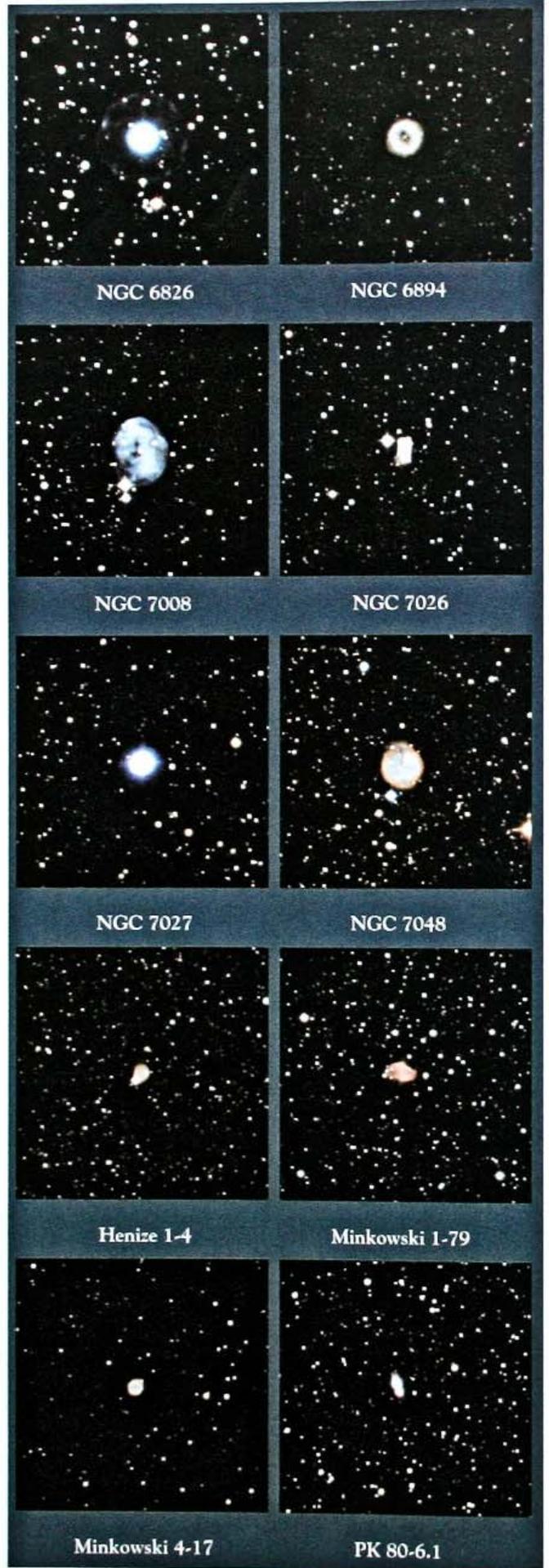
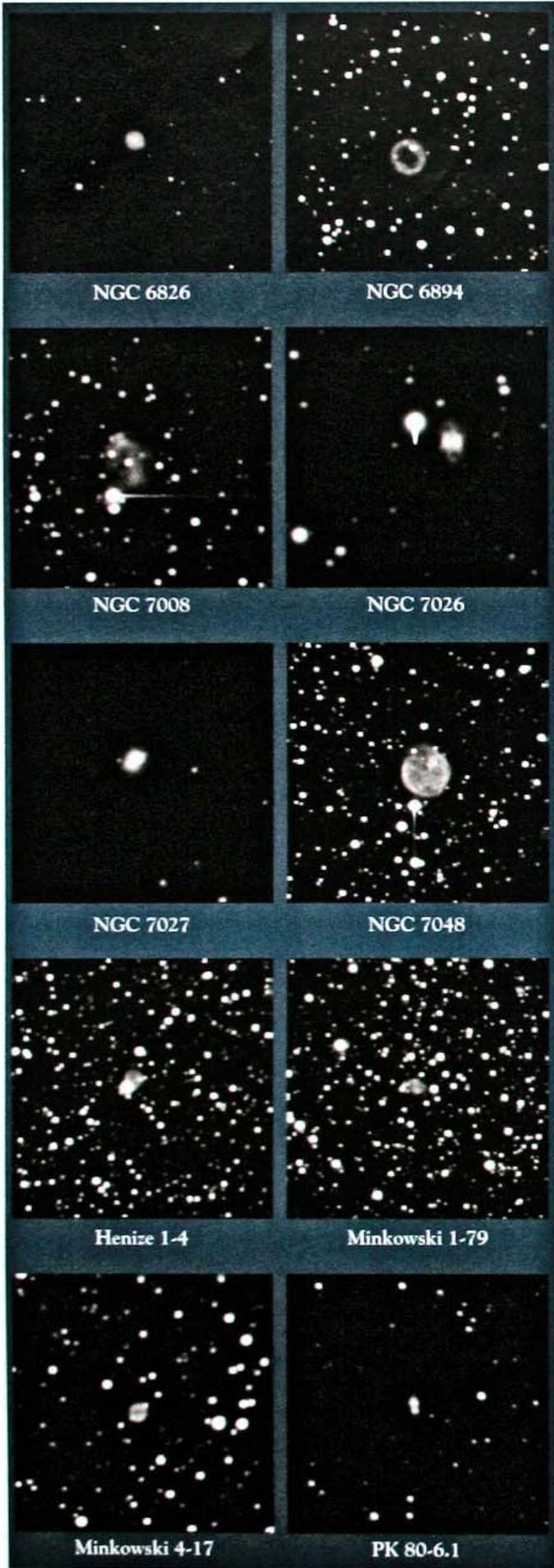
\* Per la classe si è adottato uno schema definito da Vorontsov-Velyaminov:

1 = immagine stellare  
2 = disco uniforme - regolare  
a = più brillante in direzione del centro,  
b = luminosità uniforme,  
c = tracce di struttura ad anello

3 = disco irregolare  
a = distribuzione della luminosità assai irregolare,  
b = tracce di struttura ad anello

4 = struttura anulare  
5 = forma irregolare simile ad una nebulosa diffusa  
6 = forma anomala

Questi codici possono essere combinati per descrivere strutture più complesse.



(pagina a fronte a sinistra) Immagini tratte dall'Atlante CCD di Buil e Touvenot degli oggetti ritratti nella figura 1a. (cortesia di C. Buil)

(pagina a fronte a destra) Elaborazioni a partire dai dati in banda blu (B) e rossa (R), rese disponibili dal POSS 2 (Palomar Observatory Sky Survey di seconda generazione). I campi mostrati, di forma quadrata con lato di 6', sono gli stessi della figura 1a. Come si può notare, in alcuni casi, le porzioni più brillanti delle nebulose sono qui completamente saturate, tanto che è impossibile distinguervi alcun particolare.

comprendere l'evoluzione di questi oggetti. Il nomignolo di *Batter d'occhi* o *planetaria intermittente* (*Blinking Planetary* per gli anglofoni) assegnato a NGC 6826 è legato alla fisiologia dell'occhio umano: la nebulosa sembra apparire e scomparire, come l'occhio umano durante la visione. In ogni caso la sagoma della nebulosa presenta, nelle riprese a maggior definizione, una effettiva forma a occhio.

4°3 a NNO di *Sadr* (la *gamma*), al vertice superiore di un triangolo isoscele la cui base è formata dalla congiungente tra la stessa *gamma* e la *delta*, si incontra l'altra: *Minkowski 4-17*, una piccola (0',25) planetaria di forma anulare piuttosto debole, di magnitudine visuale 12,3. Nonostante tutto, se ne distingue la forma e si notano due stelline poste in posizione simmetrica, ai margini dell'anello, in posizione analoga a quella dei *fliers* in NGC 6826.

Altre due nebulose si trovano nella parte meridionale, a ridosso del margine con la *Volpetta*, all'interno della fascia delimitata dalla *gamma* e dalla *eta*. Si tratta di *Henize 1-4*, 3°2 a sud della *eta*, una nebulosa piuttosto debole (mag. visuale 13,3) e dalle dimensioni contenute (0',35). Manifesta, anche se meno marcatamente rispetto alla precedente, una forma ad anello e si caratterizza per la presenza di una stella di mag. 10,4 al suo margine sud-orientale.

La seconda è NGC 6894, posizionata 9°,6 a sud della *gamma*, a 1°,1 dal limite meridionale con la *Volpetta*. È una nebulosa con un diametro di 0',7 e quindi più estesa delle precedenti. La magnitudine fotografica indicata dai cataloghi è di 14,4, ma, nonostante ciò, appare distintamente il disegno di uno stretto anello punteggiato lungo tutto lo



(a destra) Un'immagine di NGC 7048 ripresa da Rand Hoffman e Charlotte Robinson con un telescopio SCT da 40 cm operante a f/6,3 e con camera CCD ST8.



Alcune delle migliori immagini amatoriali delle nebulose planetarie della rassegna. (per cortesia degli autori e di NOAO/AURA/NSF)

(qui a lato) NGC 6826 ripresa con tecnica LRGB da Tom Boerner e David Young con un telescopio da 40 cm f/10 e camera CCD.

(qui sotto) NGC 6894 in un'immagine a colori di Martin e Gerda van der Voort effettuata con la medesima strumentazione della precedente.



sviluppo da continue variazioni di densità e di luminosità. Una stellina è visibile sul margine interno dell'anello, in direzione NNO.

Nella regione orientale, disposte lungo una fascia che corre da nord a sud, a partire dal limite con il Cefeo fin quasi a toccare la *zeta* in prossimità con il margine meridionale con la *Volpetta* e *Pegaso*, si susseguono i rimanenti sei oggetti di questa rassegna. Il più a nord è NGC 7008, 9°,8 a NNE di *Deneb*, in prossimità (45') del margine di *Cefeo*. È la planetaria di dimensioni maggiori, con un diametro di quasi 1',5, e di magnitudine visuale 12. Si colloca in un ambiente densamente popolato di stelle: una piuttosto luminosa, di mag. 8,5, si trova in prossimità del suo margine sud-orientale. Si notano distintamente la stellina progenitrice e due gusci concentrici, entrambi poco uniformi, di cui quello centrale risulta più luminoso e denso.

Più a sud, quasi 5° a ENE di *Deneb*, si incontra NGC 7026, una piccola (0',25) planetaria di magnitudine visuale 12 che precede di 0',5 una stellina di mag. 11,7. La morfologia presenta una dicotomia in due piccoli lobi rotondi, assai luminosi, che si allungano uno verso est e l'altro in direzione opposta. Una nebulosità meno evidente si estende per una maggiore estensione in direzione perpendicolare ai lobi.

In posizione ravvicinata, 2°,4 a sud-est di NGC 7026, seguendo di 5°,6 *Deneb*,



NGC 7008 ripresa in colori al Grasslands Observatory con un telescopio da 60 cm f/5 e camera CCD HPC-1.



Un'immagine ad alta risoluzione di NGC 7027 ripresa durante le prove del telescopio da 805mm, 3200 mm di focale con correttore Wynne a tre elementi che verrà installato a Hakos in Namibia per conto di un'associazione tedesca di astrofili. Si noti la ricchezza di particolari dell'immagine.

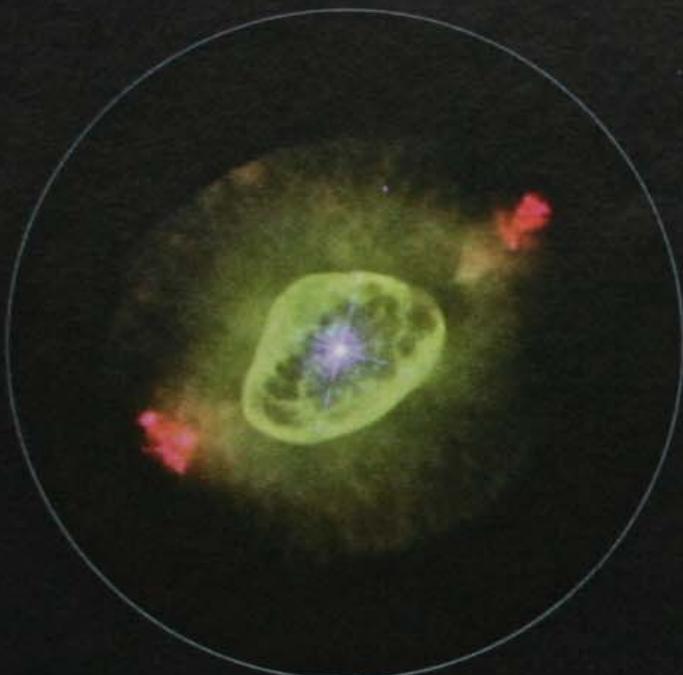
e 3',5 a ENE di una stellina di mag. 7,2, in un campo assai affollato di astri, si colloca NGC 7048, una planetaria di forma circolare con diametro di 1' e magnitudine visuale 11. Il disco appare solcato da filamenti e da leggere variazioni di densità e con alcune deboli stel-

# Due nebulose esaminate con gli occhiali dell'HST

**Molti particolari di NGC 6826 e di NGC 7027 sono svelati in queste immagini dell'HST.**

(per cortesia della NASA e dello Space Telescope Science Institute [STScI])

66



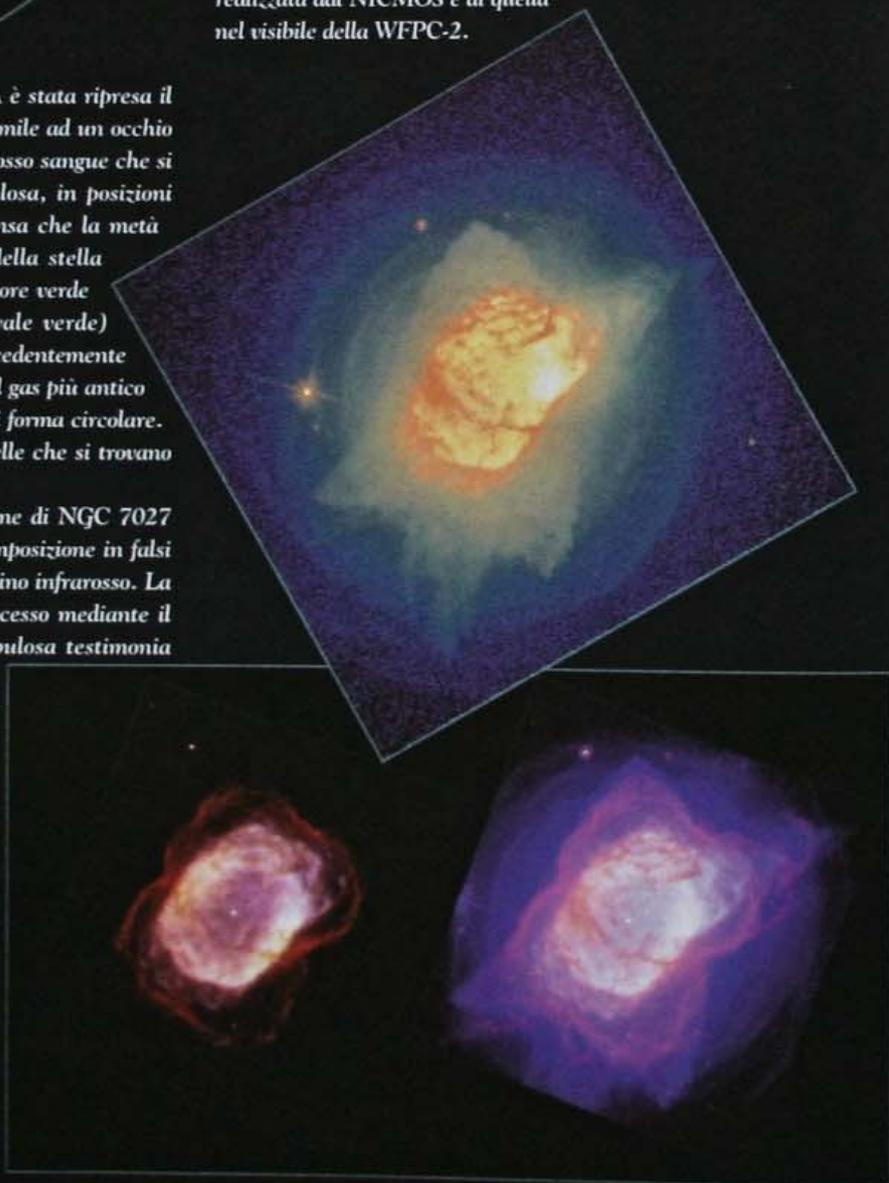
L'IMMAGINE DI NGC 6826 PROPOSTA QUI SOPRA è stata ripresa il 27 gennaio 1996 con la WFPC-2. L'aspetto simile ad un occhio della nebulosa è deturpato da due insiemi di filiers rosso sangue che si collocano obliquamente ai due estremi della nebulosa, in posizioni simmetriche rispetto alla "pupilla" centrale. Si pensa che la metà del gas che costituiva originariamente la massa della stella configuri la porzione del "bianco" dell'occhio, di colore verde pallido. La calda stella centrale (in mezzo all'ovale verde) induce un veloce vento all'interno del materiale precedentemente espulso, formando una bolla infuocata che preme sul gas più antico di fronte a lei fino a formare un margine brillante di forma circolare. (Questa stella centrale è tra le più brillanti tra quelle che si trovano all'interno di una planetaria.)

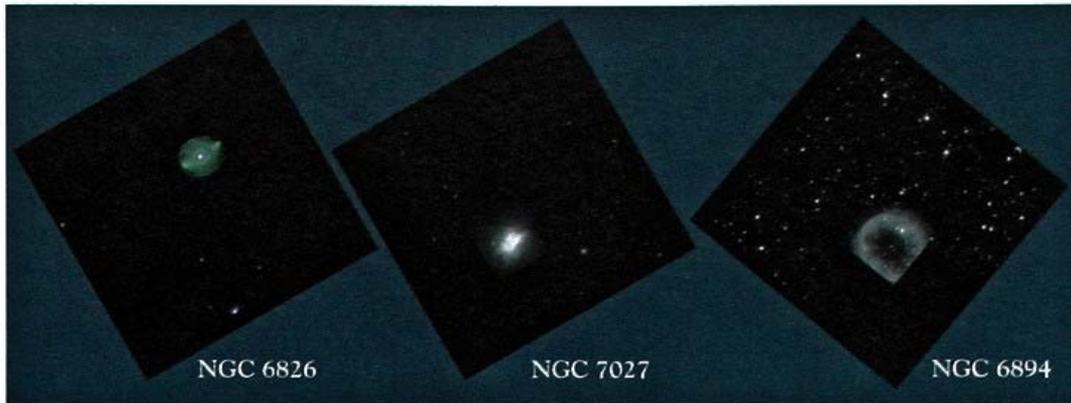
Lo stesso giorno la WFPC-2 ha catturato l'immagine di NGC 7027 proposta al centro della pagina: si tratta di una composizione in falsi colori di due riprese, una nel visibile e l'altra nel vicino infrarosso. La ripresa mostra nuovi e straordinari dettagli del processo mediante il quale una stella simile al Sole si estingue: la nebulosa testimonia infatti gli spasmi di agonia di una stella. Inizialmente l'espulsione degli strati esterni di una stella, quando si trova nel suo stadio evolutivo di gigante rossa, avviene lentamente configurando una forma sferica. L'immagine rivela che la materia è stata espulsa episodicamente producendo gusci concentrici. Questo processo è poi culminato in una vigorosa espulsione dell'intero insieme degli strati esterni che ha prodotto le regioni interne più luminose della nebulosa. In quest'ultimo stadio l'espulsione non è più sferica, e dense nubi di polveri sono condensate dal materiale emesso.

È ancora NGC 7027 l'oggetto delle due immagini qui lato. Quella a sinistra, in falsi colori, è una delle prime riprese che il NICMOS, lo strumento operante nel vicino infrarosso a bordo dell' HST,

ha effettuato sulle nebulose planetarie. L'immagine è costituita dalla combinazione di tre diverse pose centrate alle lunghezze d'onda di 1,1, di 2,12 e di 2,15 micron, valori, questi, invisibili all'occhio umano e mai precedentemente sondati. Per questo motivo l'immagine è unica e nuova e accresce di parecchio le nostre informazioni sulla nebulosa in questione. La stella centrale, spesso assai difficile da rivelare anche con i migliori strumenti, risulta qui ben visibile. La circonda una regione elongata, apparentemente di forma anulare, di gas e polvere espulsi dalla stella medesima.

L'immagine in basso a destra, proposta per ottenere una visione d'insieme della nebulosa, è una combinazione della ripresa nell'infrarosso realizzata dal NICMOS e di quella nel visibile della WFPC-2.





NGC 6826, NGC 7027 e NGC 6894 riprese con la Wide Field and Planetary Camera 2 (WFPC-2) a bordo del Telescopio Spaziale "Hubble". (per cortesia della NASA e dello Space Telescope Science Institute [STScI]) Elaborazioni dell'autore di immagini d'archivio del telescopio Hubble.

line a esso sovrapposte.

Un po' più a est, precedendo, leggermente spostata verso sud, di  $1^{\circ},6$  la  $\pi_2$ , ci si imbatte in *Minkowski 1-79*, di dimensioni  $1' \times 0',7$  e di mag. 13,2. Si tratta di una nebulosa di morfologia simile a quella di NGC 7026, ma di dimensioni maggiori e più tenue. Qui i due lobi, appena visibili, si sviluppano l'uno verso nord e l'altro verso sud, mentre la nebulosità residua si allunga in direzione perpendicolare, limitata verso est da una bella bordatura di deboli stelle.

$5^{\circ},6$  più a sud di NGC 7026 e  $5^{\circ},5$  a

ESE di Deneb si situa NGC 7027 una piccola ( $0',25$ ) protoplanetaria assai luminosa, distante 3.000 anni-luce, di mag. visuale 9,6. L'oggetto è assai denso e non presenta molti particolari. Nelle mie immagini CCD ha la forma di una *ghianda*. Le fotografie professionali a elevata definizione consentono di notare un maggior numero di particolari e solo nelle riprese infrarosse dell'HST si riesce a distinguere la stellina centrale.

Infine,  $4^{\circ},2$  a nord-est della *epsilon* si incontra l'ultimo oggetto: PK 80-6.1, la nebulosa planetaria "Uovo" (*Egg Nebula*

per gli americani). Non è questa l'unica planetaria a essere indicata con tale appellativo, segno che anche altri oggetti mostrano un'analogia morfologia; in altri casi, nebulose con aspetto simile sono indicate con il nomignolo di "farfalla" (*Butterfly*). L'oggetto ha dimensioni di  $0',5 \times 0',3$  e una magnitudine di 13,5. Presenta due lobi, allungati in direzione nord e sud e assai luminosi, che si originano nella porzione centrale e che si attenuano e si sfrangiano al margine. Nelle immagini amatoriali non si percepiscono altri particolari.