

PATRIZIA CARAVED

PULSAZIONI NEL CIELO



PULSAZIONI nel cielo

Succede spesso che un nuovo strumento, progettato con fini ben precisi, apra campi totalmente nuovi che poco o nulla hanno a che vedere con gli scopi originali. Negli anni '60, la radioastronomia, in piena espansione dopo gli esordi a cavallo della Seconda Guerra Mondiale, ci ha fornito due esempi spettacolari di scoperte casuali che sono approdate ad altrettanti premi Nobel.

Nel 1965, Arno Penzias e Robert Wilson, intenti a studiare la radioemissione della Via Lattea, scoprirono che i loro dati erano inquinati da un "rumore" che sembrava essere sempre presente, indipendentemente dalla direzione di puntamento dell'antenna. Dopo aver fatto ogni sforzo per eliminare il disturbo, si dovettero convincere che il "rumore" era di origine celeste e che costituiva la prova più importante a sostegno dell'ipotesi del Big Bang come origine all'Universo.

Nel 1967, un'altra fortuita scoperta ebbe come teatro Cambridge, dove Antony Hewish aveva costruito un nuovo tipo di radiotelescopio, progettato per studiare la "scintillazione" dei quasar, un effetto caratteristico legato alla modalità di propagazione delle onde radio nel mezzo interstellare. La costruzione era stata fatta in economia, sfruttando il lavoro di studenti e dottorandi che, per due anni, avevano piantato migliaia di pali sui quali avevano legato 200 km di fili conduttori per costruire 2000 dipoli, coprendo una superficie pari a una sessantina di campi da tennis. Responsabile delle operazioni e dell'analisi dei dati del radiotelescopio era la giovane Jocelyn Bell, che stava facendo il dottorato con Hewish e che, dopo aver partecipato alla costruzione, non vedeva l'ora di servirsi del radiotelescopio. Era il 1967, l'antenna, immobile, vedeva il cielo che le passava sopra (quello che si dice uno strumento a transito) e un pennino (simile a quello di un elettrocardiogramma o di un sismografo) registrava su una striscia di carta l'intensità del flusso radio registrato. A differenza di un telescopio ottico, un radiotelescopio funziona giorno e notte e Jocelyn doveva analizzare ogni giorno 30 metri di strisciate di carta perché l'occhio umano è uno strumento potentissimo (e molto economico) per riconoscere anomalie nei tracciati. Dopo pochi giorni Jocelyn era già capace di

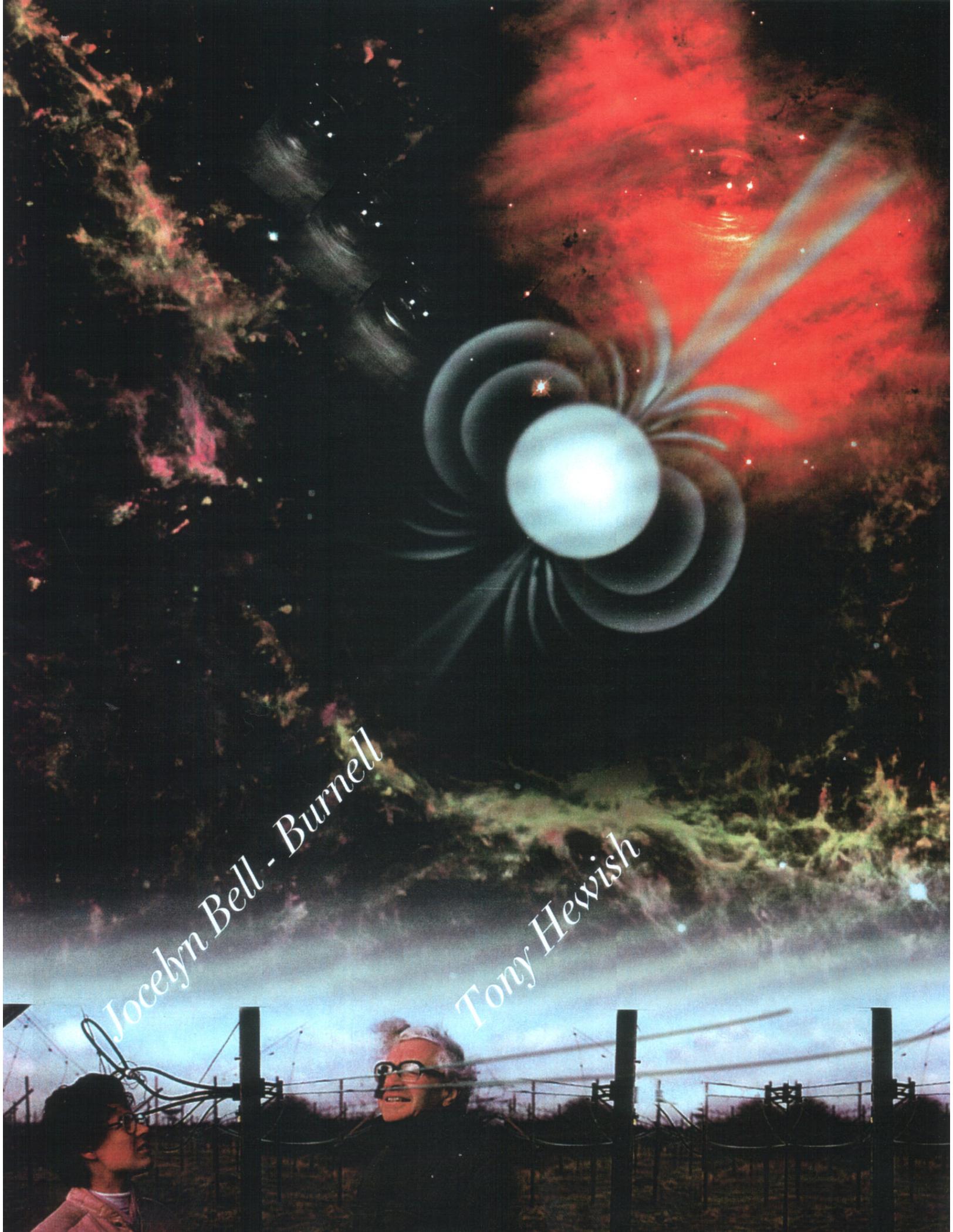
selezionare a prima vista le scintillazioni delle sorgenti radio dai segnali spuri. Dopo qualche settimana, però, si rese conto che ogni tanto il telescopio captava, sempre dalla stessa regione di cielo, un segnale che non sembrava né una scintillazione né un'interferenza. Ne parlò a Hewish e insieme decisero di esaminare più da vicino l'intruso facendo scorrere più velocemente la carta, in modo da ottenere una registrazione del segnale a maggior risoluzione. Per settimane Jocelyn andò al radiotelescopio per cambiare la velocità della carta in corrispondenza della regione di cielo dalla quale era apparso il segnale, senza vedere mai niente. Un giorno saltò l'appuntamento e, al ritorno, si accorse che la sorgente si era fatta viva un'altra volta. Qualche giorno dopo (era il novembre 1967) riuscì a ottenere una registrazione veloce del segnale e si rese conto che si trattava di una serie di impulsi che si susseguivano con assoluta regolarità ogni 1,3 secondi. Chiamò Hewish che, giustamente scettico, raffreddò i suoi entusiasmi, dicendo che doveva essere un'interferenza, il motore di un'auto, per esempio. La cosa, però, aveva solleticato la curiosità del professore che volle essere presente in occasione del transito della presunta sorgente il giorno dopo. I segnali ricomparvero esattamente allo stesso tempo siderale, a riprova che erano di origine celeste e non umana. Mentre Hewish e Bell si chiedevano cosa potesse produrre questi segnali così regolari, un terzo membro del gruppo, John Pilkington, riuscì a misurare la distanza dell'emittitore periodico, sfruttando la peculiarità della propagazione del segnale radio nel mezzo interstellare.

Avevano scoperto la prova di una civiltà extraterrestre che inviava segnali artificiali regolarmente pulsanti? Mentre pensavano come e a chi comunicare una scoperta così ri-

voluzionaria, Jocelyn trovò in una diversa parte del cielo un'altra sorgente pulsante con periodo di 1,2 secondi. Fu la fine del sogno di un contatto con una civiltà extraterrestre, ma rappresentò l'inizio della nostra storia. Al ritorno dalle vacanze di Natale, Jocelyn trovò altri due segnali che si rivelarono pulsati. Era tempo di pubblicare la scoperta. L'articolo intitolato "Observing a Rapidly Pulsating Radio Source" apparve sulla rivista *Nature* il 9 febbraio 1968 a firma di Hewish, Bell, Pilkington e altri due membri del gruppo. Per questa scoperta Antony Hewish verrà insignito, nel 1974, del premio Nobel per la Fisica insieme a Sir Martin Ryle, il fondatore della radioastronomia in Inghilterra. Jocelyn, che nel frattempo aveva abbandonato lo studio delle pulsar, non venne ritenuta degna di dividere con loro il premio. Torniamo al febbraio 1967: la scoperta attirò l'attenzione della stampa e fu un giornalista del *Daily Telegraph* a coniare l'abbreviazione "pulsar" per indicare le ancora misteriose stelle pulsanti. Nell'articolo di *Nature*, Hewish e il suo gruppo facevano risalire la natura estremamente regolare delle pulsazioni a oscillazioni di nane bianche o stelle di neutroni. Perché si era pensato a stelle così esotiche? Per l'ottima ragione che erano le uniche a poter fornire un meccanismo capace di spiegare la regolarità degli impulsi registrati.

Per millenni l'orologio della razza umana è sta-

Le pulsar furono scoperte fortuitamente nel 1967 da Jocelyn Bell, che stava completando la sua tesi di dottorato a Cambridge, utilizzando un radiotelescopio progettato da Antony Hewish. Dapprima i segnali pulsati captati dalla schiera di antenne visibili nell'immagine furono scambiati per segnali di una possibile civiltà extraterrestre, ma ben presto gli scopritori si resero conto di aver individuato una nuova classe di oggetti celesti: una scoperta che nel 1974 fruttò il premio Nobel a Hewish.



Jocelyn Bell - Burnell

Tony Hewish

to fornito dalla rotazione della Terra intorno al proprio asse, mentre la rivoluzione della Terra intorno al Sole forniva il calendario. Poiché parliamo di variazioni sul tempo scala di pochi secondi, lasciamo perdere i moti orbitali, concentriamoci sulle rotazioni e pensiamo quali oggetti possono ruotare intorno al proprio asse in pochi secondi senza distruggersi. La nostra Terra, per esempio, andrebbe a pezzi per periodi di rotazione inferiori a 1,4 ore, il Sole si disintegrerebbe per rotazioni intorno alle 3 ore. Per resistere a periodi di rotazione così brevi occorrono stelle piccole e dense, appunto come le nane bianche o le stelle di neutroni. Si tratta di resti di stelle che hanno esaurito il loro combustibile nucleare e che si sono quietamente avvizzite, come le nane bianche, oppure che sono passate attraverso l'esplosione di una supernova, come è il caso delle stelle di neutroni. Poiché sono più piccole e più dense delle nane bianche, le stelle di neutroni possono ruotare centinaia di volte al secondo, mentre le nane bianche non sopravvivono a più di qualche rotazione al secondo.

seconda delle posizioni delle macchie, la fase dei picchi sarebbe diversa. Macchie in posizioni diametralmente opposte, darebbero luogo a picchi distanti esattamente 180° .

Nello spazio di pochi mesi dopo la scoperta le stelle di neutroni ricevettero più attenzione di quanta ne avevano accumulato da quando Baade e Zwicky avevano proposto per via teorica la loro esistenza, nel 1932. Alla fine del 1968 alcune osservazioni fondamentali diedero la risposta alle molte domande che gli astrofisici si ponevano.

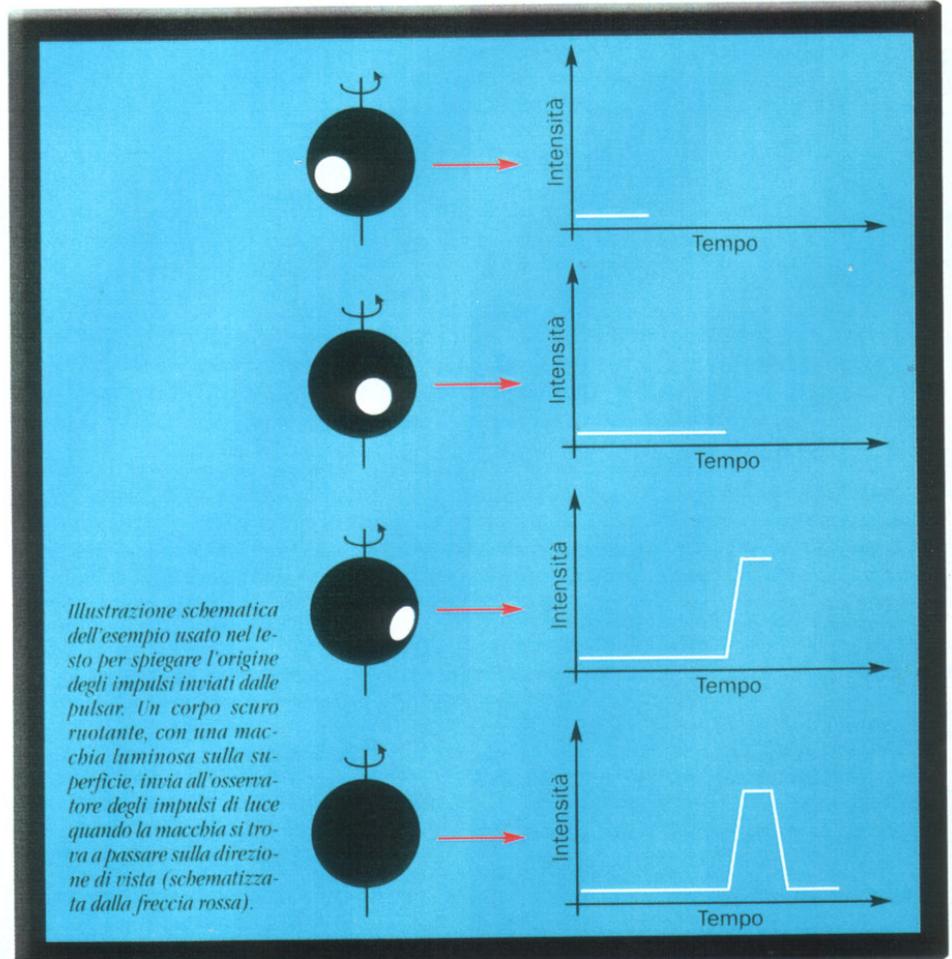
Per prima ci fu la scoperta della pulsar nella costellazione delle Vele caratterizzata da un periodo di solo 89 ms (equivalente a circa 11 rotazioni al secondo), troppo corto per poter essere dovuto a una nana bianca. Oltre a fare pendere la bilancia dalla parte delle stelle di neutroni, la pulsar nelle Vele si trovava all'interno di un resto di supernova, proprio il posto dove ci si sarebbe aspettata una stella di neutroni. Nel novembre 1968 venne la seconda fondamentale scoperta: una pulsar ancora più veloce di quella delle Vele fu individuata all'interno della Nebulosa Granchio, il più fa-

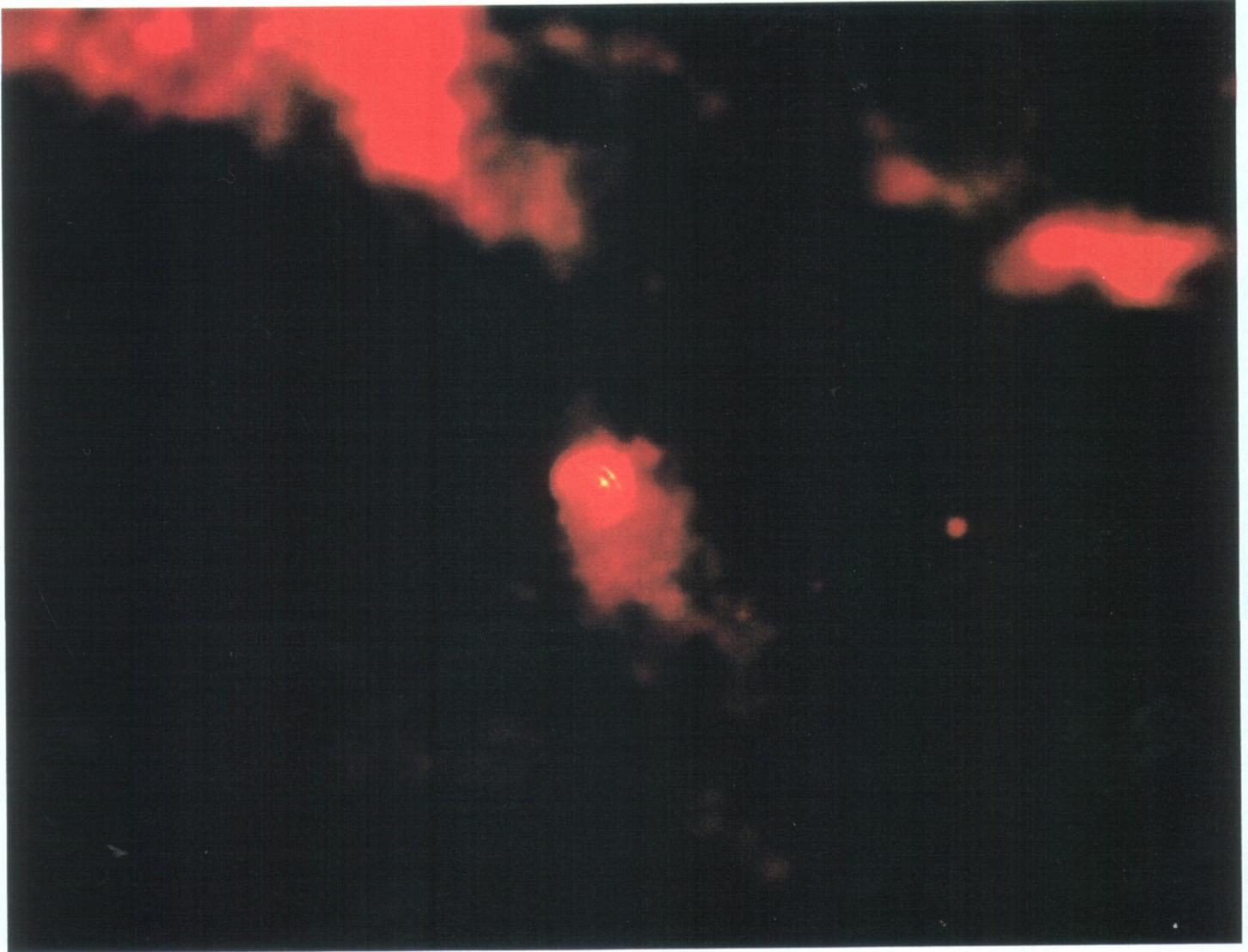
moso dei resti di supernova (tutte le altre pulsar scoperte fino allora e nei mesi successivi non mostravano una simile associazione). Con oltre 30 rotazioni al secondo, la pulsar del Granchio cancellò per sempre le nane bianche e fece coppia con Vela (dal nome latino della costellazione) nella famiglia delle pulsar all'interno di resti di supernovae. Già si sapeva che la nebulosità bluastra, vagamente a forma di granchio, che nel 1768 Messier aveva catalogato come la numero 1 della sua lista, era ciò che restava dell'esplosione di una supernova avvenuta il 4 luglio 1054 osservata e descritta per mesi dai solerti astronomi imperiali cinesi. Nel 1967, pochi mesi prima della scoperta delle pulsar, Franco Pacini aveva suggerito che un'ipotetica stella di neutroni, in rapida rotazione e dotata di un intenso campo magnetico potesse essere la sorgente di radiazione in grado di alimentare la Nebulosa Granchio. La scoperta di una pulsar proprio in quel resto di supernova non faceva che avvalorare la tesi che la stella di neutroni rapidamente rotante fosse il residuo dell'esplosione e che si manifestasse con segnali radio pulsati.

Perché l'emissione pulsata?

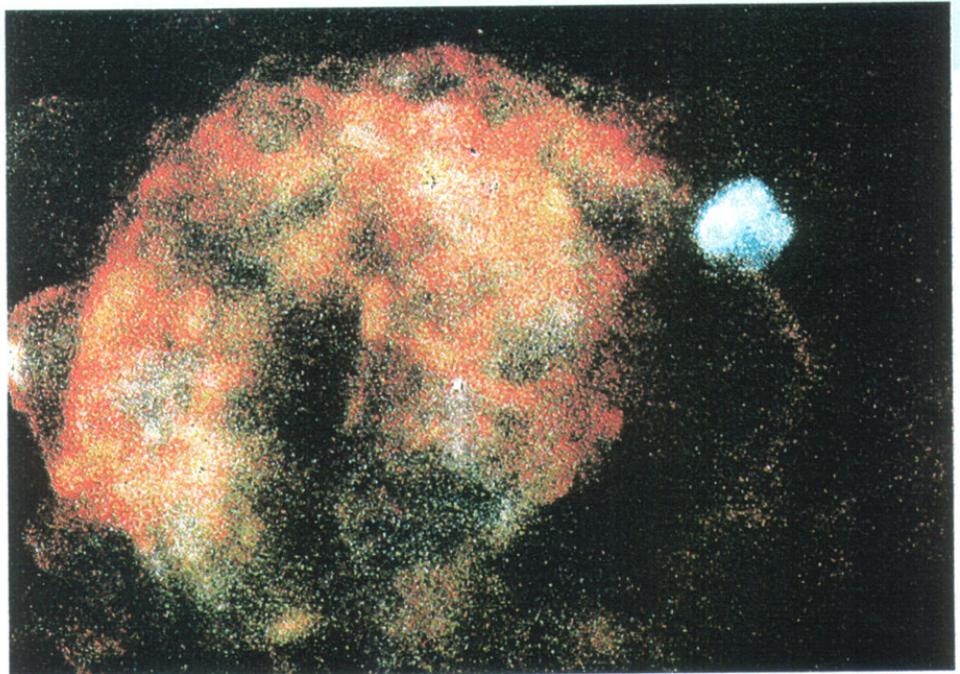
Ovviamente, perché una stella rotante emetta impulsi occorre che la regione della stella interessata all'emissione sia piccola rispetto alla sua superficie. Immaginiamo una macchia bianca su una sfera nera.

Facendo ruotare la sfera, vedremo flash bianchi ogni volta che la macchia passerà davanti ai nostri occhi, oppure, se ci capiterà di intercettare solo la superficie nera, non vedremo niente. Il tempo trascorso tra un impulso e l'altro è il periodo di rotazione della sfera e il crescere e diminuire della luce che si vede nel corso di un'intera rotazione prende il nome di "curva di luce". La lunghezza dell'impulso sarà proporzionale alle dimensioni della macchia e all'angolo sotto il quale la vediamo. Poiché durante un periodo la sfera ha compiuto una rotazione completa, si può definire una fase tra 0° e 360° (o tra 0 e 1) per avere un sistema di riferimento temporale normalizzato che permetta di descrivere e confrontare la curva di luce di ciascun oggetto. Se le macchie fossero due, magari di dimensioni diverse, potremmo non vedere nulla, oppure vederne una sola, oppure entrambe. In quest'ultimo caso, vedremmo ripetersi una successione di due impulsi diversi, avremmo cioè una curva di luce a due picchi. Ovviamente, a





Sopra, immagine in X, ottenuta dal satellite Chandra, della regione centrale del resto di supernova delle Vele; la pulsar è il punto più luminoso al centro, che appare circondato da vaste nubi di gas ad alta temperatura.



A lato. La forma quasi sferica del resto di supernova nella costellazione delle Vele, è ben evidenziata da questa immagine in raggi X ripresa dal satellite ROSAT. La macchia bianca sulla destra è un altro resto di supernova (Puppis SNR), che si trova a una distanza circa 4 volte maggiore rispetto al Vela SNR.