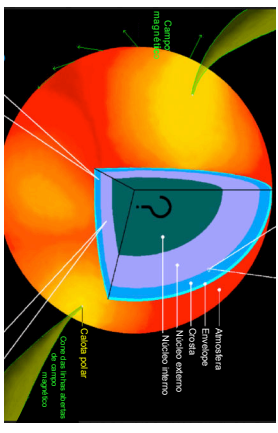


Indo de fora para dentro, encontra-se uma 'atmosfera' quente, cuja temperatura é de cerca de um milhão de graus, depois um envelope mais frio; depois uma crosta cristalina de núcleos de ferro; em seguida, um núcleo externo de nêutrons, prótons e elétrons em estado sólido e finalmente o núcleo interno composto das mesmas partículas, mas em estado líquido e, talvez, em estado livre, de quarks, as partículas fundamentais que se combinam para formar prótons e nêutrons.



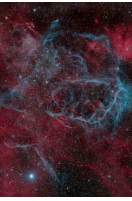
Anatomia de uma estrela de nêutrons retratada por Dany Page (Univ. México)

Quando o núcleo de uma estrela é convertido em ferro, novas reações nucleares não podem ocorrer e o colapso gravitacional ocorre em uma escala de tempo de segundos. A força da gravidade é tão forte que os átomos ficam muito comprimidos. Os elétrons são forçados a se fundirem com os prótons, resultando em uma esfera muito densa de nêutrons. A estrela de nêutrons na nebulosa do Caranguejo é mais massiva que o Sol, mas seu diâmetro é de apenas 20 km. Um cubo de açúcar de seu material na Terra pesaria tanto quanto toda a população humana. Nas densidades extremas das estrelas de nêutrons, os processos físicos são muito diferentes daqueles que ocorrem em outras partes do Universo. Com a ajuda da física teórica, é possível deduzir a estrutura interna de uma estrela de nêutrons.

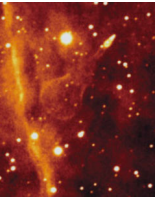
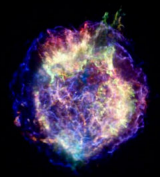
Estrelas de nêutrons

Quando o núcleo de uma estrela é convertido em ferro, novas reações nucleares não podem ocorrer e o colapso gravitacional ocorre em uma escala de tempo de segundos. A força da gravidade é tão forte que os átomos ficam muito comprimidos. Os elétrons são forçados a se fundirem com os prótons, resultando em uma esfera muito densa de nêutrons. A estrela de nêutrons na nebulosa do Caranguejo é mais massiva que o Sol, mas seu diâmetro é de apenas 20 km. Um cubo de açúcar de seu material na Terra pesaria tanto quanto toda a população humana. Nas densidades extremas das estrelas de nêutrons, os processos físicos são muito diferentes daqueles que ocorrem em outras partes do Universo. Com a ajuda da física teórica, é possível deduzir a estrutura interna de uma estrela de nêutrons.

Imagem em raios-X da nebulosa compacta em torno do pulsar Vela. As estruturas em forma de arco são devidas a partículas de alta energia emitidas pela estrela de nêutrons.



Uma imagem da remanescente de supernova Vela, fotografada pelo astrônomo amador Marco Lorenzi em luz visível.



Uma imagem em raios-X de Cas A. Estima-se que a luz da explosão estelar chegou à Terra cerca de 300 anos atrás, mas não há registros escritos do evento.

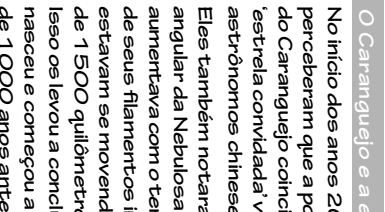
Em 1928, Edwin Hubble propôs que a Nebulosa do Caranguejo era o remanescente da estrela cuja explosão foi vista em 1054. No entanto, não se entendia a física da explosão na época, e assim a princípio essa ideia não foi aceita.

O Caranguejo e a estrela convidada

No início dos anos 20, os astrônomos perceberam que a posição da Nebulosa do Caranguejo coincidia com a da 'estrela convidada' vista pelos astrônomos chineses em 1054. Eles também notaram que o tamanho angular da Nebulosa do Caranguejo aumentava com o tempo, e os espectros de seus filamentos indicavam que eles estavam se movendo a uma velocidade de 1500 quilômetros por segundo*. Isso os levou a concluir que a nebulosa nasceu e começou a se expandir cerca de 1000 anos antes.

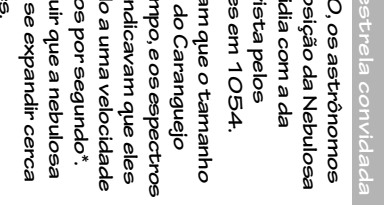
Este evento também foi testemunhado em outras partes do mundo, incluindo Japão, Europa e Arábia.

Abaixo: Como os espectros revelam os movimentos das fontes astronômicas. O deslocamento das linhas espectrais é proporcional à velocidade da fonte em relação ao observador.



Este evento foi registrado em antigas crônicas chinesas, como a Lidai mingchen zuyi (esquerda). Em destaque, referência à estrela convidada.

Em 1054, o astrônomo imperial chinês Yang Weide viu uma nova estrela no céu. Essa 'estrela convidada', como ele a chamava, pôde ser vista em plena luz do dia por 23 dias e permaneceu detectável no céu noturno por mais de dois anos.



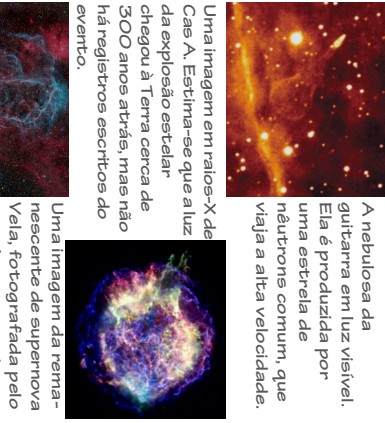
Outros 'Caranguejos' no Universo

Dado o número de estrelas que morrem em nossa galáxia, ela deveria conter bilhões de estrelas de nêutrons. No entanto, a maioria delas são velhas e frias e indetectáveis. Mesmo estrelas de nêutrons quentes só podem ser detectadas quando o feixe do seu pulsar é direcionado para a Terra ou quando estão em um sistema binário. No segundo caso, os raios-X são frequentemente emitidos pelo gás quente quando ele cai em direção à superfície da estrela de nêutrons.

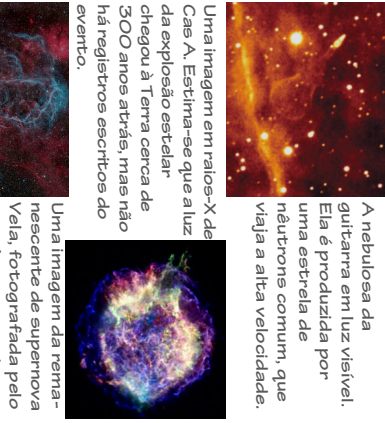
Atualmente, existem quase 3000 estrelas de nêutrons conhecidas na Via Láctea, a maioria detectada como pulsares de rádio. A página oposta mostra imagens de algumas delas.

Desafio

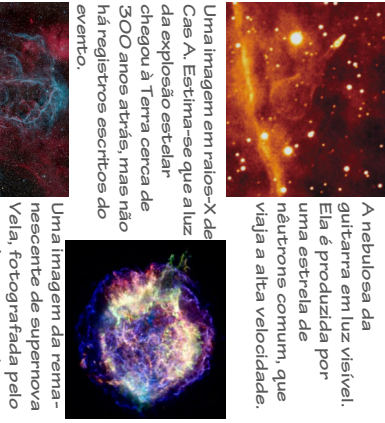
Todas essas imagens são da nebulosa do Caranguejo?



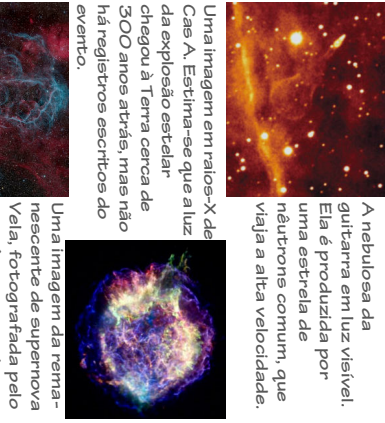
O Universo no meu bolso



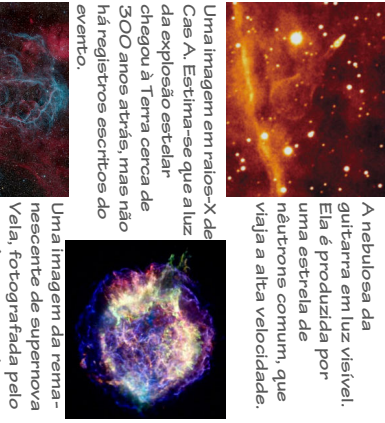
A nebulosa do Caranguejo



Estrelas de nêutrons



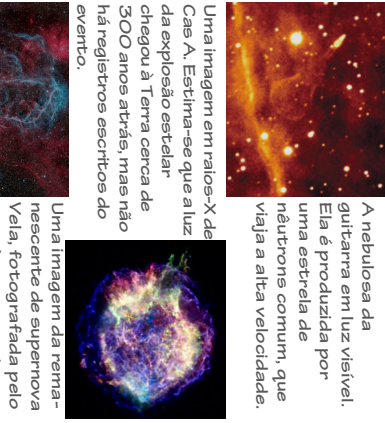
Outros 'Caranguejos' no Universo



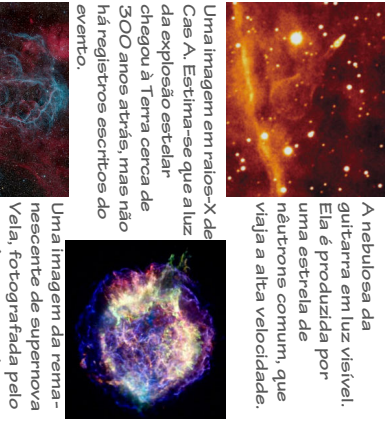
Desafio



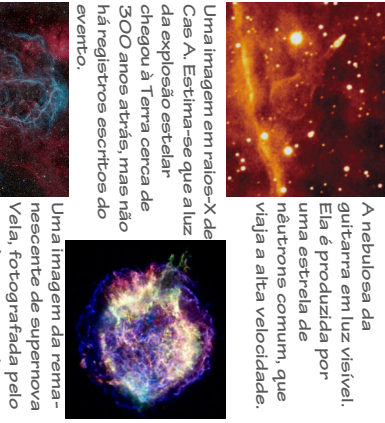
O Universo no meu bolso



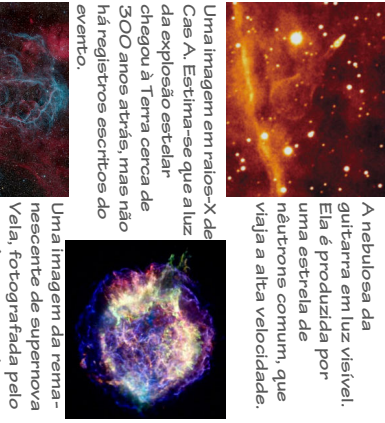
A nebulosa do Caranguejo



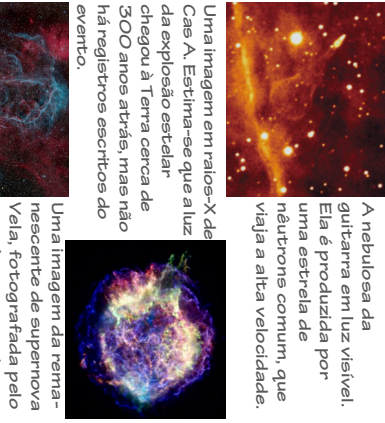
Estrelas de nêutrons



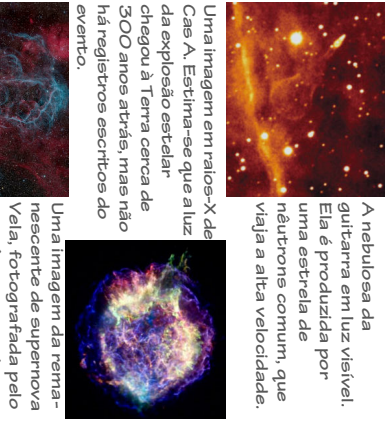
Outros 'Caranguejos' no Universo



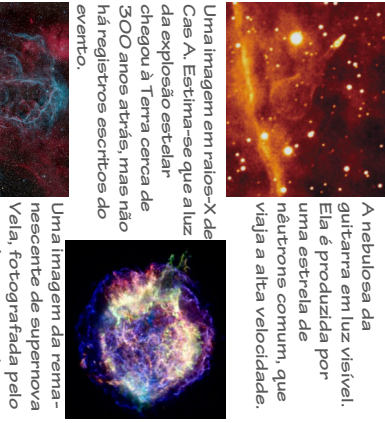
Desafio



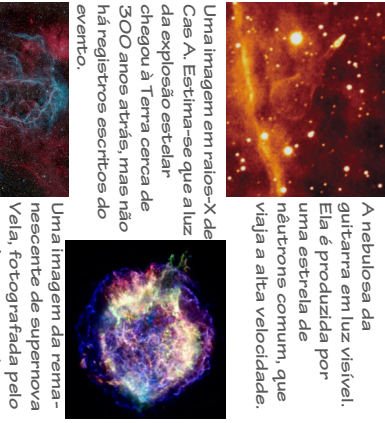
O Universo no meu bolso



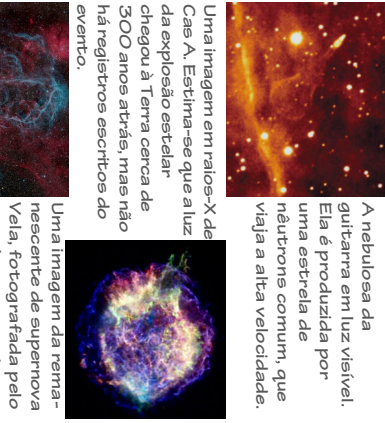
A nebulosa do Caranguejo



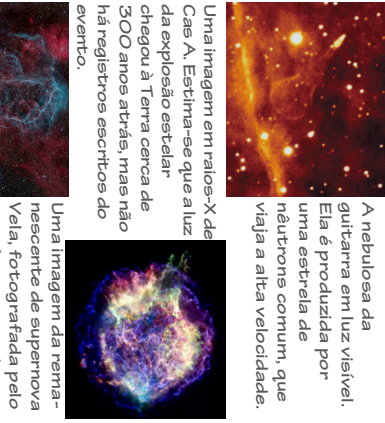
Estrelas de nêutrons



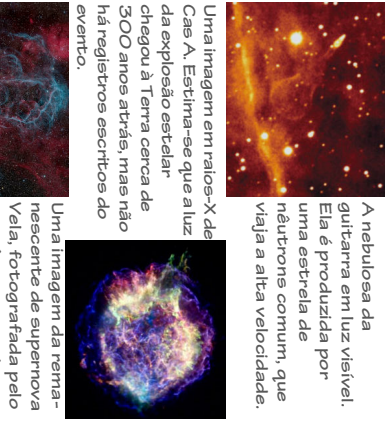
Outros 'Caranguejos' no Universo



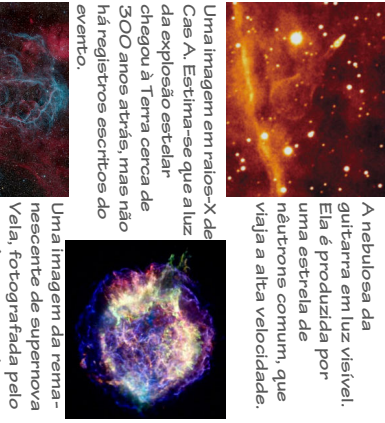
Desafio



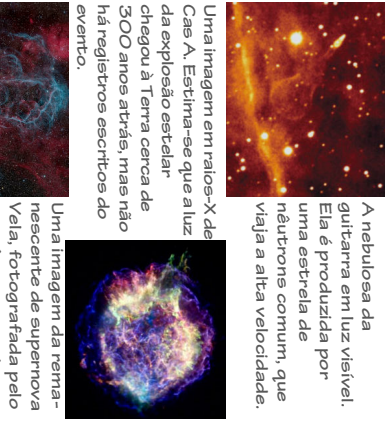
O Universo no meu bolso



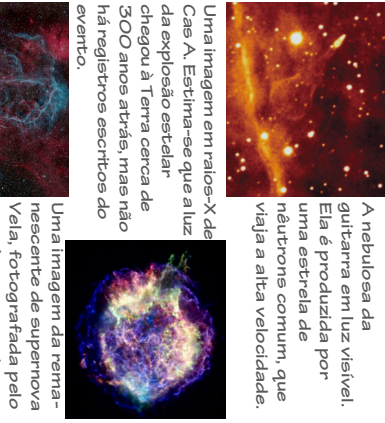
A nebulosa do Caranguejo



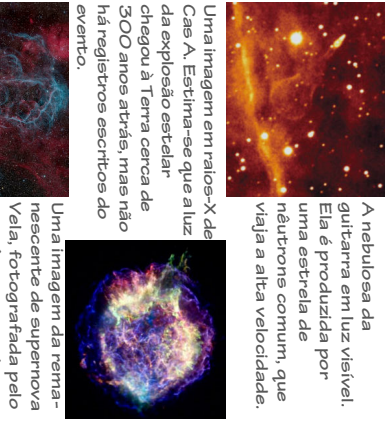
Estrelas de nêutrons



Outros 'Caranguejos' no Universo



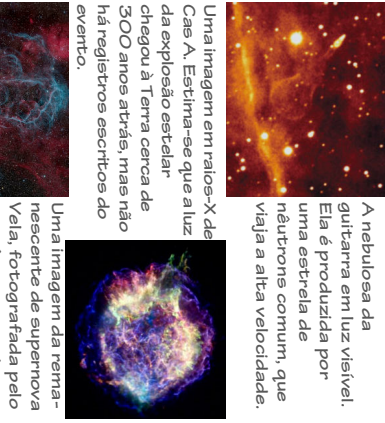
Desafio



O Universo no meu bolso



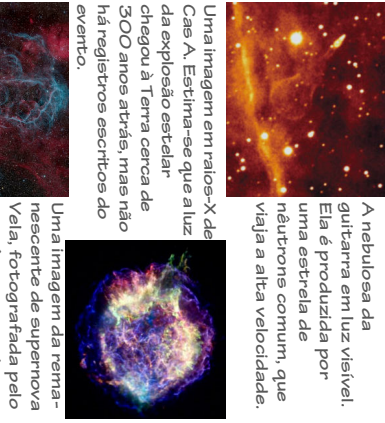
A nebulosa do Caranguejo



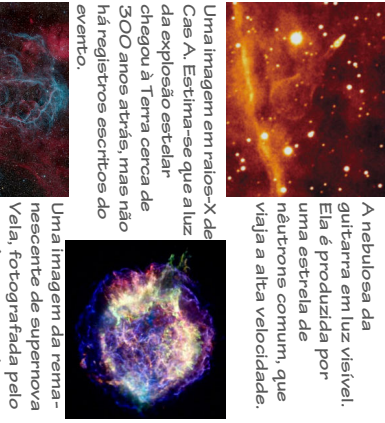
Estrelas de nêutrons



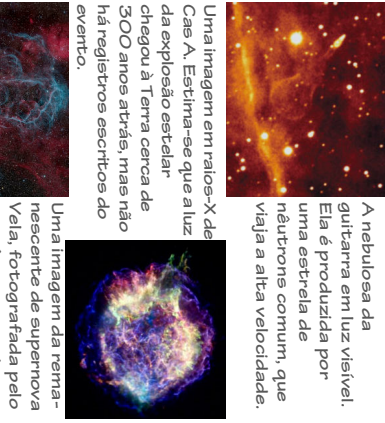
Outros 'Caranguejos' no Universo



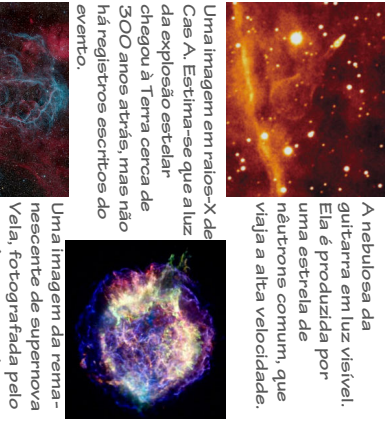
Desafio



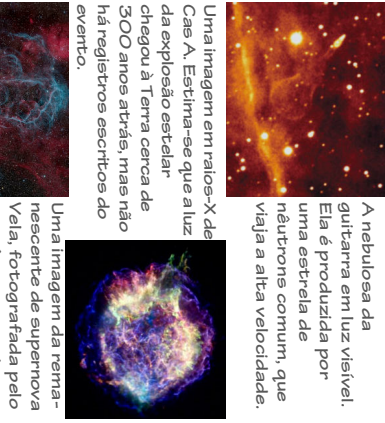
O Universo no meu bolso



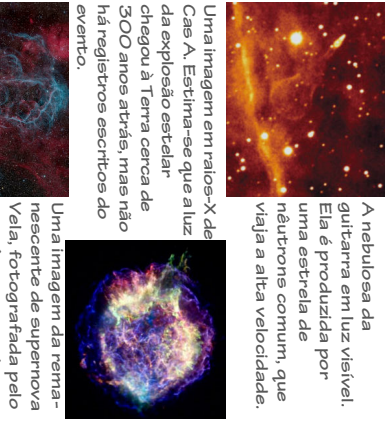
A nebulosa do Caranguejo



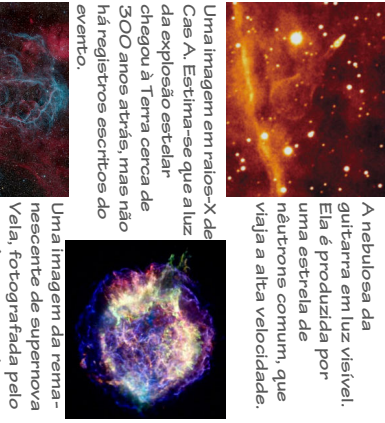
Estrelas de nêutrons



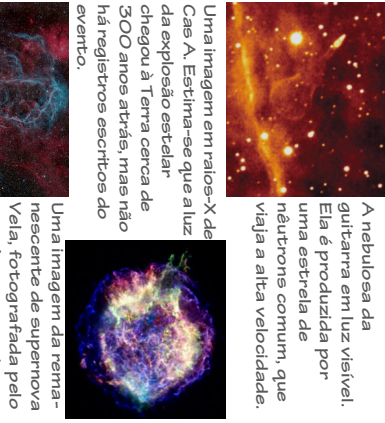
Outros 'Caranguejos' no Universo



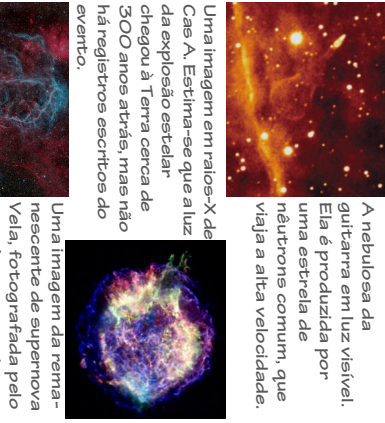
Desafio



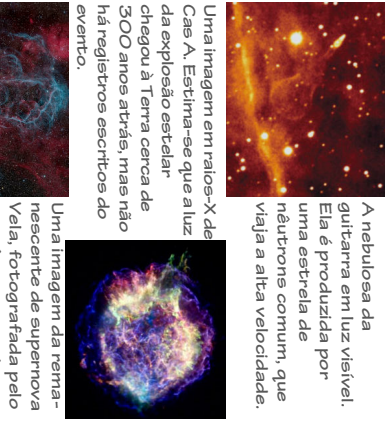
O Universo no meu bolso



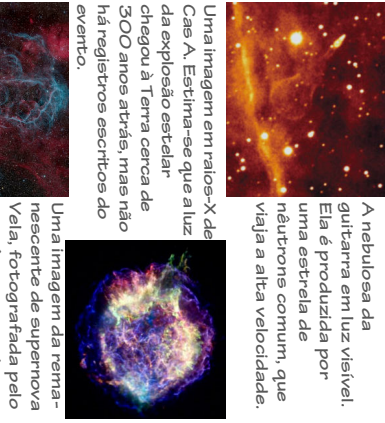
A nebulosa do Caranguejo



Estrelas de nêutrons



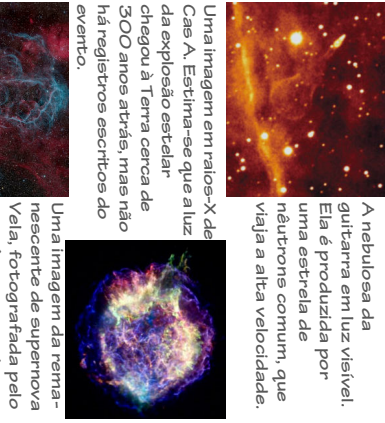
Outros 'Caranguejos' no Universo



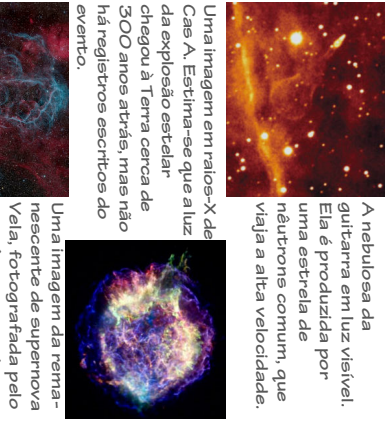
Desafio



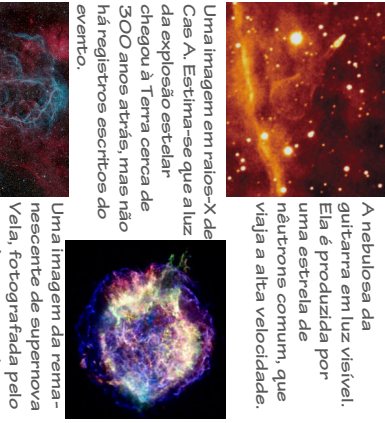
O Universo no meu bolso



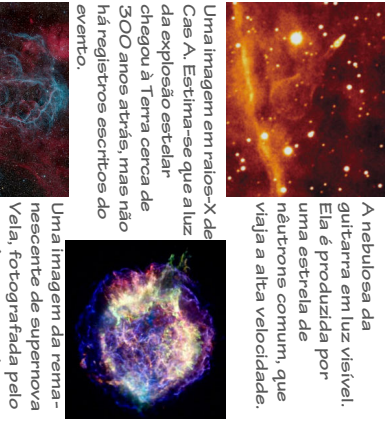
A nebulosa do Caranguejo



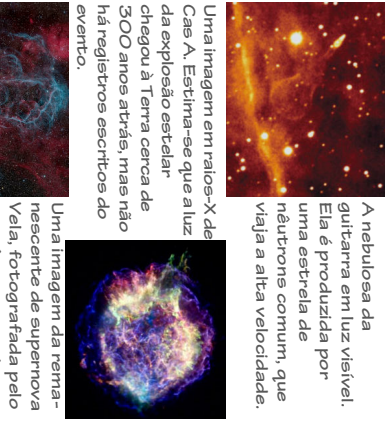
Estrelas de nêutrons



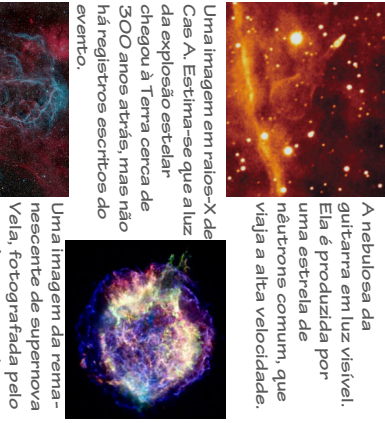
Outros 'Caranguejos' no Universo



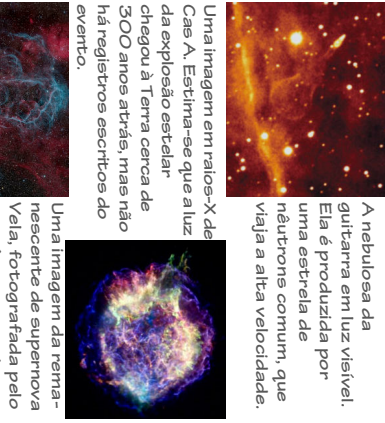
Desafio



O Universo no meu bolso



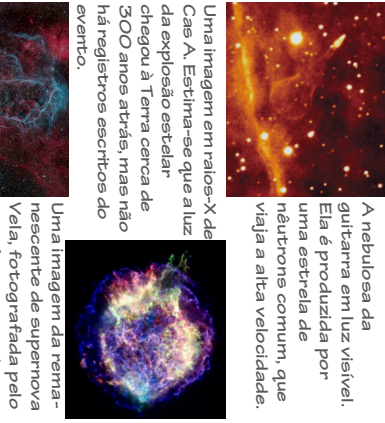
A nebulosa do Caranguejo



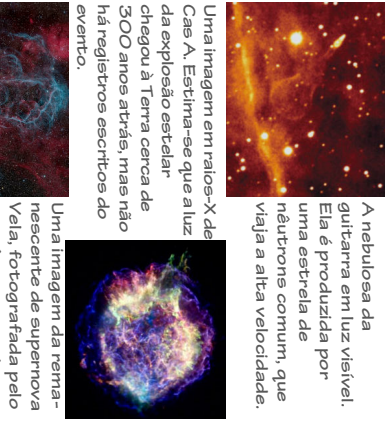
Estrelas de nêutrons



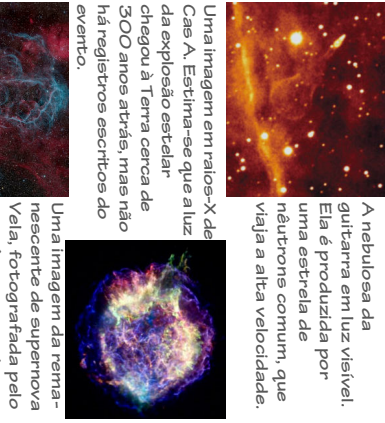
Outros 'Caranguejos' no Universo



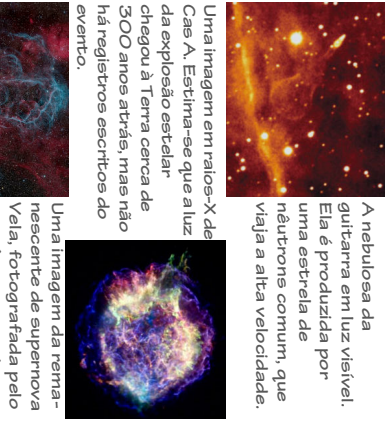
Desafio



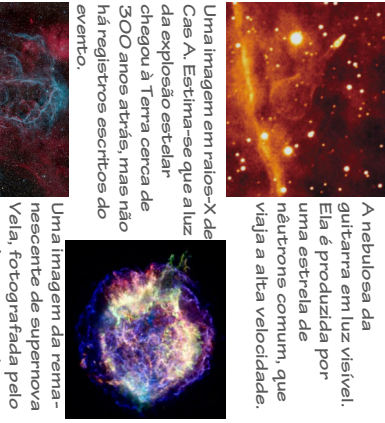
O Universo no meu bolso



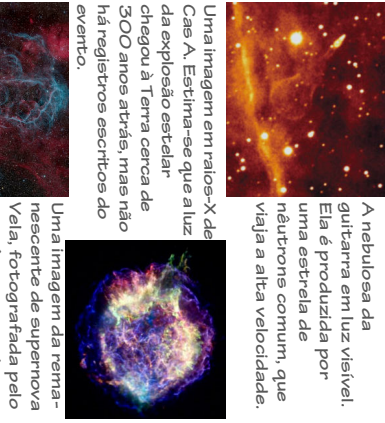
A nebulosa do Caranguejo



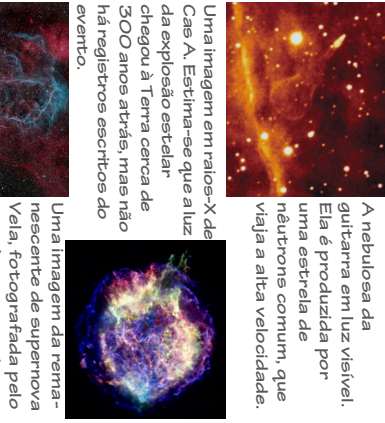
Estrelas de nêutrons



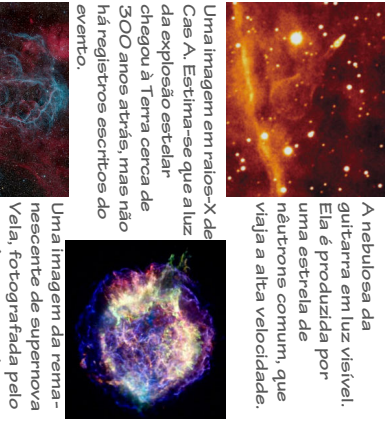
Outros 'Caranguejos' no Universo



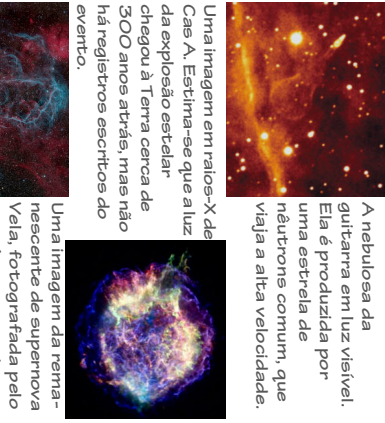
Desafio



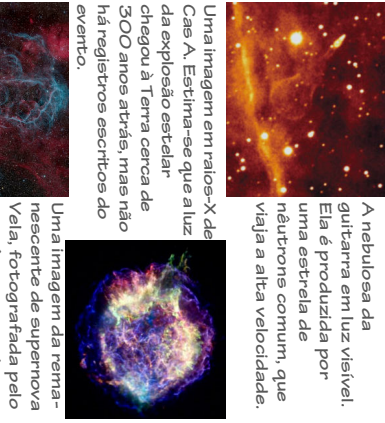
O Universo no meu bolso



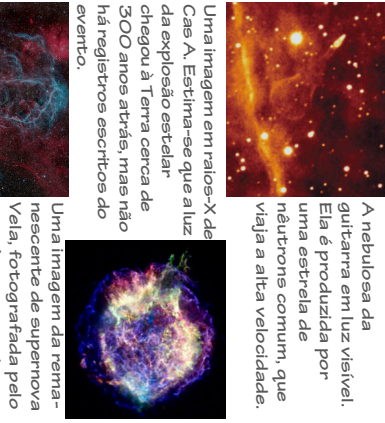
A nebulosa do Caranguejo



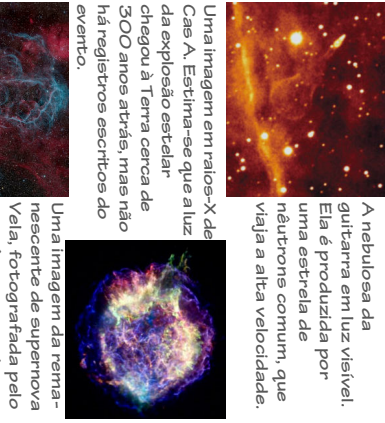
Estrelas de nêutrons



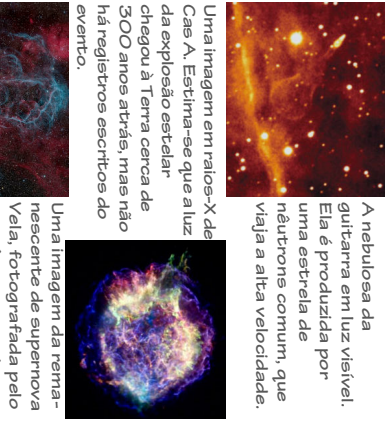
Outros 'Caranguejos' no Universo



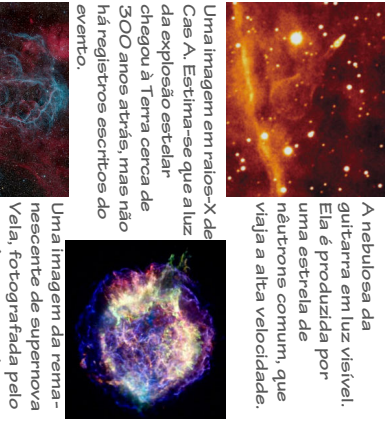
Desafio



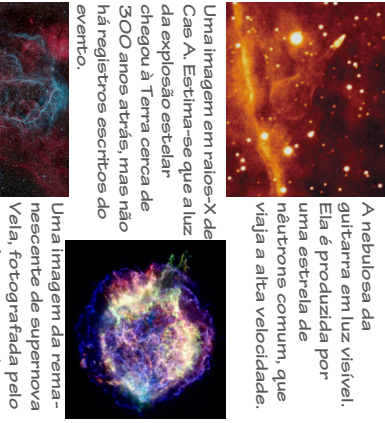
O Universo no meu bolso



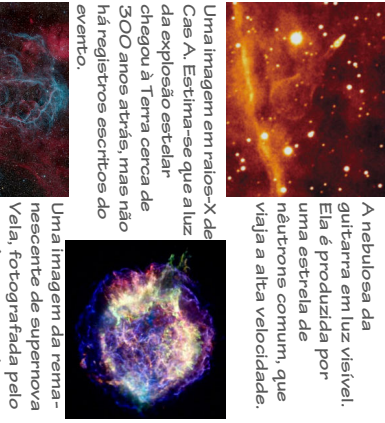
A nebulosa do Caranguejo



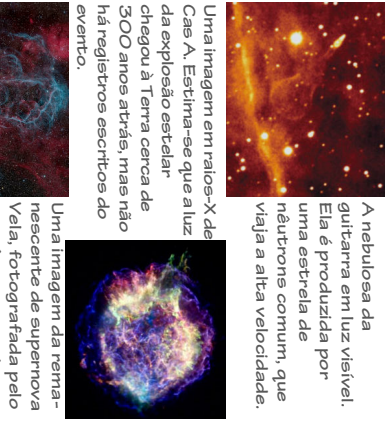
Estrelas de nêutrons



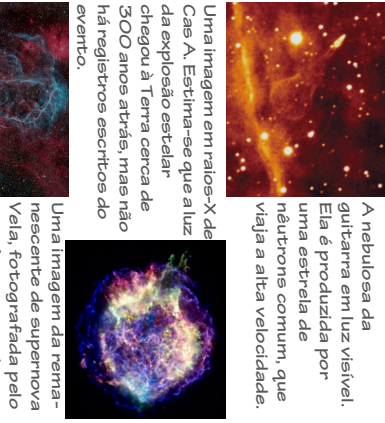
Outros 'Caranguejos' no Universo



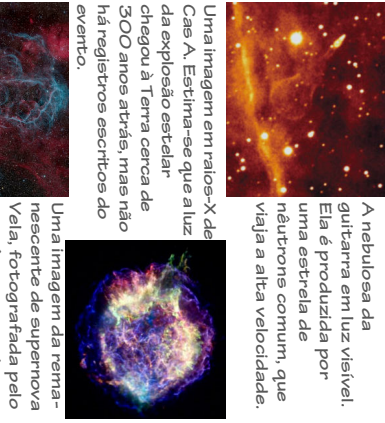
Desafio



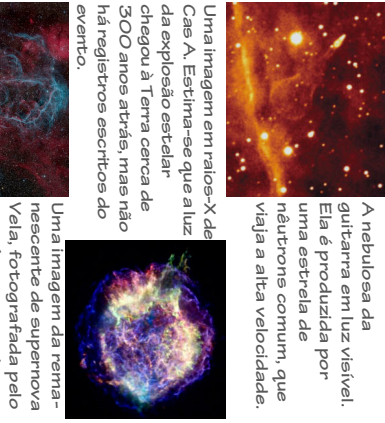
O Universo no meu bolso



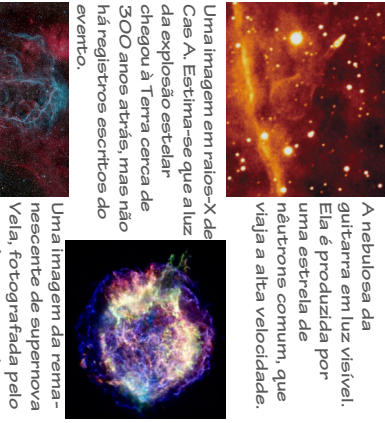
A nebulosa do Caranguejo



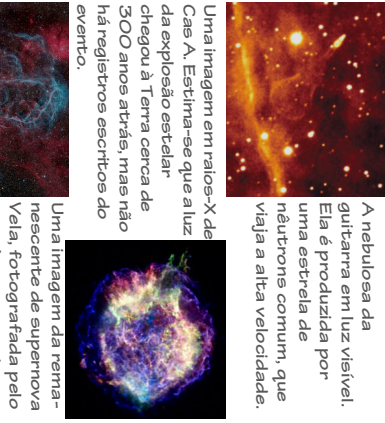
Estrelas de nêutrons



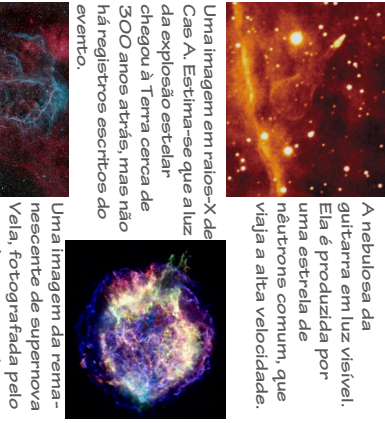
Outros 'Caranguejos' no Universo



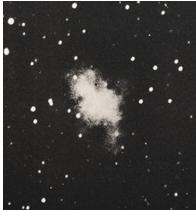
Desafio



O Universo no meu bolso



Esta imagem real se parece com o desenho de Lord Rosse. Mas já se pode ver certa semelhança com a imagem detalhada do Telescópio Espacial Hubble mostrada na capa.



Abaixo: A primeira foto da nebulosa do Caranguêjo foi obtida por Isaac Roberts, um fabricante e astrônomo amador galês, em 1892, com uma exposição de 3 horas em um refletor de 50 cm.



O primeiro desenho deste objeto, por Lord Rosse em 1844, como visto através de seu telescópio de 90 cm de diâmetro. Este desenho deu origem ao nome Nebulosa do Caranguêjo (embora pareça mais um inseto). De toda forma, o nome 'Caranguêjo' pegou e ainda é usado hoje.

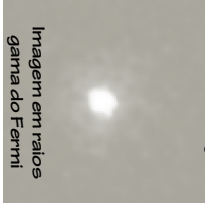


Imagem em raios gama do Fermi

Todas as imagens são da nebulosa do Caranguêjo



Imagem em infravermelho do telescópio Spitzer



Imagem e raios-X do Chandra



Imagem em rádio do VLA

TUMIP Creative Commons



Para saber mais sobre essa arte e sobre os tipos deste livrinho, visite <http://www.tumip.org.br>

O astrônomo amador inglês John Bevis descobriu este objeto em 1751. Mais tarde o objeto foi redescoberto pelo astrônomo francês Charles Messier, enquanto procurava pelo cometa Halley, cujo retorno no céu estava previsto para 1758. Como este objeto não se movia, não podia ser um cometa. Messier o listou como número 1 em seu 'catálogo de nebulosas e aglomerados de estrelas', para não ser confundido com cometas. Por volta de 1800, William Herschel observou-o muitas vezes com um grande telescópio e concluiu que se tratava de um aglomerado de estrelas. Mais de um século depois, espectros desse objeto - que permitiram aos astrônomos analisar a natureza de sua luz - mostraram que não era um aglomerado de estrelas, mas sim uma verdadeira nebulosa, composta de gás ionizado diluído.

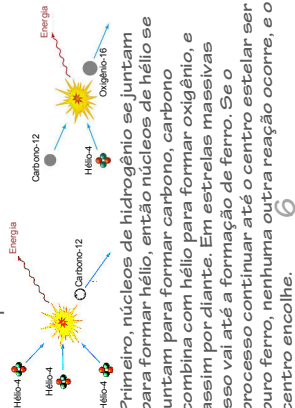
Como ela foi descoberta

A vida de uma estrela é uma batalha constante entre duas forças opostas:

- gravidade, que causa a contração, e
- pressão, que causa a expansão.



No centro da estrela, as temperaturas e pressões são tão altas que os núcleos atômicos se combinam em elementos mais pesados. Este processo libera energia e cria pressão. Quando o combustível se esgota, a gravidade faz com que o centro contraia e sua temperatura suba, até que novas reações nucleares possam ocorrer.



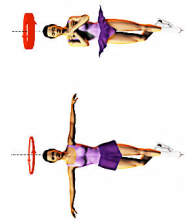
Primeiro, núcleos de hidrogênio se juntam para formar hélio, então núcleos de hélio se juntam para formar carbono, carbono se junta com hélio para formar oxigênio, e assim por diante. Em estrelas massivas isso vai até a formação de ferro. Se o processo continuar até o centro estelar ser puro ferro, nenhuma outra reação ocorre, e o centro encolhe.

O pulsar do Caranguêjo

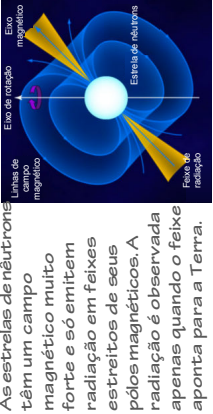
Nos anos 60, os radioastrônomos observaram sinais estranhos de rádio, regulares e pulsantes no céu. Eles demonstraram que esses pulsos vinham de fontes astronômicas, e não poderiam identificar os objetos responsáveis. Essas fontes de rádio foram denominadas pulsares. O pulsar do Caranguêjo foi um dos primeiros a ser descoberto.

No entanto, logo se percebeu a emissão de rádio não vinha de um objeto pulsante, mas sim de uma estrela de nêutrons que girava rapidamente, emitindo radiação em dois feixes estreitos. Os raios varrem o espaço enquanto a estrela gira, como os feixes de luz de um farol.

Durante o colapso gravitacional produzida uma estrela de nêutrons, a velocidade de rotação da estrela aumenta tremendamente porque a estrela encolhe.



Estê é o mesmo fenômeno quando uma patinadora no gelo girando com os braços esticados puxa os braços para dentro: ela então gira muito mais rápido.



As estrelas de nêutrons têm um campo magnético muito forte e só emitem radiação em feixes estreitos de seus polos magnéticos. A radiação é observada apenas quando o feixe aponta para a Terra. À medida que a estrela de nêutrons gira e o feixe passa pela Terra, pulsos de radiação, igualmente espaçados no tempo, são observados.

Supernova

Em 1934, Baade e Zwicky sugeriram que tais explosões estelares - que eles chamaram de supernovas - poderiam ocorrer durante a transição de uma estrela normal para uma estrela com um raio muito pequeno e grande densidade.

A causa para tal transição, no entanto, ainda não era compreendida.

Em 1957, Burbidge, Burbidge, Fowler & Hoyle explicaram em um artigo fundamental como, no interior muito quente de estrelas massivas, os elementos químicos gradualmente se transformam em elementos mais pesados, até que o núcleo seja inteiramente feito de ferro. Em seguida, o núcleo colapsa, as camadas externas explodem e ejetam os elementos recém-formados no espaço interestelar.