

A diferença que iguala o Sol a suas irmãs

Comportamento caótico do plasma ajuda a explicar variações no ciclo magnético das estrelas análogas solares

Um grupo internacional de astrofísicos do qual participou o brasileiro José-Dias do Nascimento Júnior, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), parece ter encontrado a resposta para uma questão que há quase duas décadas intriga quem estuda o Sol e as estrelas muito semelhantes a ele, as análogas solares. Exceto pelas idades, que podem variar bastante, esses astros se parecem em quase tudo com o Sol. Apresentam massa, tamanho, temperatura e luminosidade similares. Tantas semelhanças fazem os pesquisadores imaginar que esses astros possam ajudar a reconstituir o passado e a projetar o futuro da estrela que aquece e ilumina a Terra e os planetas vizinhos. Até recentemente, a dificuldade em entender as variações na duração do ciclo de atividade magnética desses astros fazia o Sol parecer uma estrela ímpar.

Um estudo publicado por Nascimento e seus colaboradores em julho na revista *Science* ajuda a desfazer o mistério e indica que nada no Sol o torna diferente de suas irmãs.

“A duração do ciclo magnético das análogas solares varia muito, alguns são mais longos e outros mais curtos, mas nenhum coincide com o do Sol”, conta o astrofísico brasileiro, que também é pesquisador visitante do Centro de Astrofísica da Universidade Harvard, nos Estados Unidos. Um dos trabalhos que colaboraram para fortalecer a reputação do Sol como estrela única em sua categoria foi publicado em 2007 na revista *Astrophysical Journal* pela astrofísica alemã Erika Böhm-Vitense (1923-2017), então professora na Universidade de Washington, Estados Unidos. Uma figura do artigo deixava clara a diferença. O gráfico correlacionando o tempo em que a estrela completa uma

iniciais, mesmo que elas sejam muito parecidas, os resultados podem ser bem distintos. Assim, só haveria dois ciclos magnéticos coincidentes se as estrelas fossem iguais em tudo, algo extremamente raro na natureza.

“Essa componente caótica explica por que dificilmente conseguiremos encontrar duas estrelas com ciclo magnético de mesma duração”, relata o pesquisador. Ela também permite compreender por que, no caso do Sol, a duração desse ciclo pode variar. “Nossos resultados indicam que o Sol é uma estrela comum, como qualquer outra de sua categoria.”

Estrelas como o Sol são esferas de gás superaquecido e eletricamente carregado (plasma), composto basicamente por hidrogênio e hélio. Seu campo magnético é gerado no terço mais superficial da estrela pelo movimento do plasma, que é transportado das regiões mais profundas e quentes dessa camada para as mais superficiais e frias, ao mesmo tempo que gira arrastado pela rotação da estrela. Toda essa movimentação distorce as linhas do campo magnético amplificando-o. De tempos em tempos, esse campo sofre uma inversão de polaridade: o positivo se torna negativo e vice-versa. No caso do Sol, que dá uma volta em torno de seu eixo em 28 dias, a inversão de polaridade ocorre aproximadamente uma vez a cada 11 anos. São necessários outros 11 anos para os polos retornarem à configuração magnética inicial e completar o ciclo, num total de 22 anos. Já foram observadas, no entanto, inversões a cada 9 e até 14 anos. Essas inversões de polaridade coincidem com o período de mínima atividade da estrela, enquanto os períodos de máxima atividade são marcados pelo surgimento das manchas (regiões escuras e mais frias) na superfície do Sol, registradas pela primeira vez no século XVII pelo matemático e astrônomo Galileu Galilei (*ver imagens acima*).

O físico e matemático irlandês Joseph Larmor propôs em 1919, na chamada teoria do dínamo, que a origem do campo magnético contínuo do Sol seria o movimento de partículas elétricas em seu interior, algo válido também para outras estrelas. Projetos que monitoraram a atividade estelar por longos períodos indicaram, no entanto, que o comportamento dos ciclos magnéticos seria mais complexo. Modelos de magneto-hidrodinâmica, que são mais sofisticados e

consideram as estrelas preenchidas por um fluido condutor de eletricidade, até conseguiram reproduzir as inversões de campo magnético, mas não geravam de modo fiel o ciclo completo de muitas delas. Nascimento e os astrofísicos franceses Allan Sacha Brun, do Laboratório de Astrofísica, Instrumentação e Modelagem Paris-Saclay, e Antoine Strugarek, da Universidade de Montreal, no Canadá, melhoraram a capacidade de previsão desses modelos ao acrescentar a eles equações da teoria do caos que descrevem o movimento turbulento do plasma.

SIMULAÇÕES 3D

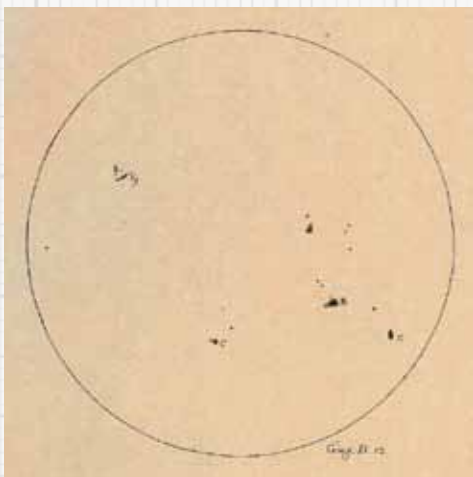
Usando o novo modelo, eles realizaram simulações tridimensionais do interior do Sol e de 30 análogas solares, obtendo ciclos muito semelhantes aos medidos pelas observações astronômicas. Também notaram que a duração do ciclo magnético depende da velocidade de rotação da estrela: os astros que giram mais rapidamente apresentam ciclos mais curtos. “A tendência que encontramos é diferente da obtida pelos modelos do passado”, afirmou Strugarek, primeiro autor do artigo da *Science*, em um comunicado à imprensa.

“Já era esperado que a atividade magnética da estrela fosse influenciada por sua velocidade de rotação”, conta a astrofísica Elisabete Dal Pino, da Universidade de São Paulo (USP), que não participou do estudo. “O resultado que obtiveram”, continua ela, “é relevante por mostrar que estrelas semelhantes ao Sol, mas com rotação diferente, podem apresentar ciclos magnéticos de duração distinta”.

Conhecer a duração do ciclo magnético das estrelas é importante para a identificação de planetas e orientar a busca de vida ao redor de estrelas como o Sol. “A atividade magnética das estrelas gera um sinal que pode ser confundido com um planeta em sua órbita”, conta Nascimento. Segundo o pesquisador, estima-se que parte dos planetas extrassolares encontrados por uma das técnicas possa não existir e, em alguns casos, representar um resultado falso, causado por manifestações magnéticas. ■ Ricardo Zorzetto

Artigo científico

STRUGAREK, A. et al. Reconciling solar and stellar magnetic cycles with nonlinear dynamo simulations. *Science*. 14 jul. 2017.



Manchas registradas por Galileu Galilei entre 9 e 12 de junho de 1613

volta em torno de seu eixo (período de rotação) com a duração do ciclo magnético separava em dois grupos as quase 30 estrelas analisadas: as mais jovens, com ciclo magnético mais curto, ficavam de um lado; e as mais velhas, de ciclo longo, de outro. No meio, isolado, aparecia o Sol.

O trabalho publicado agora na *Science* retira o Sol dessa posição especial ao explicar a origem das variações nos ciclos magnéticos e indicar que é muito improvável – se não impossível – encontrar dois desses ciclos iguais, mesmo que todas as outras características das estrelas sejam quase idênticas. A razão dessa improbabilidade é que alguns fenômenos envolvidos na geração dos campos magnéticos estelares parecem seguir as regras da chamada teoria dos sistemas dinâmicos ou teoria do caos. Como os fenômenos descritos por essa teoria são muito sensíveis às condições