



LENTEs GRAVITACIONAIS¹ - 13 nov. 2018 por Jim Daley

Previsto por Einstein e descoberto em 1979, lentes gravitacionais ajuda os astrofísicos a compreender a forma de evolução do universo.

Em março de 1979, no topo do Quilan Montains no Observatório Tohono O'odaham Nation, no sudoeste do Arizona, um time de astrônomos do Observatório Nacional de Kitt Peak estava vasculhando o céu a noite quando eles viram algo curioso na constelação de Ursa Maior: dois objetos celestiais chamados de quasares com notáveis características similares, muito próximos um do outro.

Os astrônomos - Dennis Walsh, Bob Carswell e Ray Weymann - olharam novamente nas noites subsequentes e verificaram se o sinal não era uma anomalia causada por uma interferência de algum objeto vizinho. Não era. Análise espectroscópica

¹ Tradução e comentários: Francisco Pazzini Couto (pazzini@cefetmg.br). Texto publicado na revista eletrônica SymmetryMagazine e disponível em <https://www.symmetrymagazine.org/article/gravitational-lenses> (acesso em fev. 2019)

confirmou que as imagens gêmeas eram realmente a luz de um mesmo pulsar 8,7 bilhões de anos-luz da Terra. Ele aparecia no telescópio de Kitt Peak como dois objetos porque sua luz era distorcida por uma galáxia massiva entre o quasar e a Terra. A equipe acabava de realizar a primeira descoberta de lentes gravitacionais.

Desde então, as lentes gravitacionais nos deram imagens notáveis do cosmos e proporcionaram aos cosmólogos um meio poderoso para desvendar seus mistérios.

"**Lensing** é uma das principais ferramentas que usamos para aprender sobre a evolução do universo", diz Mandeep Gill, um astrofísico do Instituto Kavli de Astrofísica de Partículas e Cosmologia (KIPAC), em Stanford. Ao observar as lentes gravitacionais e o desvio para o vermelho dos aglomerados de galáxias, explica ele, os cosmologistas podem determinar tanto o conteúdo de matéria do universo quanto a velocidade com que o universo está se expandindo.

A lente gravitacional foi prevista pela teoria da relatividade geral de Einstein. A relatividade geral postulava que objetos massivos como o sol na verdade dobram o tecido do espaço-tempo ao redor deles. Como uma bola de bilhar afundando em um lençol de borracha esticado, um objeto maciço cria uma depressão em torno dele; é chamado de "poço gravitacional". A luz passando por uma gravidade bem se dobra com suas curvas.

Quando um objeto é realmente imenso - como uma galáxia ou um aglomerado de galáxias - ele pode dobrar o caminho da passagem da luz dramaticamente. Os astrônomos chamam isso de "lente forte".

Lentes fortes podem ter efeitos notáveis. Uma fonte de luz distante disposta em linha reta com um corpo massivo e a Terra - uma configuração chamada sizígia² - pode aparecer como uma auréola ao redor do corpo da lente, um efeito conhecido como "anel de Einstein". E luz de um

² Sizígia: Em astronomia, o termo refere-se a configuração em linha reta de três corpos celestes.

quasar na constelação Pegasus se inclina tanto quando chega à Terra que parece quatro quasares. Os astrônomos chamam esse fenômeno de "lente quádrupla" e nomearam o quasar em Pegasus de "a cruz de Einstein".

A maioria dos eventos de lentes gravitacionais não é tão dramática. Qualquer massa irá curvar o espaço-tempo em torno dele, causando leves distorções na passagem da luz. Embora essa lente fraca não seja aparente em uma única observação, tirar uma média de muitas fontes de luz permite que os observadores também detectem efeitos de lente fracas. A distribuição global da matéria no universo tem um efeito de lente sobre a luz de galáxias distantes, um fenômeno conhecido como "cisalhamento cósmico".

"Uma medida de cisalhamento cósmica é incrivelmente meticulosa, já que o efeito é tão pequeno, mas contém uma riqueza de informações sobre como a estrutura no universo evoluiu com o tempo", diz Alexandra Amon, cosmologista observacional da KIPAC, especializada em lentes fracas.

Lentes gravitacionais fortes e fracas são ferramentas importantes no estudo da matéria escura e da energia escura, o material invisível que, em conjunto, constitui 96% do universo. Não há massa visível suficiente no universo para causar todas as lentes gravitacionais que os astrônomos veem; os cientistas pensam que a maior parte é causada pela matéria escura invisível. E como tudo isso se move e muda ao longo do tempo acredita-se que as alterações estão associadas a uma "força" misteriosa (os cientistas não estão realmente certos do que é) empurrando nosso universo de modo a se expandir em um ritmo acelerado: a energia escura. Estudar as lentes gravitacionais pode ajudar os astrofísicos a acompanhar o crescimento do universo.

"A Lente gravitacional forte pode ajudar muito na cosmologia - inclusive sobre os atrasos de tempo", diz Gill. "De um quasar muito distante, você pode obter várias imagens que seguiram diferentes

caminhos de luz. Porque eles seguiram caminhos diferentes, eles chegarão até você em momentos diferentes. E esse atraso depende da geometria do universo”.

O Dark Energy Survey é um dos vários experimentos usando lentes gravitacionais para estudar matéria escura e energia escura. Cientistas do DES estão usando o Observatório Interamericano Cerro Tololo, no Chile, para realizar uma pesquisa de 5 mil graus quadrados do céu do sul. Juntamente com outras medições, o DES está procurando por lentes fracas e efeitos de distorção cósmica da matéria escura em objetos distantes.

O Telescópio de Levantamento Sinóptico Grande (Large Synoptic Survey Telescope), atualmente em construção no Chile, também avaliará como a matéria escura é distribuída no universo, procurando por lentes gravitacionais, entre outras coisas.

“O LSST verá a primeira luz³ nos próximos anos”, diz Amon. “Como este telescópio mapeia o céu do sul a cada noite, ele nos bombardeia com dados - mais com o qual podemos lidar - então, muito do trabalho atual está em construir *pipelines*⁴ que possam analisá-lo.”

Os astrônomos esperam que a LSST encontre 100 vezes mais sistemas de lentes gravitacionais fortes em escala galáctica do que os atualmente conhecidos.

“As pesquisas de lentes em andamento - ou seja, a Pesquisa de Quilo, Hyper Suprime-Cam e Dark Energy Survey - estão fazendo análises de alta precisão e alta qualidade, mas são realmente áreas de treinamento em comparação com o que poderemos fazer com o LSST”, diz Amon. “Estamos ampliando as medidas das formas de dezenas de milhões de galáxias para um bilhão de

³ Termo utilizado em astronomia para o momento que o espelho do telescópio recebe os primeiros fótons. No caso do texto, o autor refere-se à luz das primeiras estrelas formadas no universo.

⁴ É o processo pelo qual uma instrução de processamento é subdividido em etapas, uma vez que cada uma destas etapas é executada por uma porção especializada da CPU, podendo colocar mais de uma instrução em execução simultânea. Isto traz um uso mais racional da capacidade computacional com ganho substancial de velocidade. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pipeline_\(hardware\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pipeline_(hardware)) acesso em fev. 2019)

galáxias, construindo o maior e mais profundo mapa do céu do hemisfério sul ao longo de 10 anos".

Surpreendentemente, estes enormes estudos de distorções cósmicas podem ajudar a aumentar a "nitidez" da constituição do nosso universo.