

Cientistas do Dark Energy Survey lançam nova análise sobre a expansão do Universo

Os últimos resultados uniram dados de lentes gravitacionais fracas e de distribuição de galáxias, integrando quatro métodos de detecção de energia escura em um único experimento, algo inédito até então.

A colaboração [Dark Energy Survey](#) (DES) está divulgando resultados que, pela primeira vez, combinam todos os seis anos de dados das sondas de lentes fracas e do agrupamento de galáxias. No artigo, que representa um resumo de 18 estudos de apoio, eles também apresentam seus primeiros resultados encontrados ao combinar todas as quatro sondas — [oscilações acústicas de bárions](#) (BAO), [supernovas do tipo Ia](#), aglomerados de galáxias e lentes gravitacionais fracas — conforme proposto no início do DES, há 25 anos.

“O DES realmente demonstra como podemos usar múltiplas medições diferentes a partir das mesmas imagens do céu. Acho isso muito poderoso”, disse Martin Crocce, professor associado de pesquisa no Instituto de Ciências do Espaço em Barcelona e um dos coordenadores da análise. ‘Esta é a única vez que isso foi feito na geração atual de experimentos de energia escura.’

A análise gerou restrições novas e mais rigorosas que limitam os modelos possíveis de como o Universo se comporta. Essas restrições são mais de duas vezes mais fortes do que as de análises anteriores do DES, mantendo-se consistentes com os resultados anteriores do projeto.

“Há algo muito empolgante em reunir as diferentes sondas cosmológicas”, disse Chihway Chang, professora associada da Universidade de Chicago e copresidente do comitê científico do DES. “É algo bastante exclusivo do DES termos a expertise para fazer isso.”

Como medir a energia escura

Cerca de um século atrás, astrônomos notaram que galáxias distantes pareciam estar se afastando de nós. Na verdade, quanto mais distante uma galáxia está, mais rápido ela recua. Isso forneceu a primeira evidência fundamental de que o Universo está em expansão. Mas, como o Universo é permeado pela gravidade — uma força que atrai a matéria —, os astrônomos esperavam que a expansão diminuísse com o tempo.

Então, em 1998, duas equipes independentes de cosmólogos usaram supernovas distantes para descobrir que a expansão do Universo está acelerando em vez de desacelerar. Para explicar essas observações, eles propuseram um novo tipo de energia responsável por

impulsionar a expansão acelerada do Universo: a energia escura. Astrofísicos acreditam agora que a energia escura compõe cerca de 70% da densidade de massa-energia do Universo. No entanto, ainda sabemos muito pouco sobre ela.

Nos anos seguintes, cientistas começaram a projetar experimentos para estudar a energia escura, incluindo o *Dark Energy Survey*. Hoje, o DES é uma [colaboração internacional](#) de mais de 400 astrofísicos e cientistas de 35 instituições em sete países. Liderada pelo Laboratório Nacional de Aceleradores Fermi (Fermilab) do Departamento de Energia dos EUA, a colaboração DES também inclui cientistas de universidades norte-americanas, do NOIRLab da NSF e dos laboratórios nacionais do DOE: Argonne, Lawrence Berkeley e SLAC.



A colaboração Dark Energy Survey divulgou seus resultados de legado combinando lentes fracas e agrupamento de galáxias, incorporando todos os seis anos de dados.

Crédito: Ari McManus, Universidade da Pensilvânia.

Para estudar a energia escura, a colaboração DES realizou um levantamento profundo e de ampla área do céu entre 2013 e 2019. O Fermilab construiu uma câmera digital extremamente sensível de 570 megapixels, a [DECam](#), e a instalou no telescópio Víctor M. Blanco de 4 metros da Fundação Nacional de Ciências dos EUA (NSF), no Observatório Interamericano de Cerro

Tololo — um programa do NSF NOIRLab, nos Andes chilenos. Durante 758 noites ao longo de seis anos, a colaboração DES registrou informações de 669 milhões de galáxias que estão a bilhões de anos-luz da Terra, cobrindo um oitavo do céu.

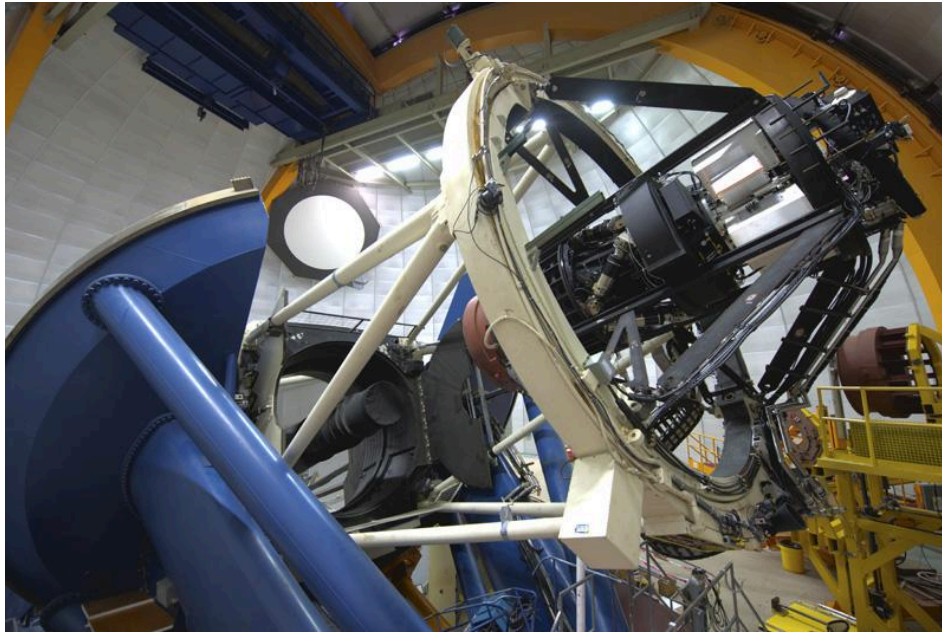
Para os resultados mais recentes, os cientistas do DES avançaram significativamente nos métodos que utilizam lentes fracas para reconstruir de forma robusta a distribuição de matéria no Universo. Eles fizeram isso medindo a probabilidade de duas galáxias estarem a uma certa distância uma da outra e a probabilidade de ambas estarem distorcidas de forma semelhante por lentes fracas. Ao reconstruir a distribuição de matéria ao longo de 6 bilhões de anos de história cósmica, essas medições de lentes fracas e distribuição de galáxias dizem aos cientistas quanta energia escura e matéria escura existem em cada momento.

“Uma das partes mais empolgantes da análise final do DES é o avanço na calibração dos dados”, disse Alexandra Amon, colíder do grupo de trabalho de lentes fracas do DES e professora assistente de astrofísica na Universidade de Princeton. “As metodologias que nossa equipe desenvolveu formam a base para os levantamentos da próxima geração.”

Nesta análise, o DES testou seus dados contra dois modelos de Universo: o modelo padrão da cosmologia atualmente aceito — Lambda Cold Dark Matter (Λ CDM) — no qual a densidade da energia escura é constante, e um modelo estendido no qual a densidade da energia escura evolui ao longo do tempo — wCDM.

O DES descobriu que seus dados se alinharam majoritariamente com o modelo padrão da cosmologia. Seus dados também se ajustaram ao modelo de energia escura em evolução, mas não melhor do que se ajustaram ao modelo padrão. No entanto, um parâmetro ainda está fora do esperado. Com base em medições do Universo jovem, tanto o modelo padrão quanto o de energia escura evolutiva preveem como a matéria no Universo se aglomera em tempos mais recentes — tempos investigados por levantamentos como o DES. Em análises anteriores, descobriu-se que a aglomeração de galáxias era diferente do previsto. Quando o DES adicionou os dados mais recentes, essa lacuna aumentou, mas ainda não ao ponto de haver certeza de que o modelo padrão da cosmologia está incorreto. A diferença persistiu mesmo quando o DES combinou seus dados com os de outros experimentos.

“O que estamos descobrindo é que tanto o modelo padrão quanto o modelo de energia escura em evolução se ajustam bem às observações do Universo jovem e do Universo tardio, mas não perfeitamente”, disse Judit Prat, colíder do grupo de trabalho de lentes fracas do DES e bolsista da Nordita na Universidade de Estocolmo e no KTH Royal Institute of Technology, na Suécia.



O Fermilab construiu uma câmera digital extremamente sensível de 570 megapixels, a DECam, e a instalou no telescópio Víctor M. Blanco de 4 metros da Fundação Nacional de Ciências dos EUA (NSF), no Observatório Interamericano de Cerro Tololo — um programa do NSF NOIRLab, nos Andes chilenos. Crédito: Reidar Hahn, Fermilab.

Preparar o caminho

A seguir, o DES combinará este trabalho com as restrições mais recentes de outros experimentos de energia escura para investigar modelos alternativos de gravidade e energia escura. Esta análise também é importante porque abre caminho para que o novo Observatório Vera C. Rubin (NSF-DOE) — financiado pela Fundação Nacional de Ciências dos EUA e pelo Escritório de Ciência do Departamento de Energia dos EUA — realize um trabalho semelhante com o seu projeto *Legacy Survey of Space and Time* (LSST).

“As medições se tornarão cada vez mais precisas em apenas alguns anos”, disse Anna Porredon, colíder do grupo de trabalho de Estrutura em Larga Escala do DES e pesquisadora sênior no Centro de Pesquisas Energéticas, Ambientais e Tecnológicas (CIEMAT) em Madri. “Demos um passo significativo em precisão, mas todas essas medições vão melhorar muito mais com as novas observações do Observatório Rubin e de outros telescópios.”

“É emocionante saber que provavelmente teremos algumas das respostas sobre a energia escura nos próximos 10 anos.”

Mais informações sobre a colaboração DES e o financiamento para este projeto podem ser encontradas aqui. O Dark Energy Survey é apoiado conjuntamente pelo Escritório de Ciência do Departamento de Energia dos EUA e pela Fundação Nacional de Ciências dos EUA.

O Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) é o principal laboratório nacional da América para física de partículas e pesquisa de aceleradores. O Fermi Forward Discovery Group gerencia o Fermilab para o Escritório de Ciência do Departamento de Energia dos EUA.