

A energia escura está mudando? Novos dados colocam um dos maiores mistérios do Universo em discussão

Observações de milhões de galáxias e milhares de supernovas estão testando uma ideia que parecia bem estabelecida: a de que a energia escura se comporta sempre da mesma maneira.

Imagine que fosse possível observar um filme mostrando a história do Universo durante bilhões de anos.

Nesse filme, veríamos galáxias se formando, estrelas nascendo e morrendo e enormes estruturas cósmicas surgindo. Mas perceberíamos também algo muito mais estranho: **em escalas suficientemente grandes, o próprio Universo está se expandindo.**

Isso já seria surpreendente. O que tornou a história ainda mais intrigante foi a descoberta, no final da década de 1990, de que essa expansão não estava simplesmente continuando: **ela estava acelerando.**

Desde então, os físicos utilizam a expressão **energia escura** para se referir ao componente desconhecido associado a essa aceleração.

O nome pode soar como se soubéssemos o que ela é.

Não sabemos.

“Energia escura” é, antes de tudo, **um nome dado a um problema.**

E resultados obtidos nos últimos anos estão tornando esse problema ainda mais interessante.

Primeiro: o que significa dizer que o Universo está se expandindo?

Não significa que a Terra esteja ficando maior, que nosso corpo esteja se expandindo ou que a distância entre sua casa e a escola aumente continuamente.

A expansão cosmológica torna-se importante em **escalas enormes**, principalmente nas distâncias entre galáxias e grandes estruturas que não estão gravitacionalmente ligadas.

Uma analogia conhecida é imaginar pontos desenhados sobre a superfície de um balão. À medida que o balão infla, os pontos ficam mais distantes uns dos outros.

A analogia tem limitações — nosso Universo não precisa estar se expandindo “dentro” de alguma coisa —, mas ajuda a perceber a ideia fundamental: **as distâncias entre regiões muito afastadas do Universo podem aumentar porque a própria geometria do espaço está evoluindo.**

Quando observamos galáxias distantes, encontramos um fenômeno chamado **desvio para o vermelho**, ou *redshift*: a luz proveniente delas chega até nós com seu comprimento de onda aumentado.

Quanto maior o afastamento cosmológico acumulado durante a viagem da luz, maior pode ser esse desvio.

É uma das formas de reconstruirmos a história da expansão do Universo.

A surpresa: a expansão começou a acelerar

No fim da década de 1990, dois grupos independentes estudaram explosões estelares chamadas **supernovas do Tipo Ia**.

Essas supernovas podem ser utilizadas como fontes luminosas **padronizáveis**. Depois de determinadas correções, seu brilho permite estimar distâncias cosmológicas.

Os pesquisadores perceberam que supernovas muito distantes apareciam de maneira compatível com um Universo cuja expansão havia entrado em uma fase acelerada.

Essa descoberta transformou a cosmologia.

O modelo que acabou se tornando a descrição de referência recebeu o nome de Λ CDM, pronunciado aproximadamente “Lambda-CDM”.

A letra grega Λ (**lambda**) representa a chamada **constante cosmológica**.

O restante da sigla, CDM, vem de *Cold Dark Matter*: matéria escura fria.

Os resultados finais da missão Planck mostraram que esse modelo descreve de maneira extraordinariamente boa várias propriedades da radiação cósmica de fundo, a luz remanescente do Universo primordial. (arxiv.org)

Mas existe uma pergunta que o Λ CDM responde de maneira muito específica:

o componente responsável pela aceleração cósmica sempre se comportou da mesma forma?

No modelo da constante cosmológica, a resposta é **sim**.

É justamente essa resposta que as novas observações estão colocando à prova.

O que o DESI encontrou?

Um dos protagonistas dessa história é o **Dark Energy Spectroscopic Instrument** — **DESI**, um enorme levantamento astronômico desenvolvido para mapear a distribuição tridimensional de galáxias e quasares.

Em sua segunda grande análise cosmológica, baseada em três anos de observações, o DESI utilizou **mais de 14 milhões de galáxias e quasares**. (arxiv.org)

Esses objetos funcionam como pontos em um gigantesco mapa do Universo.

O DESI procura, entre outras coisas, um padrão chamado **oscilações acústicas de bárions**, ou BAO.

O nome é complicado; a ideia pode ser entendida de maneira muito mais simples.

Uma régua deixada pelo Universo jovem

Quando o Universo era muito jovem, matéria e radiação formavam um plasma extremamente quente. Ondas de pressão se propagavam nesse meio.

Essas ondas deixaram uma escala característica na distribuição posterior da matéria.

Bilhões de anos depois, ainda conseguimos detectar estatisticamente essa escala na maneira como as galáxias estão distribuídas.

É como se o Universo primordial tivesse deixado uma **régua cósmica** impressa na matéria.

Ao observar o tamanho aparente dessa régua em diferentes épocas, os cosmólogos conseguem reconstruir como a expansão evoluiu.

E foi aí que apareceu algo interessante.

Os dados de BAO do DESI, considerados isoladamente, continuam sendo bem descritos pelo Λ CDM. O problema aparece principalmente quando eles são combinados com outras informações cosmológicas, especialmente a radiação cósmica de fundo e as supernovas.

Na análise de 2025, permitir que o comportamento da energia escura mudasse com o tempo melhorava o ajuste aos dados. Dependendo da combinação de observações utilizada, a preferência estatística pelo modelo variável ficava aproximadamente entre **2,8 e 4,2 desvios-padrão**, ou “sigma”. (arxiv.org)

Isso chamou enorme atenção.

Mas atenção aqui:

não significava que o DESI tivesse descoberto que a energia escura varia.

O que significa esse tal de “sigma”?

Imagine lançar uma moeda várias vezes.

Se ela cair em cara seis vezes consecutivas, você pode achar estranho, mas ainda é perfeitamente possível que seja uma moeda normal.

Se resultados muito improváveis continuarem se acumulando, começamos a desconfiar de que nossa hipótese inicial talvez esteja errada.

Na Física, o “sigma” é uma maneira de quantificar estatisticamente o grau de discrepância entre uma hipótese e determinados resultados.

Em algumas áreas da Física, especialmente na física de partículas, costuma-se exigir algo próximo de **5 sigma** antes de anunciar formalmente uma descoberta.

Mas existe uma armadilha importante:

3 sigma não significa simplesmente “99,7% de probabilidade de a nova teoria estar correta”.

A interpretação estatística é mais complicada.

Além disso, a cosmologia combina diferentes instrumentos, calibrações e populações de objetos astronômicos. Pequenos efeitos sistemáticos podem alterar uma conclusão.

E foi exatamente isso que começou a acontecer.

Os dados seguintes trouxeram cautela

Em 2026, uma reanálise das supernovas observadas pelo Dark Energy Survey incorporou melhorias de calibração e de modelagem.

O resultado continuou mostrando preferência por energia escura evolutiva, mas a evidência foi reduzida: uma discrepância que chegara a aproximadamente **4,2 sigma** passou para cerca de **3,2 sigma**.

Mais importante: utilizando uma comparação estatística bayesiana entre modelos, os próprios pesquisadores classificaram a evidência a favor da evolução como **fraca**. (academic.oup.com)

Isso ensina algo importante sobre ciência.

A redução de 4,2 para 3,2 sigma não significa que “os cientistas erraram”.

Significa exatamente o contrário: **as medições estão sendo refinadas, os possíveis erros sistemáticos estão sendo investigados e as conclusões estão sendo recalculadas.**

Então veio outro resultado.

Em julho de 2026, o DESI analisou com maior precisão a chamada **floresta de Lyman-alfa**, formada por marcas de absorção deixadas pelo hidrogênio existente entre nós e quasares muito distantes.

A nova análise aproveitou mais informações dos dados do que as medições anteriores.

E seu valor central se deslocou **na direção do Λ CDM**. A própria colaboração DESI reconhece que esse resultado pode significar tanto que parte dos indícios de energia escura variável desaparecerá com medições melhores quanto que será necessária uma descrição cosmológica mais sofisticada. (desi.lbl.gov)

É justamente por isso que não podemos escrever:

“Foi descoberto que a energia escura está mudando.”

Isso seria falso.

E então chegaram quase 3 mil supernovas

No início de setembro de 2026 surgiu mais uma peça importante.

Uma equipe internacional apresentou o conjunto **Supernovae Unite**, reunindo dados de **2.884 prováveis supernovas do Tipo Ia** dentro de um tratamento mais uniforme.

É atualmente uma das maiores compilações desse tipo.

Quando esses dados são combinados com medidas da radiação cósmica de fundo e de BAO, um modelo no qual a energia escura evolui continua produzindo um ajuste interessante.

Mas o próprio estudo apresenta uma conclusão bastante cautelosa: a comparação bayesiana fornece apenas **evidência fraca** em favor da evolução, enquanto diferentes testes frequentistas produzem valores em torno de **2,5 a 3,1 sigma**. O trabalho ainda estava disponível como preprint na data desta matéria. (arxiv.org)

Em outras palavras:

há algo interessante acontecendo nos dados, mas ainda não sabemos o que é.

Para quem quer conhecer um pouco mais da Física

Você não precisa compreender esta parte matemática para entender a matéria.

Mas ela permite enxergar como os físicos transformam a pergunta “a energia escura muda?” em algo mensurável.

Os cosmólogos usam uma grandeza chamada **parâmetro de equação de estado**, representada pela letra w .

Ela pode ser escrita como:

$$w = \frac{p}{\rho c^2}$$

Nessa expressão:

Símbolo	Significado
w	parâmetro que caracteriza o comportamento do componente estudado
p	pressão associada a esse componente
ρ	densidade de massa equivalente
c	velocidade da luz no vácuo

Para uma constante cosmológica:

$$w = -1$$

Isso significa que, no Λ CDM, esse parâmetro permanece exatamente nesse valor.

Mas e se ele mudar durante a história do Universo?

Uma maneira muito utilizada de testar essa possibilidade é escrever:

$$w(a) = w_0 + w_a(1 - a)$$

Não se preocupe em decorar a expressão.

O significado é mais importante que a fórmula.

O símbolo a representa o **fator de escala do Universo**. Por convenção, no Universo atual:

$$a = 1$$

O parâmetro w_0 representa aproximadamente o valor atual de w , enquanto w_a indica como ele poderia ter variado ao longo da evolução cosmológica.

No Λ CDM:

$$w_0 = -1$$

e

$$w_a = 0$$

Portanto, se os dados favorecessem de maneira convincente valores diferentes desses, teríamos evidência de que a constante cosmológica talvez não seja suficiente.

Essa expressão é conhecida como **parametrização de Chevallier–Polarski–Linder, ou CPL**. Existe, porém, uma distinção essencial:

a CPL não explica o que é a energia escura.

Ela é uma ferramenta matemática utilizada para perguntar aos dados se seu comportamento pode ter mudado.

Mesmo que algum dia descobramos de maneira convincente que w varia, ainda teremos de descobrir **por quê**.

Mas como pode existir “pressão negativa”?

Essa é uma das perguntas mais estranhas para quem encontra cosmologia pela primeira vez.

No cotidiano, associamos pressão a um gás empurrando as paredes de um recipiente.

Em cosmologia, porém, pressão aparece nas equações da Relatividade Geral como uma propriedade capaz de contribuir para a dinâmica gravitacional do Universo.

Em condições adequadas, uma pressão suficientemente negativa está associada à expansão acelerada.

Não se trata de uma espécie de vento invisível soprando as galáxias para longe.

A descrição ocorre na própria dinâmica do espaço-tempo.

Por isso também é inadequado imaginar a energia escura simplesmente como uma “força repulsiva” comum, semelhante a um ímã empurrando outro.

Isso influencia minha vida?

Aqui precisamos evitar a tentação de inventar uma aplicação prática apenas para tornar a matéria atraente.

Não existe atualmente uma aplicação cotidiana conhecida da energia escura.

Se amanhã os cosmólogos confirmassem que ela varia com o tempo, seu celular continuaria funcionando da mesma maneira.

Seu peso não mudaria.

Seu carro não consumiria menos combustível.

A Terra não sairia de sua órbita.

Sua casa não começaria a aumentar de tamanho devido à expansão do Universo.

A gravidade e outras interações que mantêm ligados sistemas como pessoas, prédios, planetas, estrelas e galáxias são enormemente mais relevantes nessas escalas do que o efeito cosmológico que estamos discutindo.

Então por que deveríamos nos importar?

Porque a pergunta não é apenas sobre algo distante.

É sobre se as leis que utilizamos para descrever o Universo estão completas.

Imagine descobrir que uma peça da Física está faltando

Durante séculos, a gravitação de Newton explicou extraordinariamente bem a queda dos corpos e o movimento dos planetas.

Depois Einstein mostrou que havia fenômenos que exigiam uma descrição mais profunda: a Relatividade Geral.

A Física de Newton não se tornou inútil. Ela passou a ser entendida como uma excelente aproximação dentro de determinado domínio.

Algo semelhante ocorreu quando a Física Quântica revelou comportamentos da matéria que a Física clássica não conseguia descrever.

A questão da energia escura pode estar nos colocando diante de uma situação semelhante.

Se ela realmente variar, algumas possibilidades seriam profundas: talvez exista um novo campo físico no Universo; talvez haja algum tipo de interação ainda desconhecida no chamado setor escuro; talvez a própria teoria da gravitação precise de alguma extensão em escalas cosmológicas.

Nenhuma dessas possibilidades foi demonstrada.

Mas é exatamente por isso que a questão é importante.

Isso também muda o futuro do Universo?

Possivelmente — mas ainda não sabemos como.

Se a energia escura for realmente uma constante cosmológica, existe uma previsão relativamente simples: em escalas muito grandes, a expansão acelerada continuará e regiões cada vez mais distantes do Universo observável ficarão causalmente inacessíveis.

Se o componente responsável pela aceleração evoluir, outros cenários se tornam possíveis.

Mas existe um cuidado importante.

Os modelos matemáticos utilizados atualmente, como a parametrização $w_0 - w_a$, foram construídos principalmente para descrever **a faixa da história cósmica que conseguimos observar**.

Não devemos simplesmente prolongar essas fórmulas por trilhões de anos e afirmar que sabemos como o Universo terminará.

Seria extrapolar a matemática além daquilo que os dados sustentam.

Três maneiras de “interrogar” o Universo

Para entender por que essa pesquisa é tão interessante, imagine uma investigação em que diferentes testemunhas viram partes diferentes do acontecimento.

As **supernovas do Tipo Ia** ajudam a medir distâncias. É como observar faróis cujo brilho conseguimos padronizar e comparar quanto sua luz diminuiu ao chegar até nós.

As **oscilações acústicas de bárions** fornecem a régua cósmica deixada pelo Universo primordial. O DESI verifica como essa escala aparece em diferentes épocas.

Já a **radiação cósmica de fundo** funciona quase como uma fotografia do Universo quando ele era extremamente jovem. Missões como Planck mediram essa radiação com enorme precisão. (arxiv.org)

Podemos, então, fazer uma pergunta fascinante:

se começarmos com a fotografia do Universo jovem e utilizarmos nossas equações para calcular toda a sua evolução, chegaremos ao Universo que DESI e as supernovas observam bilhões de anos depois?

O Λ CDM responde muito bem a grande parte dos dados.

Mas algumas combinações recentes estão respondendo:

“Quase — mas talvez exista alguma coisa a mais.”

O que isso tem a ver com a Física do Ensino Médio?

Muito mais do que parece.

Quando estudamos **ondas**, estamos construindo parte do conhecimento necessário para compreender espectros e oscilações no Universo primordial.

Quando estudamos **luz**, podemos avançar para espectroscopia, comprimentos de onda e redshift.

Quando estudamos **gravitação**, começamos com Newton e podemos perguntar por que Einstein precisou desenvolver uma teoria mais geral.

Quando estudamos gráficos, incertezas e tratamento experimental, encontramos exatamente o tipo de raciocínio que permite distinguir uma evidência de 3 sigma de uma descoberta estabelecida.

Portanto, essa história também mostra algo que às vezes se perde nas aulas:

Física não é apenas um conjunto de fórmulas já descobertas.

É uma ciência em construção.

Talvez a parte mais interessante seja justamente não termos a resposta

Estamos acostumados a notícias científicas apresentadas como sentenças definitivas:

“cientistas descobriram...”

“nova teoria prova...”

“Einstein estava errado...”

A história da energia escura em 2026 é muito mais interessante do que isso.

Em 2025, observações do DESI fortaleceram indícios de que a constante cosmológica poderia não descrever toda a história da expansão. (arxiv.org)

Depois, uma recalibração das supernovas reduziu parte da significância estatística. (academic.oup.com)

Em julho de 2026, uma análise mais precisa da floresta de Lyman-alfa deslocou uma medição na direção do modelo tradicional. (desi.lbl.gov)

Em setembro, quase 3 mil supernovas voltaram a produzir indícios interessantes de evolução, mas ainda com evidência insuficiente para uma conclusão definitiva. (arxiv.org)

Isso não é fraqueza da ciência.

É ciência funcionando.

Novos dados testam resultados antigos. Calibrações são revistas. Modelos concorrentes são comparados. Hipóteses que pareciam promissoras podem desaparecer — ou sobreviver a testes cada vez mais severos até se tornarem uma nova parte da Física.

Então, a energia escura está mudando?

A resposta cientificamente responsável, em setembro de 2026, é:

não sabemos.

Existem indícios observacionais sérios de que o comportamento associado à energia escura possa ter evoluído durante a história do Universo.

Esses indícios aparecem em combinações de observações realizadas por métodos diferentes.

Mas sua força estatística varia quando mudamos conjuntos de dados, calibrações e métodos de análise. Alguns resultados recentes também se aproximaram novamente da previsão do Λ CDM.

Portanto, o modelo cosmológico padrão **não foi derrubado**.

Também não podemos simplesmente ignorar o que os novos dados estão mostrando.

É exatamente essa situação intermediária que torna este um dos problemas mais interessantes da Física atual.

Talvez estejamos vendo os primeiros sinais de uma nova Física.

Talvez estejamos observando efeitos sistemáticos extremamente sutis.

Talvez dados melhores façam a anomalia desaparecer.

As próximas observações decidirão.

E, quando isso acontecer, qualquer uma dessas respostas será cientificamente importante.

Referências bibliográficas

- **RIESS, A. G. et al.** Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant. *The Astronomical Journal*, v. 116, p. 1009–1038, 1998.
- **PERLMUTTER, S. et al.** Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae. *The Astrophysical Journal*, v. 517, p. 565–586, 1999.
- **CHEVALLIER, M.; POLARSKI, D.** Accelerating Universes with Scaling Dark Matter. *International Journal of Modern Physics D*, v. 10, p. 213–224, 2001.
- **LINDER, E. V.** Exploring the Expansion History of the Universe. *Physical Review Letters*, v. 90, 091301, 2003.
- **PLANCK COLLABORATION.** Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, v. 641, A6, 2020. arXiv:1807.06209. (arxiv.org)
- **DESI COLLABORATION.** DESI DR2 Results II: Measurements of Baryon Acoustic Oscillations and Cosmological Constraints. *Physical Review D*, v. 112, 083515, 2025. DOI: 10.1103/tr6y-kpc6. Artigo revisado por pares. (journals.aps.org)
- **POPOVIC, B. et al.; DARK ENERGY SURVEY COLLABORATION.** The Dark Energy Survey Supernova Program: A Reanalysis of Cosmology Results and Evidence for Evolving Dark Energy with an Updated Type Ia Supernova Calibration. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 548, n. 4, stg632, 2026. DOI: 10.1093/mnras/stg632. Artigo revisado por pares. (academic.oup.com)
- **DESI COLLABORATION.** DESI DR2 Results IV: Alcock–Paczynski Measurements from the Lyman Alpha Forest and Cosmological Constraints. arXiv:2607.27410, 2026. Resultado divulgado em 30 jul. 2026. (desi.lbl.gov)
- **CAMILLERI, R. et al.** Supernovae Unite: Combining Pantheon+ and DES-SN5YR. arXiv:2609.05053, 2026. Preprint apresentado em setembro de 2026; reúne 2.884 prováveis supernovas do Tipo Ia. (arxiv.org)