PT_31: Sobre o sinal do redshift cosmológico

Uma previsão falsificável de energia escura nula

Autor: Víctor Estrada Díaz
Web: estradad.es | **ORCID:** 0000-0001-9942-1021
Obra de base: Zenodo · As minhas teorias · Einstein-VED
Licença: CC BY-NC-SA 4.0

Resumo

O modelo cosmológico padrão (ΛCDM) interpreta o desvio cosmológico para o vermelho como evidência de expansão espacial. Este artigo demonstra que tal interpretação inverte a seta do tempo na definição de expansão. Na física clássica e relativista, a expansão requer $dr / dt > 0$ com $dt > 0$ (distâncias a aumentar em direção ao futuro). A cosmologia observa desvio para o vermelho a partir do passado ($dt < 0$) e classifica-o como expansão. Este erro de sinal força a introdução de uma constante cosmológica positiva Λ para o compensar. Segue-se uma previsão direta e independente do modelo: se ΛCDM estiver correto, a deriva do desvio para o vermelho dz / dt_0 deverá ser positiva para galáxias distantes; se a interpretação correta for que o desvio para o vermelho mede profundidade temporal, então $dz / dt_0 < 0$. O teste de Sandage-Loeb, já em curso com ESPRESSO,

ELT-ANDES e SKA1-mid, distinguirá entre ambos os sinais dentro de uma década. Além disso, uma derivação algébrica anterior (Einstein-VED) mostra que $\Lambda = 0$ emerge de primeiros princípios quando G é derivada geometricamente, sem deixar qualquer grau de liberdade residual. ΛCDM não corrige a dinâmica — corrige um erro de sinal na definição de expansão.

---

1. A definição física de expansão

Na física clássica e na relatividade especial e geral, o termo *expansão* aplicado a uma distância $r(t)$ entre dois objetos significa:

$$\frac{dr}{dt} > 0 \quad \text{com} \quad dt > 0$$

A condição $dt > 0$ não é trivial. Estabelece que a expansão é uma propriedade **dirigida para o futuro**. Quando dizemos "o universo expande-se", queremos dizer que, se esperarmos uma quantidade positiva de tempo em direção ao futuro, as distâncias serão maiores.

Isto não é uma convenção. Decorre da estrutura causal do espaço-tempo: o futuro é fisicamente distinguível do passado. Não há simetria que nos permita inverter dt sem alterar o significado da palavra "expansão".

---

2. O que a cosmologia padrão realmente observa

Os levantamentos cosmológicos (JWST, SDSS, DESI) observam:

- Galáxias distantes com desvio para o vermelho $z > 0$
- A luz foi emitida no tempo cósmico $t_{\text{em}} = t_0 - \Delta t$, com $\Delta t > 0$
- Portanto: $dt = t_{\text{em}} - t_0 = -\Delta t < 0$

A interpretação padrão é:

$$z = \frac{\lambda_{\text{obs}} - \lambda_{\text{em}}}{\lambda_{\text{em}}} \approx \frac{v}{c} \quad \text{(para } z \text{ pequeno)}$$

em que $v = dr / dt$ é uma velocidade de recessão.

Mas **a v observada é derivada de luz emitida no passado**. A quantidade realmente medida é:

$$\left.\frac{dr}{dt}\right|_{dt<0}$$

A cosmologia padrão escreve então:

$$\frac{dr}{dt} > 0 \quad \text{com} \quad dt < 0$$

e chama a isto "expansão".

---

3. A inversão de sinal

Tornemos explícita a inversão:

Conceito	Física clássica/relativista	Cosmologia padrão
Direção temporal	$dt > 0$ (futuro)	$dt < 0$ (passado)

Conceito	Física clássica/relativista	Cosmologia padrão
Quantidade medida	dr / dt (previsão futura)	dr / dt (observação passada)
Sinal de expansão	$dr / dt > 0,\ dt > 0$	$dr / dt > 0,\ dt < 0$
Estatuto	Definição	**Erro de sinal**

Isto não é uma questão de interpretação. Se aplicarmos de forma consistente a mesma convenção de sinal, aquilo a que a cosmologia chama "expansão" é na realidade:

$$\frac{dr}{dt}\Big|_{dt<0} = -\ \frac{dr}{d(-t)}\Big|_{d(-t)>0}$$

Ou seja, é a **inversão temporal** de uma contração dirigida para o futuro.

---

4. Porque é que Λ parece necessária (e porque é um artefacto)

As equações de Friedmann com uma constante cosmológica são:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho + \frac{\Lambda}{3}$$

Se se assumir erradamente que um $dr / dt > 0$ dirigido para o passado implica uma aceleração dirigida para o futuro, então:

- As observações de supernovas de elevado z (Perlmutter, Riess, 1998) mostram magnitudes mais fracas do que o esperado
- Isto é interpretado como "a expansão está a acelerar"
- Introduz-se $\Lambda > 0$ para ajustar o sinal

Mas, se a interpretação correta for que z mede **profundidade temporal** (não distância espacial), então:

- Não é necessária aceleração
- $\Lambda = 0$ é o valor natural
- O aparente escurecimento explica-se por uma relação $r(t)$ diferente sem Λ

Portanto: Λ **não corrige a dinâmica.** Λ **corrige o erro de sinal na definição de expansão.**

---

5. A previsão falsificável: deriva do desvio para o vermelho

O teste de Sandage-Loeb (Sandage 1962, Loeb 1998) mede a derivada temporal do desvio cosmológico para o vermelho:

$$\dot{z} \equiv \frac{dz}{dt_0}$$

em que t_0 é o tempo do observador.

5.1 Previsão de ΛCDM

Em ΛCDM com $\Lambda > 0$ e expansão acelerada:

- $\dot{z} > 0$ para $z \lesssim 2$

- $\dot{z} = 0$ em $z \approx 2$
- $\dot{z} < 0$ para $z \gtrsim 2$ (mas pequeno em magnitude)

Para z muito elevados (por exemplo, z~14, observados por JWST), ΛCDM prevê:

$$\dot{z}_{\Lambda\text{CDM}} \sim +10^{-9} \text{ ano}^{-1} \quad \text{(positivo, pequeno)}$$

5.2 Previsão deste quadro

Se o desvio para o vermelho mede **profundidade temporal** — ou seja, a diferença de tempo próprio entre observador e emissor — então:

$$z \propto \Delta t_{\text{lookback}}$$

À medida que o tempo do observador t_0 aumenta, o tempo de recuo até uma dada galáxia **diminui** porque o universo envelhece. Portanto:

$$\frac{dz}{dt_0} < 0 \quad \text{para todo } z$$

Não há mudança de sinal. Não há passagem por zero. Estritamente negativo.

---

6. A experiência que decide

O teste já está em curso:

Instrumento	Início	Objetivo	Sensibilidade
ESPRESSO (VLT)	2018	Floresta Lyman-α	$\dot{z}$~10^{-9}

Instrumento	Início	Objetivo	Sensibilidade
ANDES (ELT)	~2030	Galáxias de elevado z	$\dot{z} \sim 10^{-10}$
SKA1-mid	~2027	Linha de 21 cm	$\dot{z}$ em $z \sim 1–3$

Crucialmente: o teste de Sandage-Loeb é **independente do modelo**. Não assume uma escada de distâncias. Não assume uma constante de Hubble. Mede $\dot{z}$ diretamente usando linhas atómicas (hidrogénio, Lyman-α, 21 cm) — padrões de frequência absolutos.

Sem circularidade. Sem cadeia de calibração. Apenas: medir $\lambda(t_0)$ e $\lambda(t_0 + \Delta t)$.

---

7. Os dois resultados possíveis

Resultado	ΛCDM	Este quadro
$\dot{z} > 0$ a elevado z	Apoiado	Falsificado
$\dot{z} < 0$ a elevado z	Falsificado	Apoiado
Λ	> 0 necessária	$= 0$ algebricamente

Antes de 2030, os dados de ELT-ANDES ou SKA1-mid decidirão.

---

8. Derivação algébrica de que $\Lambda = 0$ (Einstein-VED)

Na obra de base **Einstein-VED** (Zenodo: 18816405) demonstra-se que:

- A matéria é energia de onda confinada
- A estabilidade requer um número inteiro n na equação de onda
- A configuração estável mínima é $n = 2$
- A partir de $n = 2$, a constante gravitacional G emerge **geometricamente**, sem parâmetros livres

As equações de Einstein são:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Se G estiver completamente determinada pela geometria (sem parâmetro livre), então o lado esquerdo está **completamente restringido**. Não resta qualquer grau de liberdade residual para absorver um Λ não nulo.

Portanto:

$$\Lambda = 0 \quad \text{algebraicamente}$$

Isto não é uma conjetura. É uma consequência de derivar G a partir de primeiros princípios, como se mostra nos documentos completos disponíveis em estradad.es/catalogo.php.

---

9. Conclusão

ΛCDM assenta num erro de sinal: interpretar um $dr / dt > 0$ dirigido para o passado como expansão dirigida para o futuro. Este erro força a introdução de uma constante cosmológica positiva.

Duas provas independentes convergem:

1. **Observacional:** A deriva do desvio para o vermelho de Sandage-Loeb mostrará $\dot{z} < 0$ para todo o z, falsificando a expansão acelerada e apoiando $\Lambda = 0$.
2. **Algébrica:** Derivar G a partir da geometria (Einstein-VED) não deixa espaço para Λ; $\Lambda = 0$ emerge necessariamente.

Λ não corrige a dinâmica do universo. Λ corrige um erro de sinal na definição de expansão.

Referências

1. Sandage, A. (1962). *ApJ*, 136, 319.
2. Loeb, A. (1998). *ApJ*, 499, L111.
3. Liske, J. et al. (2008). *MNRAS*, 386, 1192.
4. ESPRESSO Collaboration (2021). *A&A*, 645, A112.
5. ANDES/ELT Science Case (2023). *arXiv:2311.03275*.
6. SKA Cosmology Science (2020). *arXiv:2003.12797*.
7. Estrada Díaz, V. (2026). *The theory that will reconcile Quantum Mechanics with Einstein's Relativity*. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18816405
8. Estrada Díaz, V. Sítio web pessoal: https://estradad.es — As minhas teorias, UNIHOLOG, Einstein-VED

Fim de PT_31