

# Energia Escura

## CITAÇÃO

Bertolami, O, Gomes, C (2017)  
Energia Escura,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(04):065.  
[doi.org/10.24927/rce2017.065](https://doi.org/10.24927/rce2017.065)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

13 de novembro de 2017

## ACEITE EM

16 de novembro de 2017

## PUBLICADO EM

06 de dezembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Orfeu Bertolami\*, Cláudio Gomes

Departamento de Física e Astronomia/ CFP/ Universidade do Porto

\*orfeu.bertolami@fc.up.pt

**O conceito de energia escura é proposto para explicar a expansão acelerada do Universo desde um passado cosmológico recente (cerca de há 2 a 3 mil milhões de anos).**

As observações da radiação cósmica de fundo, da recessão de supernovas em galáxias distantes e da densidade de enxames de galáxias indicam que a maior parte do conteúdo energético do Universo é dominada por duas componentes escuras: cerca de 27% de matéria escura, responsável por efeitos dinâmicos nas curvas de rotação galácticas e no movimento de galáxias nos enxames de galáxias, e cerca de 68% de energia escura, responsável pela atual expansão acelerada do Cosmos<sup>1-4</sup>. Esta expansão é uma expansão do espaço-tempo. Podemos tentar imaginar esta situação como o caso de um balão vazio em que se desenham pintas. Ao insuflar-se esse mesmo balão verifica-se que as pintas se afastam uma das outras em virtude do “tecido” estar a expandir-se, ou seja, os grandes objetos astrofísicos e cosmológicos como galáxias e enxames de galáxias estão sempre a afastar-se uns dos outros porque o próprio “tecido” do espaço-tempo se está a expandir. Depois de compreendida esta analogia em duas dimensões, temos que pensar em termos de três dimensões espaciais.

A energia escura age como uma ténue distribuição uniforme de energia e com a propriedade exótica de ter uma pressão negativa. Pensemos numa mola: ao esticá-la, ela exerce uma força contrária que a faz retomar a posição de equilíbrio, esta é a chamada lei de Hooke. Se a energia escura fosse essa mola, teria o comportamento oposto: quanto mais a esticássemos, mais ela tenderia a expandir-se.

Embora se desconheça a sua verdadeira natureza, existem alguns modelos que procuram compreender a natureza da energia escura. Os candidatos mais simples incluem o termo cosmológico (constante cosmológica) introduzido por Einstein para modificar as equações de campo da Teoria da Relatividade Geral, ou um ubíquo campo escalar extremamente leve e com propriedades que sejam consistentes com um comportamento macroscópico repulsivo.

A expansão do Universo foi descoberta pelo astrónomo norte-americano Edwin Hubble em 1929. O facto desta expansão ser cada vez mais rápida a distâncias cada vez mais afastadas de nós, isto é, a sua aceleração, foi estabelecida por meio do estudo da luminosidade de supernovas em galáxias muito distantes, estrelas na fase final e explosiva da sua existência. Desvendada a partir de 1998, a surpreendente observação relativa à aceleração da expansão é devida a dois grupos de astrónomos, um dos quais baseado na Universidade de Berkeley,

na Califórnia, liderado pelo cientista Saul Perlmutter<sup>5</sup>, e um outro liderado por Adam Riess e Brian Schmidt<sup>6</sup>, da Universidade de Harvard, em Boston, Massachusetts, e do Observatório do Monte Stromlo, na Austrália, respetivamente. Por esta descoberta, estes cientistas foram galardoados com Prémio Nobel de Física em 2011.

Uma questão que também tem suscitado o interesse dos físicos teóricos é o de uma hipotética ligação entre a energia escura e a matéria escura. Segundo algumas propostas, não é impossível que estas duas entidades sejam manifestações, a escalas distintas, de uma única partícula ou um campo mais fundamental, como é exemplo o caso de um fluido exótico que corresponde a uma generalização do gás de Chaplygin<sup>7</sup> com equação de estado

$$p = - \frac{A}{\rho^\alpha},$$

onde  $p$  é a pressão cósmica,  $\rho$  é a densidade de energia,  $A$  e  $\alpha$  são constantes e  $0 < \alpha \leq 1$ . Também não é de excluir a possibilidade de matéria escura e energia escura trocarem energia entre si.

Dada a importância destas questões, a Cosmologia e a Gravitação são áreas que suscitam grande interesse e inclusivamente, os físicos discutem alternativas à matéria escura e energia escura, designadamente, através de teorias de gravidade para além da de Einstein<sup>8-16</sup>.

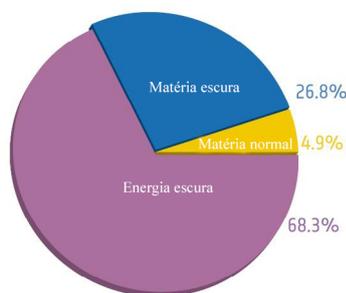


FIGURA 1. Conteúdo energético do Universo segundo a missão Planck<sup>3-4</sup>.

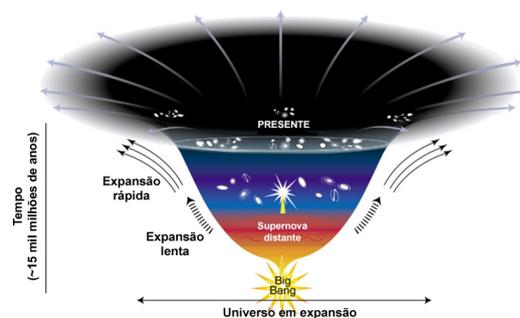


FIGURA 2. Evolução do Universo: do Big Bang até à expansão acelerada do Universo hoje<sup>17</sup>.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> Missão espacial COBE: <https://science.nasa.gov/missions/cobe>
- <sup>2</sup> Missão espacial WMAP: <https://map.gsfc.nasa.gov/>
- <sup>3</sup> Missão espacial Planck: <http://sci.esa.int/planck/>
- <sup>4</sup> Planck collaboration: P.A.R. Ade et al., Planck 2015 results: XIII. Cosmological parameters, *A & A* 594, A13 (2016).
- <sup>5</sup> PERLMUTTER ET AL., Measurements of Omega and Lambda from 42 High-Redshift Supernovae, *Astrophys.J.*, 517, 565 (1999). <https://doi.org/10.1086/307221>
- <sup>6</sup> RIESS ET AL., Type Ia Supernova Discoveries at  $z > 1$  From the Hubble Space Telescope: Evidence for Past Deceleration and Constraints on Dark Energy Evolution, *Astrophys.J.*, 607, 665-687 (2004). <https://doi.org/10.1086/383612>
- <sup>7</sup> M. C. BENTO, O. BERTOLAMI E A. A. SEN, Generalized Chaplygin Gas, Accelerated Expansion and Dark Energy-Matter Unification, *Phys. Rev. D* 66, 043507 (2002). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.66.043507>
- <sup>8</sup> M. MILGROM, A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass

hypothesis, *Astrophys. J.*, Part 1, vol. 270, 365 (1983). <https://doi.org/10.1086/161130>

<sup>9</sup> S. M. CARROLL, V. DUVVURI, M. TRODDEN, M. S. TURNER, Is Cosmic Speed-Up Due to New Gravitational Physics?, *Phys. Rev. D* 70, 043528 (2004). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.70.043528>

<sup>10</sup> S. NOJIRI, S. D. ODINTSOV, Introduction to Modified Gravity and Gravitational Alternative for Dark Energy, *Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys.* 4, 115-146 (2007). <https://doi.org/10.1142/S0219887807001928>

<sup>11</sup> O. BERTOLAMI, C. G. BOEHMER, T. HARKO, F. S. N. LOBO, Extra force in  $f(R)$  modified theories of gravity, *Phys. Rev. D* 75, 104016 (2007). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.75.104016>

<sup>12</sup> E. P. VERLINDE, On the Origin of Gravity and the Laws of Newton, *JHEP* 1104, 029 (2011). [https://doi.org/10.1007/JHEP04\(2011\)029](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2011)029)

<sup>13</sup> E. P. VERLINDE, Emergent Gravity and the Dark Universe, *SciPost Phys.* 2, 016 (2017). <https://doi.org/10.21468/SciPostPhys.2.3.016>

<sup>14</sup> O Livro das Escolhas Cósmicas, Orfeu Bertolami (Ed. Gradiva 2006).

<sup>15</sup> BERTOLAMI, O, "O Big Bang: a origem do Universo", in *Do Big Bang ao Homem* (U. Porto Edições 2016).

<sup>16</sup> BERTOLAMI, O, PÁRAMOS, J, *Seis Breves Apontamentos de Cosmologia Contemporânea* (U. Porto Edições 2017).

<sup>17</sup> <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy/>