

Pequenos pontos vermelhos

por Stéfani Faller

Universidade Federal do Espírito Santo

O modelo cosmológico padrão prevê que a formação do universo se deu de forma hierárquica, com as estruturas menores sendo formadas para posteriormente darem origem a estruturas mais complexas. Sendo dessa forma, era esperado que as galáxias comesçassem a se formar em $z \geq 6$,¹ quando o universo tinha por volta de 700 milhões de anos. Por estarem bem distantes, observamos as galáxias com um desvio para o vermelho (*redshift*) nas linhas espectrais, fazendo assim com que seja possível falar sobre a distância desses objetos através da medida de z . Note que o “agora” é equivalente ao *redshift* $z = 0$ e, quanto mais longe uma galáxia estiver, mais alto vai ser seu *redshift*.

Apesar do modelo padrão funcionar bem na descrição do nosso universo, existem fenômenos e observações que não estão previstos na teoria. O JWST (James Webb Spacial Telescope) trouxe vários dados inéditos que estão contrastando com as previsões teóricas que eram esperadas. Uma dessas observações “problemáticas” para o modelo são os denominados “pequenos pontos vermelhos”(LRDs, do inglês *little red dots*), uma população até então desconhecida de objetos compactos e extremamente vermelhos, com uma massa estelar alta, encontrados em alto *redshift*. Com um raio efetivo² de ~ 100 pc e com a massa estelar estando por volta de $10^9 - 10^{11} M_{\odot}$ [1], no cenário atual os LRDs constituem uma incógnita. A título de curiosidade, a Via Láctea inteira possui uma massa de $10^{11} M_{\odot}$!

Os LRDs têm sido observados pelo método espectroscópico, resultando em *redshifts* entre 5 e 9 [2]. Isso corresponde a idades do Universo de aproximadamente 1,1 bilhão e 0,5 bilhão de anos, respectivamente. Suas características, como a massa e o avermelhamento, indicam que eles se formaram bem antes, em um universo muito jovem: é surpreendente que objetos tão massivos e compactos apresentem um avermelhamento tão acentuado, o que seria característico de galáxias mais velhas. Seria, assim, necessário que os processos que geraram esses objetos, de algum modo, fossem catalisados por algum mecanismo ainda não identificado, que aceleraria sua formação.

Acredita-se que no centro dessas galáxias exista um buraco negro supermassivo [1], o que explicaria o seu avermelhamento precoce, apesar de serem compactas. Entretanto, daí teria outra peça do quebra-cabeça faltando, que seria sobre como buracos negros supermassivos foram formados em um universo tão jovem, sendo que o buraco negro é a fase final da vida de uma estrela, e o processo desde o nascimento até passar pelo ciclo inteiro da vida de uma estrela até a sua “morte” é extremamente demorado. Ao menos, esse é o único mecanismo que conhecemos até então.

Alguns pesquisadores discutem os dados do JWST, indagando se essa idade realmente é verídica ou se, por exemplo, a poeira intergaláctica [3] não está erroneamente nos indicando um *redshift* maior do que realmente é. Outro fator que pode gerar confusão em relação aos dados seria uma espécie de contaminação deles ao equivocadamente considerar as anãs marrons — estrelas pouco luminosas que não possuem massa o suficiente para fundir hidrogênio — na hora de estudar as características dos LRDs [4]. A “problemática” está no fato de que, para terem essas características de massa, compacticidade e avermelhamento observado, os LRDs deveriam

¹O desvio para o vermelho é designado pela letra z , e indica a escala de distância, obtido por métodos espectroscópicos ou fotométricos.

²O raio que contém maior parte da luminosidade do objeto celeste.

ter se formado em uma era muito remota da evolução cósmica. Se elas fossem formadas mais tarde, estaria mais condizente com a previsão teórica, ao menos em partes.

Um dos mecanismos essenciais na evolução de galáxias está relacionado com um núcleo galáctico ativo (AGN, do inglês *active galactic nuclei*). É um pontinho brilhante, visto dessa forma até mesmo no óptico, que, por exemplo, está presente em quasares. Os AGN também são uma aposta de que ajudarão a esclarecer os buracos negros supermassivos.

Trabalhos tentam explicar de diferentes formas as características dos LRDs, seja com modelos estelares complexos, que são atenuados com a poeira, modelos híbridos, que consideram também a dinâmica das AGNs com os impactos espectrais, etc.

A natureza desses LRDs ainda é incerta, e o acúmulo de dados do JWST poderá trazer novas peças para o quebra-cabeça que eles representam e até que ponto eles constituem um desafio para o modelo padrão.

Referências

- [1] F. Pacucci, L. Hernquist e M. Fujii, *Little Red Dots Are Nurseries of Massive Black Holes* (2025). [ArXiv:2509.02664v1](#).
- [2] P. G. Pérez-González et al., *What is the nature of Little Red Dots and what is not, MIRI SMILES edition* (2024). [ArXiv:2401.08782v2](#).
- [3] K. Chen et al., *Dust Budget Crisis in Little Red Dots* (2025). [ArXiv:2505.22600v1](#).
- [4] Y. Ma et al., *No Luminous Little Red Dots: A Sharp Cutoff in Their Luminosity Function* (2025). [ArXiv:2509.02662v1](#).
- [5] H. Mo, F. van den Bosch e S. White, *Galaxy Formation and Evolution* (Cambridge University Press, 2010).
- [6] J. Matthee et al., *Little Red Dots: an abundant population of faint AGN at $z \sim 5$ revealed by the EIGER and FRESCO JWST surveys* (2024). [ArXiv:2306.05448v3](#).