

TEXTO 3

Catálogo de Corpos Celestes

Identificando os diferentes tipos de
corpos celestes do espaço e a matéria
escura

Miguel Angelo Sousa Silva

Diferentes tipos de corpos celestes¹

Em astronomia, **corpo celeste** designa qualquer entidade física existente no espaço sideral, podendo referir-se a um único objeto como a Lua, o Sol, ou um asteroide, como também a vários objetos que se mantêm unidos por forças gravitacionais, como galáxias, estrelas duplas, ou o próprio sistema solar.

Em suma, existem inúmeros corpos celestes, porém os principais são: asteroides, cometas, estrelas, meteoroides, planetas e satélites.

Neste texto, catalogaremos os diferentes tipos de objetos celestes e suas respectivas designações, descrevendo-os brevemente em suas propriedades e características, partindo dos escritos do físico Marcelo Gleiser.

Tensionamos com isso traçar, além de um panorama geral dos diversos astros que rodopiam no espaço, um catálogo de identificação da “fauna” espacial que tantas vezes repercutem em nossas mentes veiculadas na mídia, sem que tenhamos as diferenciações devidamente estabelecidas.

Iniciaremos pelas estrelas.

O dramático ciclo de vida das estrelas [\[1\]](#)

O que é uma estrela? A explicação mais simples é que uma estrela normal é uma **bola de fogo enorme que passa a vida em luta com a gravidade**.

A pressão das [reações termonucleares](#) no interior da estrela balança a força gravitacional, que tende a fazê-la implodir. Uma estrela é o resultado do dramático balanço entre implosão e explosão, que pode durar bilhões de anos. Ainda não sabemos ao certo como nasce uma estrela. Os modelos mais plausíveis assumem que elas nascem em regiões ricas em gás, principalmente hidrogênio. Com a explosão de uma outra estrela vizinha, essas nuvens de gás passam a ter regiões mais densas do que outras e começam a implodir devido à gravidade, tornando-se cada vez mais densas.

Na medida em que essas “sementes” continuam seu colapso, sua temperatura e densidade aumentam, eventualmente

¹ Os argumentos deste texto foram extraídos de artigos e capítulos dos livros de Marcelo Gleiser cujas referências estão indicadas por números na forma de links (clicando neles o leitor é direcionado para as referências). Todavia, outras fontes serão mencionadas quando surgirem.

permitindo a "fusão" de hidrogênio em hélio.

A enorme energia liberada por esses processos de fusão nuclear causa uma pressão que se opõe ao colapso da massa gasosa. Assim nasce uma estrela.

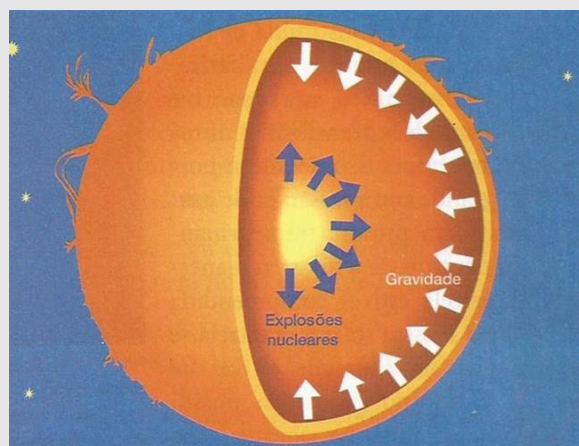
Na maior parte da existência de uma estrela normal, essas duas forças opostas continuam seu balanço de forma quase que pacífica. Para uma estrela como o nosso Sol, hoje em sua meia-idade, esse período de paz dura em torno de 10 bilhões de anos. Mas a vida de uma estrela no céu é tão dramática quanto a de uma "estrela do cinema" na Terra. Para que a estrela possa existir, ela tem de se autoconsumir, devorando desesperadamente suas entranhas de hidrogênio para balancear a inexorável força da gravidade. É a fútil luta contra o tempo, que jamais será vencida, apenas atenuada. No final, a estrela não tem mais combustível para continuar sua luta; a gravidade, em seu triunfo final, faz com que ela comece a implodir.

Os detalhes da fase de implosão dependem da massa inicial da estrela. É como se, de repente, tirassem os três primeiros andares de um edifício de dez pavimentos. Sem suporte, os sete andares superiores despencam, causando pressões ainda maiores na parte inferior.

Em geral, esse colapso é seguido de uma expansão da estrela, que pode resultar na expulsão de enormes quantidades de matéria para o espaço, numa espécie de estertor cósmico.

As pressões mais elevadas na região central fazem com que elementos químicos mais pesados que o hélio sejam fundidos. Para estrelas como o Sol, a fusão nuclear chega até aos elementos carbono e oxigênio. Para estrelas mais pesadas, ela chega até ao elemento ferro.

Figura 1: Representação esquemática das tendências de expansão e contração de uma estrela



Fonte: ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. Curso de Física. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2005.

Uma estrela consome tudo o que pode antes de declarar a gravidade vencedora. Após a luta, a estrela encontra, ao menos em parte, um repouso final. Há três possibilidades para a configuração final de seus restos mortais, que dependem de sua massa inicial.

Estrelas até oito vezes mais maciças do que o Sol se tornam **anãs brancas**, com um diâmetro de 10 mil quilômetros e uma densidade igual à que obteríamos se comprimíssemos a torre Eiffel em um centímetro cúbico! Estrelas mais pesadas terminam sua existência em uma explosão de **supernova**. Para elas, existem dois

destinos possíveis. Se o núcleo central, sua região mais densa, tiver massa até três vezes a massa do Sol, ele se transformará em uma **estrela de nêutrons**, uma espécie de núcleo atômico gigante (feito apenas de nêutrons), com diâmetro de apenas um quilômetro e densidade um bilhão de vezes maior que a das anãs brancas.

Figura 2: Representação de uma gigante vermelha. No estágio representado na figura, reações de fusão nuclear do hélio em seu interior geram carbono e oxigênio.



Fonte: ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. Curso de Física. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2005.

Núcleos ainda mais pesados continuam seu colapso gravitacional, tornando-se cada vez menores e mais densos, até que sua gravidade se torne tão intensa, que nem mesmo a luz possa escapar de seu interior. Assim nasce um **buraco negro**, onde a gravidade reina suprema e sozinha.

Outros corpos²

Os **asteroides** figuram como corpos celestes detentores de um tamanho reduzido; encontram-se na órbita do Sol, na maioria dos casos situados no cinturão de asteroides, próximo a Marte e Júpiter. No passado imaginava-se que os asteroides eram pequenos planetas.

Os **cometas** são considerados corpos celestes que possuem um tamanho pequeno, realizam deslocamento em torno do Sol. Tal movimento é desenvolvido de forma irregular quanto ao seu contorno. Os cometas são formados basicamente por gelo e rochas.

Os **meteoroides** são corpos celestes de pequeno porte que giram em torno do Sol. Esses astros, quando entram na atmosfera, são conhecidos popularmente pelo nome de 'estrelas cadentes'. Quando ingressam na primeira camada da biosfera, sofrem um grande desgaste e ao mesmo tempo se aquecem, tornando-se reluzentes. Quando não se desintegram totalmente, atingindo a superfície terrestre, os resíduos são chamados de **meteoritos**.

Os **planetas** se distinguem dos outros corpos celestes em tamanho, massa, temperatura e outros aspectos; são astros desprovidos de luz própria que se encontram ao redor de uma estrela; no nosso caso, o Sol. Juntamente com a Terra, compõem o

² Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/corpos-celestes.htm>. Acesso: 27 set. 2020.

nosso sistema, chamado solar, os planetas: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno (não mais Plutão, porque este deixou de ser considerado um planeta a partir de 24 de agosto de 2006).

Os **satélites** são pequenos corpos celestes que se encontram próximos a astros maiores, como a Lua, por exemplo.

Mas...

O Cosmo às escuras [2]

... revisitando o passado, podemos ver o quanto a nossa visão do Universo mudou nas últimas centenas de anos. Para Pedro Álvares Cabral (1467-1520), em 1500, a Terra era fixa no centro de tudo. O limite do cosmo, a fronteira mais distante, era a [esfera das estrelas fixas](#), supostamente feita de um material cristalino. Deus reinava supremo sobre todos, uma presença constante na vida das pessoas. Na época de Tiradentes³, na segunda metade do século XVIII, já era claro que o Sol era o centro do cosmo. Em 1781, o astrônomo William Herschel (1738-1822) descobriu Urano e o número de planetas no sistema solar aumentou de seis para sete.

Netuno ainda era desconhecido. Para muitos filósofos e pensadores da época, Deus era o criador do cosmo e

das leis que regiam o seu comportamento, mas não interferia mais nos afazeres dos homens. Einstein, em 1917, usou a sua nova teoria da gravitação para propor o primeiro modelo cosmológico da era moderna. Na ausência de dados, usou a [navalha de Occam](#) e sugeriu um Universo esférico e estático⁴. Mudou de ideia apenas em 1931, após saber da recessão das galáxias descoberta por Edwin Hubble (1889-1953), que indicava que o cosmo era uma entidade dinâmica e não estática. A essa altura, para Einstein e muitos outros, Deus era uma abstração, uma metáfora da ordem matemática da Natureza, acessível à razão humana através da ciência. O primeiro pouso lunar ocorreu num cosmo em expansão, com uma idade estimada entre alguns bilhões e vinte bilhões de anos. A composição química da matéria limitava-se aos 94 elementos da Tabela Periódica que ocorrem naturalmente, e mais os [fótons](#) e os [neutrinos](#), ambas partículas que, na época, acreditava-se eram sem massa. Nas quatro décadas desde a caminhada épica de Neil Armstrong (1930-2012) na Lua, nossa visão cósmica mudou radicalmente.

Já na década de 1930, havia indicações de que uma boa parte da matéria cósmica é invisível. Sua presença é inferida a partir da atração

³ Joaquim José da Silva Xavier (1746-1792) foi um dentista, tropeiro, minerador, comerciante, militar e ativista político que atuou no Brasil, mais especificamente nas capitanias de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Personagem símbolo da conspiração denominada [Inconfidência Mineira](#), patrono cívico do Brasil.

⁴ Ver texto de apoio 2.

gravitacional que exerce sobre estrelas e galáxias, objetos que podemos ver com nossos telescópios. Da mesma forma que a força gravitacional do Sol faz com que os planetas girem a sua volta, as galáxias têm movimentos que só podem ser explicados se houver algum tipo de matéria invisível nos seus arredores.⁵

No início da década de 1970, a astrônoma Vera Rubin (1928-2016) e William Kent Ford (89 anos), astrônomo, demonstraram que mesmo no movimento de rotação de galáxias individuais é possível detectar o efeito causado por essa matéria invisível: as galáxias giram mais rapidamente do que o esperado, como se estivessem envoltas em um “véu de matéria”.

A existência de matéria invisível não deveria, por si só, ser motivo de grande surpresa. Nós, por exemplo, somos matéria invisível: mesmo aqueles que são “brilhantes” não brilham de verdade. Num campo escuro, ninguém veria uma pessoa a olho nu. O mesmo ocorre com planetas e luas, pois não produzem sua própria luz, apenas refletindo aquela proveniente da sua estrela⁶. Por isso, os primeiros candidatos para explicar o movimento peculiar das galáxias foram estrelas de massa baixa, incapazes de

iniciar o processo de fusão nuclear que geraria o seu brilho, ou grandes nuvens de hidrogênio salpicadas com alguns dos elementos químicos. Neutrinos também poderiam contribuir para a matéria invisível, já que tendem a se concentrar em torno das galáxias. Apesar disso, para a surpresa de muitos e o entusiasmo de outros, logo ficou claro que as coisas não eram assim tão simples.

A matéria invisível é conhecida como **matéria escura**. A surpresa não era a sua existência, mas a sua composição: a matéria escura não pode ser composta de matéria comum, ou seja, de estrelas ou planetas, ou de qualquer coisa feita de átomos. Simplesmente, não existe matéria em abundância suficiente para explicar a rotação anômala das galáxias, ou o seu comportamento quando em grupos, conhecidos como **aglomerados de galáxias**. Se a matéria escura não é feita de elétrons e prótons, do que é feita?

Alguns físicos tentaram explicar esse dilema como sendo uma falha da teoria da gravidade, e não algum tipo novo de matéria. Talvez, imaginaram, a teoria da relatividade geral de Einstein e mesmo a teoria de Newton sofram modificações a grandes distâncias. Nesse caso, poderíamos manter a

⁵ **Nota de Marcelo Gleiser:** Note que os planetas também exercem uma atração gravitacional sobre o Sol: a força gravitacional age em ambas as direções, como determina a terceira lei de Newton, que afirma que para cada ação existe uma reação de intensidade igual em sentido oposto. Entretanto, devido à massa do Sol, que é muito maior do que a de todos os planetas combinados, a nossa estrela mal se move devido à força que os planetas exercem sobre ela.

⁶ Luas podem receber luz refletida de seus planetas. Por isso que é possível ver o disco escurecido da Lua na sua fase crescente, conforme sugeriu originalmente Leonardo da Vinci (1452-1519).

matéria comum e ter uma nova teoria da gravidade, que explicasse as observações. Muitas ideias foram propostas, sem que nenhuma seja convincente. Uma nova teoria da gravidade necessita de uma base conceitual sólida, que esses modelos não oferecem. Ademais, existe um efeito observacional causado pela matéria escura que não pode ser explicado por nenhuma modificação da gravidade proposta até o momento.

[...] De acordo com a teoria da relatividade geral de Einstein, a matéria encurva o espaço. Portanto, se a luz de uma fonte distante passar através de uma região do espaço com curvatura pronunciada, sofrerá distorções semelhantes às que ocorrem quando a luz passa por uma lente.

Esse fenômeno, conhecido como **lente gravitacional**⁷, é uma belíssima consequência da teoria de Einstein. A distorção na propagação da luz pode ser associada diretamente à distribuição de massa no local por onde ela passa. Analisando a propagação da luz vinda de uma fonte distante ao passar por aglomerados de galáxias, astrônomos podem determinar a distribuição total de matéria nos aglomerados, tanto a luminosa quanto a escura. As observações não deixam dúvidas de que a quantidade total de matéria em

aglomerados de galáxias é muito maior do que a matéria visível⁸. A estimativa atual da razão entre matéria luminosa e matéria escura é em torno de 1: 6. Ou seja, existe aproximadamente seis vezes mais matéria escura do que matéria luminosa no Universo! O problema é que ninguém sabe do que esta matéria é feita.

Nas últimas três décadas, vários tipos de matéria exótica foram propostos para explicar a presença de matéria escura no Universo. Dentre eles, encontramos [miniburacos negros](#), estrelas feitas de estados exóticos da matéria, ou, como eu e alguns colegas sugeriram, estrelas feitas de [campos escalares](#), conhecidas como [estrelas de bósons](#). Todos esses são exemplos de objetos astronômicos que, se existissem, poderiam constituir a matéria escura ou, pelo menos, uma fração dela. Até agora não temos qualquer indicação de que esses objetos existam, ou de que existam em números relevantes. Os candidatos mais populares não são astronômicos e sim subatômicos, partículas exóticas que só interagem com a matéria comum através da gravidade. (Portanto, não têm carga elétrica, como elétrons e prótons, e também não interagem através das forças nucleares forte e fraca. Ou, se interagem, o fazem muito fracamente.) Algumas extensões do

⁷ Para saber mais acesse: <http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/gravlens.htm>.

⁸ Ver artigo recente sobre esse dado em: <https://gizmodo.uol.com.br/discrepancia-dados-teoria-materia-escura/>

Modelo Padrão⁹ preveem que essas partículas existam, embora até o momento nenhuma tenha sido detectada. Se a matéria escura é mesmo feita de partículas subatômicas, deveriam estar atravessando a Terra e mesmo os nossos corpos em números elevados. Nesse caso, com detectores adequados, poderiam ser encontradas. Dezenas de grupos no mundo inteiro estão à caça de partículas de matéria escura. Enquanto nenhuma for detectada, o tema vai inspirando vários livros de ficção [...]

A evidência observacional a favor da existência de algum tipo de matéria escura indica que a maior parte da matéria no Universo tem uma natureza completamente diferente da que compõe os nossos corpos. A expectativa da comunidade científica é de que dentro de uma ou duas décadas a composição da matéria escura seja finalmente revelada [...]

Sem ela [a matéria escura], as primeiras estrelas e galáxias não teriam se formado durante a aurora da história cósmica. E, sem elas, não estaríamos aqui.

Continua no texto 4.

⁹ Ver o texto de apoio 1.

GLOSSÁRIO

Campos escalares. Em Matemática e Física, um campo escalar associa um escalar a todo ponto no espaço. O escalar pode ser tanto um número matemático ou uma quantidade física. Campos escalares têm de ser independentes de coordenadas, significando que quaisquer dois observadores usando o mesmo sistema de unidades concordarão no valor do campo em um mesmo ponto absoluto no espaço (ou espaço-tempo) quaisquer que sejam seus respectivos pontos de origem. Campos escalares são geralmente utilizados na Física, por exemplo, para indicar a distribuição de temperatura pelo espaço, a pressão do ar, assim como campos quânticos de spin-zero, tais como o Campo de Higgs. Esses campos são tratados na Teoria dos Campos Escalares.

Estrelas de bósons. Uma estrela de bósons é um objeto astronômico formado por partículas chamadas bósons (estrelas ordinárias são compostas de férmions). Para que este tipo de estrela exista, deve haver um tipo de bóson estável de pequena massa. Ainda não há qualquer evidência apontando a existência desse tipo de bóson. Todavia, seria possível detectar essas estrelas através da observação da radiação gravitacional emitida por um par de estrelas de bósons co-orbitantes. As estrelas de bósons poderiam ter sido formadas pelo colapso gravitacional nos primórdios do Big Bang. Pelo menos em teoria, uma estrela de bósons supermassiva poderia existir no núcleo de uma galáxia, o que poderia explicar muitas das propriedades observadas nos núcleos galácticos ativos. As estrelas de bósons foram propostas como possíveis candidatas a objetos de matéria escura.

Esfera das estrelas fixas. As “estrelas fixas” compreendem o fundo de objetos astronômicos que parecem não se moverem uns em relação aos outros no céu noturno em comparação com o primeiro plano de objetos do sistema solar. Geralmente, as estrelas fixas são tomadas para incluir todas as estrelas diferentes do Sol. Nebulosas e outros objetos do céu profundo também podem ser contados entre as estrelas fixas. Na tentativa de descrever o que viam no céu, os homens da Antiguidade imaginavam que a Terra se encontrava cercada por uma gigantesca esfera, vendo-se daqui da Terra apenas a metade superior, sobre cuja superfície se encontravam os astros. Ela recebeu o nome de “esfera celeste”. Imaginando essa esfera, os antigos perceberam que alguns astros formavam padrões fixos, como se pintados sobre o fundo, enquanto outros se moviam. Os primeiros foram chamados de “estrelas fixas”, e eram muitas vezes reunidos em grupos arbitrários chamados de constelações. Os gregos chamaram aos demais planetas (literalmente, “astros errantes”), e nessa categoria incluíram também o Sol e a Lua.

Fótons. Classificado como uma partícula de energia na forma de radiação eletromagnética. É emitido ou absorvido pela matéria. A luz e a radiação seriam formadas de fótons. Ou seja, um fóton representa uma espécie de “pacote”, responsável pelo transporte da energia contida nas radiações eletromagnéticas. Segundo Einstein, um fóton deve possuir uma quantidade fixa de energia, definida pela equação $E = h \cdot f$. Nessa equação, E é a energia pertencente ao fóton, f é a frequência da radiação eletromagnética (medida em Hz) e h é a constante de Planck, que possui valor de $6,63 \times 10^{-34}$ J.s ou $4,14 \times 10^{-15}$ eV.s (elétrons-volt). Conforme essa definição, a quantidade mínima de energia que uma onda eletromagnética deve possuir corresponde ao produto $h \cdot f$, e qualquer valor de energia para uma radiação eletromagnética deve ser um múltiplo inteiro desse produto.

Miniburacos negros. Também chamados de microburacos negros, hipoteticamente teriam surgido no nascimento do Universo. Seriam simples buracos negros pequenos, no qual os efeitos da mecânica quântica são fundamentais, e por isso, também são chamados de “buracos negros da mecânica quântica” ou “buracos negros quânticos”.

Navalha de Occam. É um princípio científico e filosófico que propõe que, entre hipóteses formuladas sobre as mesmas evidências, é mais racional acreditar na mais simples. Ou seja: diante de várias explicações para um problema, a mais simples tende a ser a mais correta. O filósofo inglês William de Occam (1285-1347) não foi o primeiro a pregar isso: Aristóteles já fazia o mesmo no século IV a.C. Mas foi o nome de Occam que “colou”, por causa do frequente uso que ele fazia do argumento em debates filosóficos. Já o termo “navalha” ou “lâmina” é uma metáfora que surgiu muito depois dele: sugere que, com o uso da parcimônia, a hipótese mais complicada é “cortada”. Mas é preciso considerar o seguinte: a Navalha de Occam é um princípio metodológico, e não uma lei que diz o que é verdade e o que não é. Ou seja, ela não sugere que as explicações mais simples são sempre as verdadeiras e que as mais complexas devem ser refutadas em qualquer situação.

Neutrinos. Partícula subatômica sem carga elétrica e que interage com outras partículas apenas por meio da gravidade e da força nuclear fraca (duas das quatro forças fundamentais da Natureza, ao lado da eletromagnética e da força nuclear forte). É conhecido por suas características extremas: é extremamente leve (algumas centenas de vezes mais leve que o elétron), existe com enorme abundância (é a segunda partícula mais abundante do Universo conhecido, depois do fóton) e interage com a matéria de forma extremamente débil (cerca de 65 bilhões de neutrinos atravessam cada centímetro quadrado da superfície da Terra voltada para o Sol a cada segundo).

Reações termonucleares. Reações de fusão nuclear em que dois núcleos de átomos de massas menores se unem para a formação de um núcleo maior. A fusão nas estrelas se dá no seu centro, em altas temperaturas. No Sol ela ocorre principalmente na fusão dos isótopos de hidrogênio para a formação de isótopos de hélio. Esse tipo de reação libera muito mais energia que as reações químicas e mais até do que as reações nucleares de fissão. A bomba de hidrogênio, por exemplo, que é conseguida com a fusão de um deutério e um trítio, tem um poder de destruição cerca de 700 vezes maior que a bomba de Hiroshima, que foi uma bomba de fissão nuclear. Visto que essas reações ocorrem com altas temperaturas, o núcleo das estrelas é o lugar ideal para elas acontecerem. Essas são reações em cadeia, ou seja, os produtos formados iniciam novas reações e podem continuar realizando fusões com outros núcleos, e assim sucessivamente.

Supernova. Evento astronômico que ocorre durante os estágios finais da evolução de algumas estrelas, que é caracterizado por uma explosão muito brilhante. Por um curto espaço de tempo, isto causa um efeito semelhante ao surgimento de uma estrela nova, antes de desaparecer lentamente ao longo de várias semanas ou meses. Em apenas alguns dias o seu brilho pode intensificar-se em 1 bilhão de vezes a partir de seu estado original, tornando a estrela tão brilhante quanto uma galáxia, mas, com o passar do tempo, sua temperatura e brilho diminuem lentamente.

REFERÊNCIAS

- [1] GLEISER, Marcelo. O dramático ciclo de vida das estrelas. **Especial para a Folha de S. Paulo**. São Paulo, 25 jan. 1998. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe250106.htm>. Acesso em: 02 jul. 2020.
- [2] GLEISER, Marcelo. **Criação imperfeita**: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.