



Aventuras CosmoVerse

**Expansão do
Universo: a lei de
Hubble-Lemaître**



A sala de aula

Introdução: Gazing into the Depths of the Universe

Professor :

Bom dia, alunos! Bem-vindos a mais uma aula de Aventuras CosmoVerse. Antes de começarmos a nossa conversa, quero mostrar-vos uma figura. Olhem para esta imagem fascinante. Alguém quer tentar adivinhar o que mostra? (Ver figura 1).

Aluno 1 :

Parece um céu noturno estrelado. Isso são estrelas?

Professor :

É uma ideia intuitiva, aluno 1. Mas não é tudo. Há apenas algumas estrelas nesta foto. Além dessas, cada ponto representa uma galáxia inteira, cada uma delas com mil milhões de estrelas.

Aluno 2 :

Isso é esmagadoramente vasto! Como conseguimos capturar uma imagem tão impressionante?

Professor :

Esta obra de arte é o 'Hubble Ultra Deep Field.' Em 1995, cientistas orientaram o telescópio espacial Hubble (ver figura 2) para observar um pequeno lugar aparentemente vazio no céu, cujo tamanho não passa do tamanho da ponta de uma caneta à distância de um braço. Durante dez dias seguidos, o telescópio focou-se neste ponto. O que resultou disso foi espetacular: uma imagem de mais de 1 500 galáxias brilhando num pequeno pedaço do Universo. Ainda mais fascinante é a idade de algumas dessas galáxias: são muito antigas, datando de logo a seguir ao Big Bang.

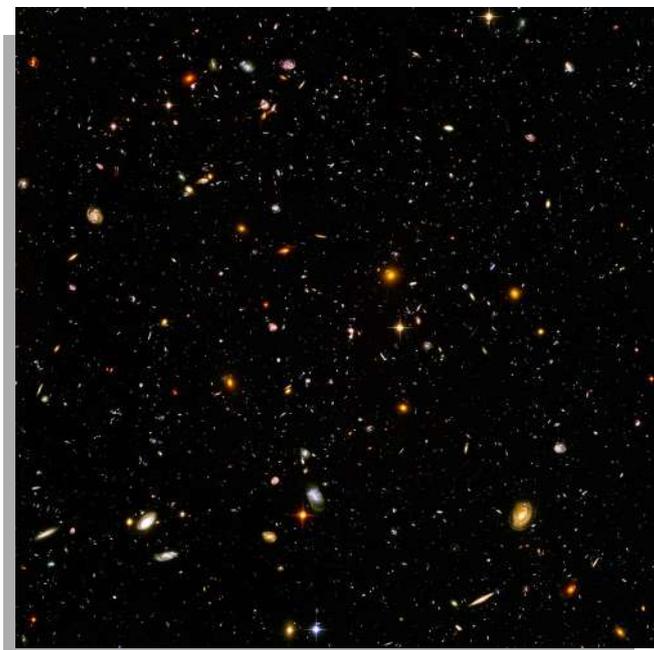


Figura 1: Publicação original da NASA tirada pelo telescópio espacial Hubble, contendo cerca de 10 000 galáxias de diversas idades, tamanhos, formas e cores. As mais pequenas e vermelhas são das galáxias mais distantes que alguma vez foram capturadas por um telescópio ótico, e provavelmente existem pouco depois do Big Bang.



Figura 2: O telescópio espacial Hubble, visto do veículo espacial Atlantis. Crédito da imagem: NASA.

Aluno 3 :

Se um pedaço tão minúsculo tem tantas galáxias, o Universo deve estar a abarrotar delas!

Professor :

Exatamente, aluno 3! Para pôr em perspetiva, acreditamos que há cerca de 2 biliões de galáxias no Universo observável. Um facto alucinante: existem mais estrelas no Universo do que grãos de areia em todas as praias da Terra. É um vislumbreda escala estonteante do nosso Universo.

Aluno 4 :

É espantoso pensar que, da nossa pequena Terra, deciframos tal grandiosidade. Como conseguimos isso?

Professor :

É uma progressão de conhecimento, aluno 4. Em tempos, acreditámos que tudo girava à volta da Terra, o modelo geocêntrico. Mas depois, vieram visionários como Aristarco de Samos, que foi o primeiro a propor o modelo heliocêntrico, com o Sol no centro. Copérnico refinou este conceito, mas as suas ideias foram recebidas com ceticismo. A grande mudança veio com intuições e descobertas de Galileo, Kepler e Newton, que dotaram o modelo heliocêntrico de provas, no século XVII. (Ver figura 3).

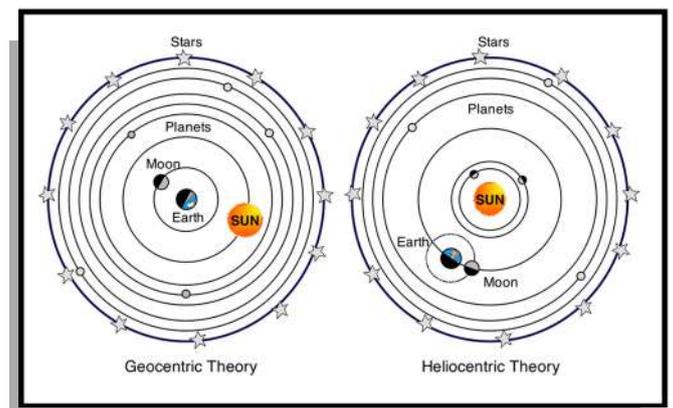


Figura 3: Diferença entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico.

Aluno 3 :

Os telescópios devem ter sido revolucionários nesta busca, não?

Professor :

Absolutamente, aluno 3. Os telescópios abriram as portas à vastidão do Universo. No entanto, até aos anos 1920, pensávamos que a nossa Via Láctea era tudo o que existia. Só então entram Hubble e Lemaître, que revolucionaram o nosso conhecimento, provando que o Universo está repleto de galáxias e em constante expansão. Mas antes de aprofundar este tema, vamos juntar-nos ao Quark numa viagem entusiasmante para entender verdadeiramente o nosso lugar neste vasto Universo.



Nave espacial da Imaginação

Uma viagem à nossa morada cósmica

Our Cosmic Address

<A ampla plataforma de observação da nave espacial da imaginação mostra o Universo em toda a sua glória. O Quark mantém-se firme no leme, ansioso por levar os estudantes numa expedição além das estrelas familiares.>

<Pode fazer download do [Stellarium](#), um software grátis que permite navegar o Universo livremente, ou pode ver este [vídeo](#)>



Quark :

Bem-vindos a bordo, jovens exploradores! Hoje em dia, a nossa nave espacial da imaginação ultrapassa até os mais poderosos limites conhecidos. Sabem, até à velocidade da luz, a entidade mais veloz conhecida no Universo, com os seus 300 000 km/s, não o conseguimos atravessar rápido o suficiente. Para atravessar o Universo, precisaríamos de eternidades, mesmo a essa velocidade!



Aluno 1 :

Sempre me perguntei - o que é exatamente um ano-luz?



Quark :

Um ano-luz não se refere a tempo, mas sim a distância. Representa a distância que a luz consegue percorrer num ano. Para dar números, um ano-luz é cerca de 9,46 biliões de quilómetros ou 5,88 biliões de milhas. Mas não nos preocupemos agora com números. Em vez disso, comecemos a nossa odisséia!

<A nave começa a sua viagem, e a Terra começa a encolher no pano-de-fundo.>



Quark :

Vejam a nossa preciosa Terra. É um espetáculo de vida, um santuário no vasto deserto cósmico. Vocês, humanos, esculpiram a sua face, mas daqui, as vossas enormes cidades, estradas e empreendimentos tornam-se apenas sussurros. Todos os contos da Humanidade remontam a esta jóia azul celeste. Terra natal de inúmeras almas.



Aluno 2 :

É tão surreal. A Terra parece tão pequena daqui.



Quark :

Perspetiva, meu querido! Agora, observem a vossa vizinha cósmica.

<A lua aparece, com as suas cicatrizes e contos de eras passadas.>



Quark :

A lua, companheira fiel da Terra e único outro corpo terrestre a ter sentido pegadas humanas. À medida que nos aventuramos adiante, passaremos sentinelas do nosso sistema solar, os planetas, e depois mergulharemos na vastidão do espaço interestelar.

<Estrelas começam a iluminar o vazio, como joias brilhantes.>



Quark :

Vêem o nosso Sol? Não é mais que um ponto num mar de estrelas. A sua luz demora cerca de 8 minutos para chegar à Terra. As estrelas que vocês reconhecem das histórias de embalar brilham agora sem o véu da atmosfera terrestre. Entre estas estrelas estão exoplanetas, alguns talvez gerando vida.



Aluno 3 :

E a Via Láctea? A nossa galáxia?



Quark :

Ah, o nosso lar cósmico. É uma metrópole astral, com gás, poeira, estrelas e planetas abrangendo uns impressionantes 100 000 anos-luz. E o seu coração? É um buraco negro supermassivo, um devorador cósmico. A nossa vizinha mais próxima é a galáxia Andrómeda e se mandarmos uma mensagem de texto a extraterrestres que vivam lá demora 2,5 milhões de anos a chegar.

<Galáxias começam a pontuar a paisagem, cada uma um Universo por si só.>



Figura 4: Uma imagem com correção de cores da Terra, tirada pelo satélite DSCOVR a 7 de Dezembro de 2022, exatamente 50 anos depois da imagem original Blue Marble (Berlinde Azul). Crédito de imagem: NASA.

 **Quark :**

Além da nossa galáxia há um oceano mais de galáxias, cada uma com as suas histórias, os seus buracos negros, os seus mistérios. Dançam num balé cósmico, dirigido por laços gravíticos.

 **Aluno 4 :**

Parece uma teia, com fios e buracos!

 **Quark :**

Precisamente! Esta tapeçaria cósmica representa uma porção minúscula do Universo observável. Mas, há um fim? Uma fronteira?

<A nave pára de repente, diante da a fronteira do Universo conhecido.>

 **Quark :**

Vejam, o limite do que podemos perceber. Mas lembrem-se, “observável” não quer dizer “tudo”. O Universo poderá ser ilimitado, estendendo-se para além da nossa imaginação.

 **Aluno 1 :**

Então, estamos a ver luz remota?

 **Quark :**

Sim! Quando olhas para galáxias distantes, estás a espreitar para trás no tempo. A radiação cósmica de fundo em microondas que vemos é uma relíquia, um eco de logo a seguir ao Big Bang.

 **Aluno 2 :**

Mas o que há além disso? Fora do nosso Universo observável?

 **Quark :**

O que o nosso holofote cósmico ilumina é limitado. Para além disso podem existir reinos infinitos, operando sob as mesmas regras cósmicas, repletos de galáxias, estrelas e maravilhas.

 **Aluno 3 :**

Então, o nosso Universo pode não ser mais que um ponto num vasto oceano

 **Quark :**

Precisamente. A verdadeira escala do Universo pode ser para sempre um mistério. Mas não é a própria busca de conhecimento a viagem mais arrebatadora de todas? Ora, considerem a nossa odisseia de hoje. Conseguem algum de vocês recitar a nossa morada cósmica?



Figura 5: Uma imagem de luz visível da galáxia Andrómeda, tirada por Torben Hansen.

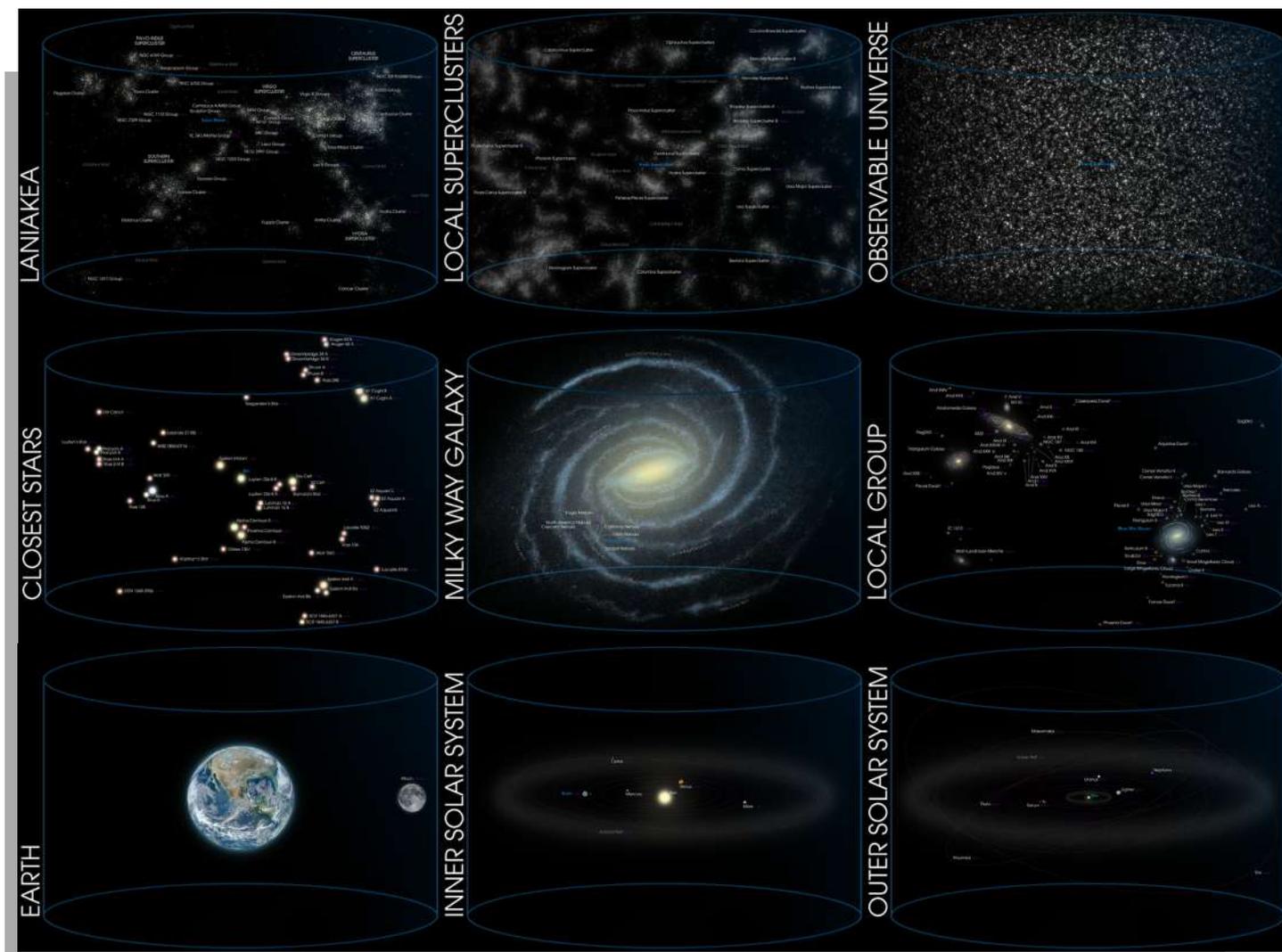


Figura 6: Uma ilustração da localização da Terra no Universo. Consiste de uma série de nove quadros. Extendido. Crédito: Andrew Z. Colvin + [Expandir imagem](#)

Aluno 1:

Vamos ver... Nós viemos do planeta Terra, situado no sistema solar, encaixado no braço de Órion. Fazemos parte da expansiva Via Láctea, que pertence ao Grupo Local de galáxias. Este grupo é um fragmento do maior Superaglomerado de Virgem, que, por sua vez, é envolvido pelo enorme Superaglomerado Laniakea. E tudo isto é apenas um capítulo no grande livro do Universo observável. (Ver figura 6).

Quark:

Fantástico! A tua compreensão da nossa posição cósmica é de louvar. Agora, preparem-se. O nosso próximo empreendimento é um salto para trás no tempo. Estamos prestes a conhecer as mentes visionárias que foram pioneiras do nosso conhecimento do cosmos, os verdadeiros arquitetos da nossa viagem de hoje, Dr. Edwin Hubble e Dr Georges Lemaître.



Conhece um cientista

A lei de Hubble-Lemaître



Figura 7: Durante os anos 1920, ambos os astrónomos Edwin Hubble (esquerda) e Georges Lemaître chegaram à conclusão de que o Universo está em expansão. Carnegie Inst. of Washington / Catholic Univ. Louvain.



Quark :

Alunos, por favor dêem as boas-vindas a Edwin Hubble e Georges Lemaître, pioneiros que transformaram fundamentalmente a nossa percepção do cosmos.



Aluno 2 :

Que honra! Sir Hubble, o seu trabalho em catalogar galáxias que ainda usamos hoje permanece inigualável. Poderia iluminar-nos sobre as suas revelações sobre a estas galáxias?



Hubble :

É um prazer! Muitos costumavam pensar que todo o Universo consistia da nossa Via Láctea. No entanto, quando eu observei Andrómeda, com o meu telescópio refletor de 100 polegadas, e medi a distância a que se encontrava da Terra, os dados apontaram para uma verdade chocante: a Andrómeda estava muito mais longe do que qualquer estrela da Via Láctea. Esta descoberta confirmou que não era só uma nébula, mas uma galáxia completa, a uma distância estonteante. Imaginem o que isto significou: o nosso Universo era muito, muito maior do que alguma vez tínhamos imaginado, repleto de uma miríade de galáxias.

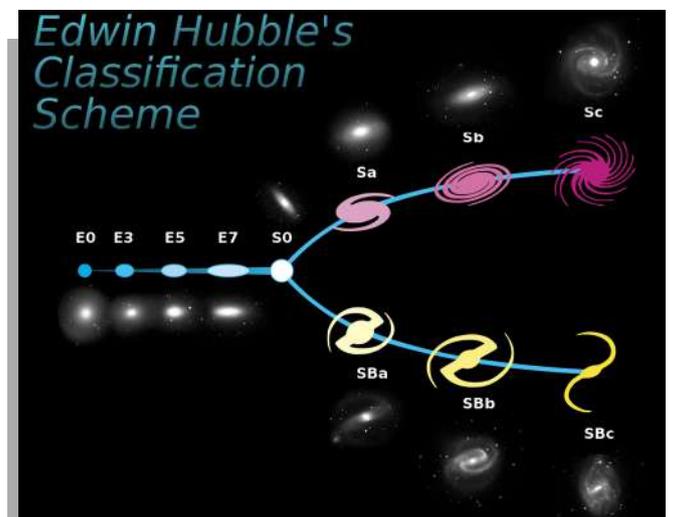


Figura 8: o astrónomo americano Edwin Hubble desenvolveu um esquema de classificação de galáxias em 1926. Embora este esquema, também conhecido como diagrama de Hubble (ou, em inglês Hubble tuning fork diagram), seja agora considerado demasiado simples, a ideia básica mantém-se. O original pode ser visto aqui: [HubbleTuningFork.jpg](#)

Aluno 2 :

E, estudando estas galáxias, destacou-se alguma coisa peculiar?

Hubble :

Com certeza. Os meus dados revelaram um facto surpreendente: as galáxias pareciam estar a afastar-se umas das outras.

Aluno 2 :

Mas como determinou que estas galáxias se afastavam de nós?

Hubble :

Excelente pergunta! Eu usei um tipo de luz conhecido como linhas espectrais para medir a velocidade aparente das galáxias. Quando observei estas linhas espectrais de galáxias distantes, notei que estavam desviadas para o lado vermelho do espectro eletromagnético, um fenómeno que chamamos “desvio para o vermelho”. Isto indica que as ondas de luz estavam a ser esticadas, sugerindo que estas galáxias se afastavam de nós, à medida que o espaço entre elas esticava.

Quark :

Obrigado Sir Hubble, de facto, linhas espectrais e desvio para o vermelho serão o foco de uma próxima Aventura CosmoVerse. Portanto, mantenham-se curiosos!

Aluno 2 :

Monsieur Lemaître, se as galáxias se estão a afastar de nós, isso significa que o espaço está em expansão?

Lemaître :

Precisamente! Imaginem o espaço como uma massa de pão com passas representando galáxias. À medida que a massa cresce, as passas afastam-se umas das outras. Portanto, as galáxias não se estão a mover no espaço, é o espaço interveniente que se está a esticar e a expandir, e por isso parece que as galáxias se movem. Elas movem-se com o espaço, não através dele! Além disso, notem que isto se aplica a galáxias distantes, já que as nossas galáxias vizinhas, sendo atraídas pela gravidade, são exceções e não se separam da Via Láctea.

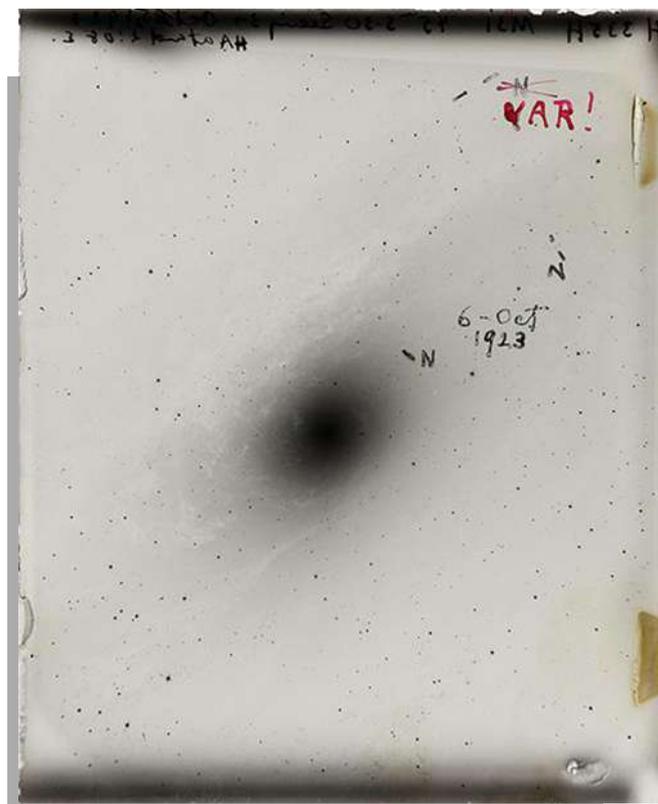


Figura 9: Edwin Hubble fez esta placa fotográfica da “nébula” Andrómeda usando o telescópio Hooker de 100 polegadas no observatório de Mount Wilson em 1923. A placa mostra que Andrómeda (ou M31) tem de ser uma outra galáxia. Crédito: Carnegie Observatories

Aluno 2 :

Então, andando para trás no tempo, veríamos um universo que encolhe até que toda a matéria esteja aglomerada?

Hubble :

Muito bem! A ideia de expansão do Universo foi a primeira evidência que sugeria que o Universo nasceu de um só ponto, num momento específico no passado finito. Mas, como se esta realização não fosse suficientemente chocante, também percebi que a velocidade de recessão das galáxias aumenta com a distância. Ou seja, quanto mais longe está uma galáxia, mais rápido se move para longe de nós.

Lemaître :

Exatamente, e esta relação traduz-se na lei de Hubble-Lemaître, a lei que, essencialmente, diz que a velocidade aparente a que uma galáxia se afasta de um observador (como nós na Terra) é diretamente proporcional à distância a que está desse observador. A equação é bastante simples ($v = H_0 D$) e é representada no seguinte gráfico. (Ver figura 11).

Aluno 1 :

Então, v é a velocidade de recessão de uma certa galáxia, D é a sua distância própria, mas o que é H_0 ?

Hubble :

Ah, a inclinação do gráfico de distância vs. velocidade representa a constante de Hubble H_0 , ou a taxa de expansão do Universo atual, aproximadamente 70 quilómetros por segundo por megaparsec, sendo 1 megaparsec cerca de 3,3 milhões de anos-luz. Na verdade, demorou décadas até termos um valor preciso da constante de Hubble H_0 , que continua a ser fundamental para entender a idade do nosso Universo, a sua estrutura e o seu destino final. Esta constante diz-nos a velocidade a que parece que as galáxias se afastam de nós, dependendo da distância a que estão.

Exemplos: para uma galáxia a 1 megaparsec de nós, a sua velocidade de recessão é de 70 quilómetros por segundo. Para uma galáxia a 2 megaparsec de nós, qual é a sua velocidade de recessão?

Aluno 2 :

É fácil, a velocidade de recessão de deveria ser $70 \times 2 = 140$ quilómetros por segundo.

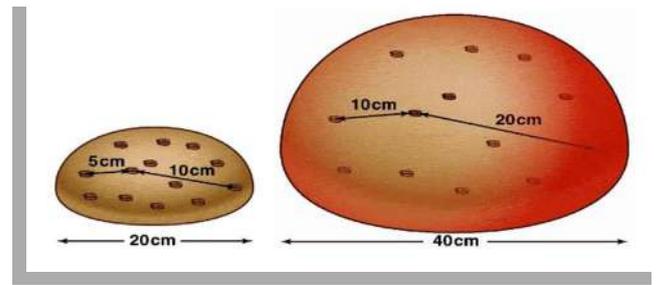


Figura 10: O modelo de pão com passas do Universo explica como, desde o ponto de vista de cada galáxia, pode parecer que todas as outras se afastam dela. Crédito: NASA.

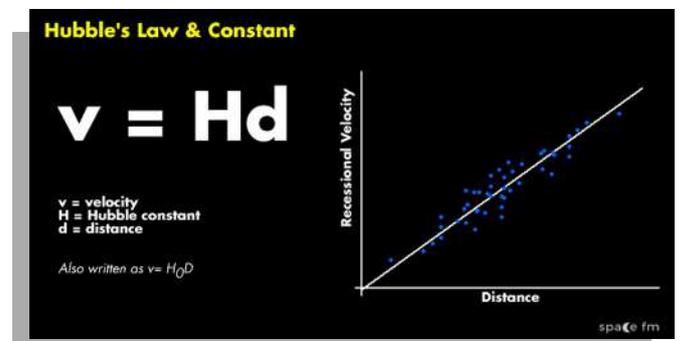


Figura 11: Hubble propôs a existência de uma relação entre a distância de galáxias e o seu desvio para o vermelho (ou velocidade de recessão). Ou seja, a velocidade a que uma galáxia se afastava de nós era proporcional à distância a que se encontrava. Crédito: Space.fm

 **Aluno 3 :**

A nossa perspectiva cósmica mudou drasticamente, não foi? De ver-nos como o centro do Universo a entender a nossa humilde posição na vastidão do espaço.

 **Lemaître :**

É verdade. A ciência revela a vastidão e complexidade do cosmos, lembrando-nos do nosso pequeno mas único lugar nele.

 **Quark :**

Obrigado aos dois. Agora é hora de voltar à vossa escola, ao “laboratório de ação”, onde o vosso professor preparou um conjunto de experiências para vos ajudar a explorar a lei de Hubble-Lemaître.





Laboratório de Ação

Atividade: Modelo do elástico – um modelo unidimensional



Objetivo :

Compreender como a expansão do Universo leva a velocidades cada vez maiores para galáxias cada vez mais longe, e à ilusão de que a Terra está no centro do Universo.



Tempo de preparação : 5 minutos



Tempo de atividade : 20 minutos



Materiais necessários :

- Elásticos de tamanhos diferentes
- Anilhas de tamanhos diferentes
- Pioneses
- Cartão
- Pequenos autocolantes coloridos para identificar as galáxias
- Régua ou fita métrica
- Papel milimétrico
- Lápis



Procedimento :

- Dividir a turma em pares ou grupos pequenos. Dar a cada grupo uma seleção de elásticos e anilhas. Dar instruções para que trabalhem em conjunto para construir o seu 'universo' em que um certo número de 'galáxias' (anilhas) de tamanhos diferentes estão ligadas por distâncias (elásticos) diferentes. Os elásticos devem estar hirtos mas não esticados, como se pode ver na imagem.
- Convidar cada grupo a escolher uma das anilhas para ser a nossa galáxia - a Via Láctea, e marcá-la com uma caneta ou autocolante, para que os alunos se lembrem qual é. Marcar todas as outras galáxias com nomes ou números e registá-las numa coluna numa tabela como abaixo.
- Pedir a cada grupo para dispor o seu universo elástico numa linha, fixá-lo no cartão e medir a distância da Via Láctea a cada outra galáxia, usando uma escala apropriada como 1 cm = 100 milhões de quilómetros, por exemplo. Registrar estes valores na coluna 2 da tabela.



Figura 12: Modelo do Universo do elástico. Crédito: British Council.

Nome da galáxia	Distancia inicial à Via Láctea	Distancia final à Via Láctea	Diferença em km	Velocidade em km/s

- Pedir aos alunos para esticarem os seus universos de elástico para que tenha duas vezes o tamanho inicial, e fixarem-no na nova posição. Mencionar que esta expansão demorou mil milhões de anos e pedir que convertam este valor em segundos.
- Convidar cada grupo a medir novamente as distâncias de cada galáxia à Via Láctea os novos valores na coluna 3 da tabela. Finalmente, devem registar a diferença entre as distâncias da coluna 3 e da coluna 2 na coluna 4.
- Desafiá-los a então calcular a velocidade a que cada galáxia se está a afastar de nós utilizando a fórmula “velocidade = diferença em distância / tempo”. Registrar estas velocidades na última coluna da tabela.
- Desenhar um gráfico que mostre esses dados, com distância no eixo horizontal e velocidade no eixo vertical.
- Agora, ver outra galáxia. Escolher uma anilha diferente e repetir o exercício. Queremos responder à pergunta “Como veria esta expansão um astrónomo extraterrestre noutra galáxia?”
- Finalmente, desenhar as curvas relativas à via Láctea e a esta "Outra" galáxia no mesmo gráfico e comparar.

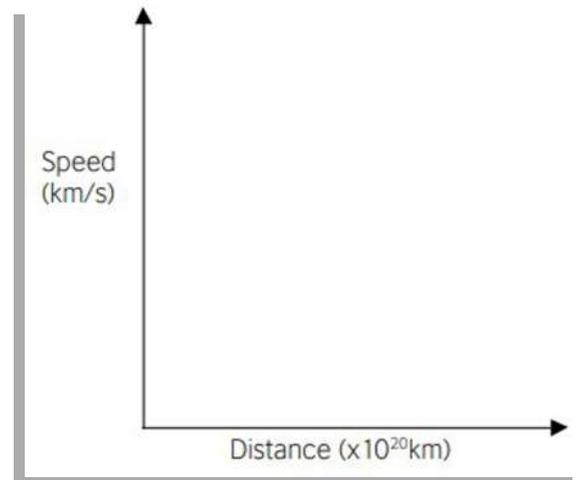


Figura 13: Desenhar a reta que melhor se ajuste aos pontos e repetir a atividade para outra galáxia.

Observações :

- O gráfico seguinte (ver figure 14) é um exemplo do gráfico que se deve obter quando desenhando os dados com a anilha Via Láctea e "Outra" galáxia como referências.
- Os dados da Via Láctea e da "Outra" galáxia calham exatamente na mesma reta! Se pensarmos bem, faz sentido. A inclinação desta reta é uma medida da taxa de expansão do Universo completo. Como tanto a Via Láctea como a "Outra" galáxia estão no (único) Universo, ambas devem medir a mesma taxa de expansão.

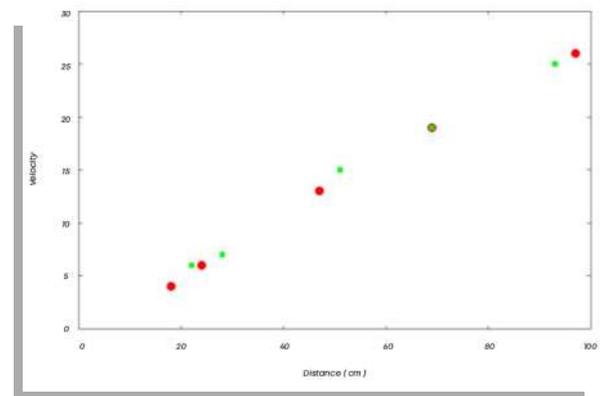


Figura 14: Um exemplo do gráfico que deve resultar das medições a partir das anilhas que representam a Via Láctea e a "Outra" galáxia.

 **Discussão e conclusão :** **Professor :**

Muito bem! Agora que realizámos a nossa experiência, que observações fizeram dos gráficos que vocês desenharam?

 **Aluno 1 :**

Nós reparámos que independentemente de que galáxia escolhermos a partir da qual observar, seja a Via Láctea ou outra galáxia, a galáxias mais longínquas se movem a uma taxa mais rápida. Esta tendência é consistente em ambos os cenários.

 **Professor :**

Excelente observação. Alguém sabe explicar por que será?

 **Aluno 2 :**

É por causa da expansão constante do Universo, o que significa que quanto mais espaço há entre duas galáxias mais rápido se afastam uma da outra. É como o elástico. À medida que o esticamos, as partes mais longe dos nossos dedos afastam-se umas das outras mais do que as partes mais perto.

 **Professor :**

Excelente analogia! Então e a observação de que tanto as medições da a Via Láctea como da "Outra" galáxia calham na mesma reta? O que quer isso dizer sobre a nossa posição no Universo?

 **Aluno 3 :**

Quer dizer que não há um centro único do Universo. Não interessa de que galáxia observemos, a expansão parece uniforme. É como se a todas as galáxias lhes pareça que estão no centro.

 **Aluno 4 :**

Então, nós não estamos mesmo no centro do Universo?

 **Professor :**

Certo! A ideia de que estamos no centro é só uma ilusão por causa de como o Universo se expande. Cada galáxia sente que está no centro, mas na realidade não há um centro. O Universo não se expande de um ponto só, todo o espaço está em expansão.

 **Aluno 2 :**

Esta experiência tornou claro que a expansão do Universo não é só galáxias a voar para longe de um só ponto. É o próprio espaço que se está a esticar.

 **Professor :**

Precisamente! E este conceito é fundamental para entender a natureza do nosso Universo. O modelo do elástico é uma ótima forma de o visualizar, mas lembrem-se, o nosso Universo é muito mais complexo. Esta atividade é uma representação simplificada para ajudar a compreender o conceito.

Tomemos um momento para refletir na aventura de hoje com CosmoVerse. Fizemos uma grande viagem, não foi? Hoje aprendemos como o nosso Universo é vasto e magnífico. Também aprendemos sobre a lei de Hubble-Lemaître, em palavras simples: quanto mais longe está uma galáxia, mais rápido parece afastar-se. A nossa viagem de hoje foi mais do que só factos e figuras. Ensinou-nos humildade e espanto. Outrora, acreditamos que éramos o centro de tudo. Agora, compreendemos o nosso pequeno, mas especial, lugar neste vasto Universo em constante expansão. Para os que estão ansiosos por mergulhar mais fundo nesta vasta extensão, a secção Biblioteca Cósmica oferece um tesouro de conhecimento, à espera de ser explorado.





Biblioteca Cósmica



Videos :

[How small are we in the scale of the universe?](#)

[Scale of the large – Khan Academy](#)

[An Epic Journey from Earth to the Edge of the Universe](#)

[What is our Cosmic Address?](#)

[Hubble's law | Scale of the universe](#)

[Hubble's law](#)

[Hubble's Law](#)

[How big is the universe and Hubble's Law](#)

[The EXPANSION of the UNIVERSE!](#)



Interactivo :

[The Scale of the universe](#)



Website :

[NASA – Hubble Space Telescope](#)

[Teacher's resources](#)

[NASA SCALE AND DISTANCE](#)

[The Big History Project](#)

[NASA's summary of the latest discoveries made around the Big Bang](#)



Documentários :

[Journey to the Edge of the Universe](#)

[Everything and Nothing](#)



Livros :

[The day we found the Universe](#)



Artigos :

[The expanding universe credit to Hubble-Lemaitre](#)

[Our expanding universe: Age, history & other facts](#)

[Hubble's Law & Constant](#)

 **Quiz :**

The Age of the Universe

Hubble- Lemaître law

Hubble's Law & Hubble's Constant

 **Jogos :**

Expanding Universe



Glossário

Galáxia: Um sistema massivo e ligado gravitacionalmente, que consiste de estrelas, remanescentes estelares, gás e poeira interestelares e matéria escura, todos unidos por gravidade.

Big Bang: Melhor explicação atual sobre como o Universo começou. Propõe que o Universo foi inicialmente uma singularidade, um pequeno ponto no espaço que explodiu e expandiu para criar o espaço como o conhecemos hoje.

Hubble Ultra Deep Field (HUDF): Uma imagem de uma região pequena na constelação Fornax, baseada nos dados do telescópio espacial Hubble. Contém cerca de 10 000 galáxias.

Telescópio espacial Hubble: Um telescópio espacial que foi posto em órbita pelo Space Shuttle Discovery em 1990. O seu nome é em homenagem ao astrónomo Edwin Hubble.

Universo observável: Refere-se à parte do Universo que podemos potencialmente observar. O Universo observável depende da localização do observador.

Modelo geocêntrico: Um modelo desatualizado que coloca a Terra no centro do Universo, com todas as estrelas e planetas orbitando à sua volta.

Aristarchus of Samos: Astrónomo e matemático da Grécia antiga, conhecido por apresentar o primeiro modelo heliocêntrico para o nosso sistema solar conhecido, colocando o Sol, em vez da Terra, no centro.

Modelo heliocêntrico: Um modelo em que a Terra e os outros planetas giram à volta do Sol, que está no centro do sistema solar.

Copernicus: Astrónomo da época Renascentista que propôs um modelo heliocêntrico do sistema solar.

Galileo: Astrónomo físico e polímata italiano. As suas contribuições incluem aperfeiçoamentos ao telescópio e observações astronómicas significativas de apoio ao heliocentrismo Copernicano.

Kepler: Astrónomo alemão mais conhecido pelas suas leis de movimento planetário.

Newton: Sir Isaac Newton foi um matemático, físico, astrónomo e autor inglês. É conhecido pelas suas leis de movimento e pela lei universal da gravitação.

Via Láctea: A galáxia que contém o nosso sistema solar. É uma galáxia espiral barrada, com um diâmetro visível estimado entre 100 000 e 200 000 anos-luz.

Hubble: Edwin Hubble, astrónomo americano que teve um papel fundamental para estabelecer os campos de astronomia extragaláctica e cosmologia observacional.

Lemaître: Georges Lemaître, padre católico Belga, astrónomo e professor de física. Foi o primeiro a propor a teoria de expansão do Universo.

Stellarium: Software de planetário grátis e open-source, que mostra um céu realista em 3D.

Velocidade da luz: Velocidade a que a luz viaja no vazio, precisamente 299 792 458 metros por segundo ou aproximadamente 300 000 km/s.

Ano-luz: Unidade astronómica de distância equivalente à distância que a luz viaja num ano, que é aproximadamente 9,46 biliões de quilómetros ou 5,88 biliões de milhas.

Espaço interestelar: O espaço físico numa galáxia não ocupado por estrelas ou os seus sistemas planetários.

Exoplanetas: Planetas que orbitam uma estrela fora do sistema solar.

Buraco negro supermassivo: O maior tipo de buraco negro, da ordem de centenas de milhares a mil milhões de massas solares.

Galáxia Andrómeda: Uma galáxia espiral a aproximadamente 2,537 milhões de anos-luz da Terra e a maior galáxia mais próxima da Via Láctea.

Radiação cósmica de fundo em microondas: Radiação remanescente do Big Bang, que evidencia a origem e evolução do Universo.

Braço de Órion: Um braço menor da espiral da Via Láctea, localizado entre os braços de Sagitário e Perseus.

Orion Spur: A minor spiral arm of the Milky Way, located between the Sagittarius and Perseus arms.

Grupo Local: Grupo de mais de 50 galáxias incluindo a Via Láctea e Andrómeda.

Superaglomerado de Virgem: Superaglomerado de galáxias que contém o Grupo Local, que por sua vez contém a Via Láctea.

Superaglomerado Laniakea: O superaglomerado de galáxias que inclui a Via Láctea e aproximadamente outras 100 000 galáxias próximas.

Lei de Hubble-Lemaître: Lei que descreve a expansão do Universo, de que as galáxias parecem afastar-se de nós a uma velocidade proporcional à distância a que se encontram.

Telescópio refletor de 100 polegadas: Um tipo de telescópio que usa um espelho para reunir e concentrar luz. O tamanho de 100 polegadas refere-se ao diâmetro do espelho primário.

Nébulas: Nuvem de gás e poeira no espaço, que frequentemente atua como creche para novas estrelas.

Desvio para o vermelho: Fenómeno onde a luz ou outra radiação eletromagnética de um objeto aumenta o seu comprimento de onda, desviando para a parte vermelha do espetro.

Linhas espectrais: Linhas escuras ou claras num espetro de resto contínuo e liso, usadas frequentemente para identificar elementos químicos no espaço e o seu movimento relativo.

Espectro eletromagnético: Gama completa de comprimentos de onda de todo o tipo de radiação eletromagnética conhecida.

Expansão do Universo: Aumento da distância entre quaisquer duas galáxias ou pontos ao longo do tempo, indicando que o Universo se torna cada vez maior.

Constante de Hubble (H₀): Valor usado em cosmologia para descrever a taxa de expansão do Universo hoje.

Megaparsec: Medida de distância usada em astronomia, igual aproximadamente a 3,3 milhões de anos-luz.

Velocidade de recessão: Velocidade a que um objeto se afasta devido à expansão do Universo.

Distância própria: Medida de distância usada em astronomia que considera a localização atual de um objeto, em vez da sua posição quando a sua luz foi emitida.

Expansão uniforme: Conceito de que o espaço se expande igualmente em todas as direções, levando a que as galáxias se afastem umas das outras a velocidades cada vez maiores quanto mais afastadas estão.



This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

