



Aventuras CosmoVerse

A História do Big Bang



A Sala de aula

Introdução: O Universo e a Entropia



Professor :

Bom dia, turma! Bem-vindos à aula das Aventuras CosmoVerse. Antes de começarmos a nossa conversa, tenho um vídeo para vocês.

[O Professor reproduz um **vídeo de ovos mexidos a serem revertidos para ovos individuais**]



Video 1: Este excerto é retirado da palestra Ted do David Christian sobre o projeto Big History



Aluno A :

Porque é que acabámos de assistir a um vídeo de ovos mexidos a serem revertidos?



Professor :

Essa é uma excelente pergunta, Aluno A. Alguém tem alguma ideia de como podemos relacionar este vídeo com o nosso tema de hoje?



Aluno B :

Está relacionado com a forma como as coisas são formadas ou criadas?



Professor :

Brilhante, Aluno B! Vamos explorar o maior evento de formação de sempre - a formação do Universo, conhecida como o Big Bang. No entanto, notaram algo um pouco estranho no nosso vídeo?



Aluno C :

Sim, os ovos não se revertem sozinhos!



Professor :

Exatamente, Aluno C! De facto, o processo de 'reverter' ovos mexidos contradiz uma das leis mais fundamentais da Física, a segunda lei da termodinâmica, ou a lei da entropia. Esta lei afirma que o Universo tende a mover-se da ordem e estrutura para a desordem e falta de estrutura — essencialmente, para a confusão. E é por isso que nunca vemos ovos mexidos a reverterem-se sozinhos no mundo real. (Ver figura 1)

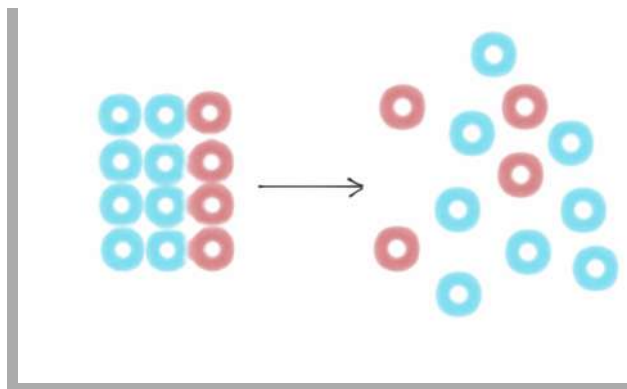


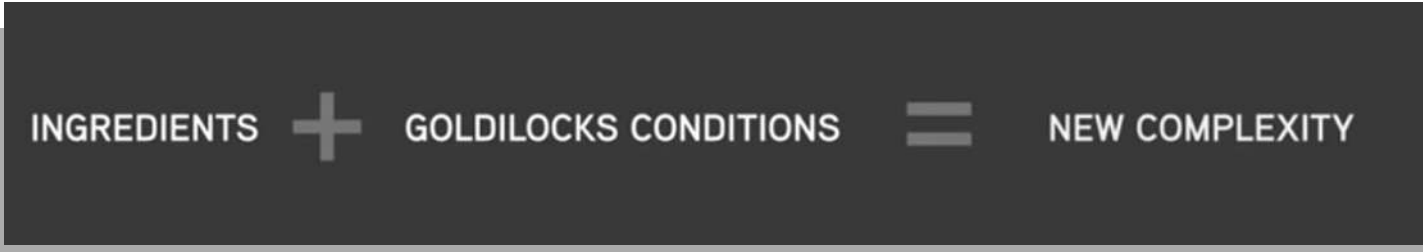
Figura 1: Mostra a seta da entropia da estrutura para a falta de estrutura.

 **Aluno D :**

“Calma, então está a dizer que o Universo está a ficar mais desordenado ao longo do tempo? Então como é que vemos todas estas coisas complexas como estrelas, galáxias, e até nós?”

 **Professor :**

Essa é uma observação fantástica, Aluno D! Apesar da tendência geral para a desordem, o Universe consegue de facto criar complexidade, porém é um processo difícil e delicado. Existem zonas específicas no Universo onde se verificam as 'condições da Caracolinhas de Ouro' - condições que são apenas as certas, nem demasiado quente, nem demasiado frio, para que a complexidade surja. Ao longo de milhares de milhões de anos, a complexidade foi-se desenvolvendo passo a passo, ultrapassando diferentes patamares. Cada um destes patamares representa um avanço significativo no nível de complexidade do Universo. (Ver figura 2)



INGREDIENTS + GOLDBLOCKS CONDITIONS = NEW COMPLEXITY

Figura 2: Adaptado da história da Caracolinhas de Ouro e os Três Ursos, as condições da Caracolinhas de Ouro são quando as condições são "apenas certas" para o aparecimento de algo novo e mais complexo.

 **Aluno D :**

"Isso é impressionante! Mas porque é que precisamos de aprender isto? Porque é que a história do nosso Universo é tão importante?"

 **Professor :**

Bem, Aluno D, nós, como extremamente complexas, vivemos num Universo incrivelmente complexo. Compreender como é que esta complexidade surgiu e como é que evolui é crucial para compreendermos o nosso próprio lugar no Universo, as nossas origens e talvez até o nosso futuro. Este conhecimento pode ajudar-nos a perceber como é que nos encaixamos na grande história cósmica.

O nosso Amigo Cósmico, Quark, o Quokka Quântico, vai guiar-nos nesta fantástica viagem pelo Universo. Vamos atravessar o espaço e o tempo, explorar a criação e evolução do Universo, a formação de estrelas e galáxias e ainda descobrir como é que os elementos que constituem os nossos corpos foram produzidos nas estrelas. Estão prontos para esta aventura?

 **Alunos (Em Uníssonos) :**

"Sim!"

 **Professor :**

Excelente! Vamos subir a bordo da nave espacial da imaginação do Quark e hoje vamos recuar na linha temporal 13.7 mil milhões de anos até ao início de tudo, o Big Bang.



A Nave Espacial da Imaginação

Uma breve história do Big Bang

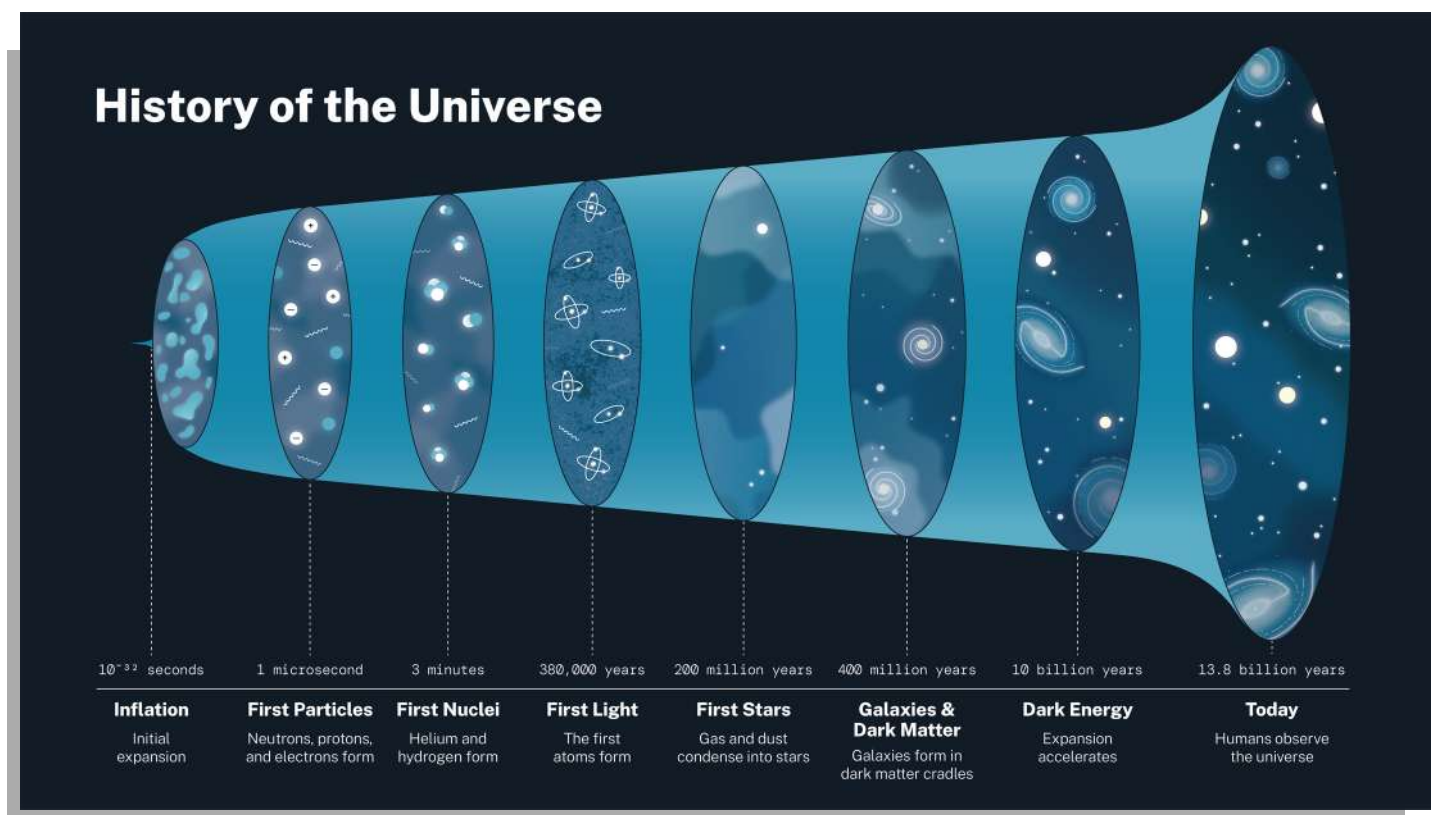


Figura 3: Infografia com a descrição da história do Universo. Créditos: NASA



Quark :

Alunos, juntem-se à volta desta janela. Estamos prestes a testemunhar o nascimento do Universo, a história mais espantosa do que qualquer outra que conhecemos.



Aluno 1 :

Tudo o que eu vejo é escuridão. O que é que está a acontecer?



Quark :

Ah, esse é o enigma. O Big Bang, a grande entrada do Universo, aconteceu na escuridão absoluta. A luz, tal como a entendemos, ainda nem sequer existia.



Aluno 1 :

Mas como é que o podemos ver?



Quark :

Bem, a nossa nave espacial da imaginação está equipada com visão noturna cósmica que nos ajudará a ver o invisível. E lembrem-se que, neste preciso momento, não existe "exterior" do Universo. A única existência era o "interior."

(Aluno suspira quando uma súbita radiação enche a janela de visualização)



Quark :

E aqui está, o nascimento do Universo, o Big Bang. Como podem ver, não foi um bang, não foi uma explosão, mas sim uma expansão do espaço em todo o lado ao mesmo tempo. O Universo expandiu-se de um tamanho inferior a um átomo até aproximadamente ao tamanho de uma laranja em menos de um trilionésimo de segundo, quase não passou tempo nenhum, o Universo simplesmente inflacionou-se, desdobrou-se, desenrolou-se, ficando maior e mais arrefecido a cada momento que passava. Lembrem-se, o Universo não se expandiu para algo, mas sim o espaço expandiu-se para si próprio. Porque o Universo é tudo o que existe. Por definição não existe "exterior".



Aluno 3 :

E o que é que havia neste Universo em rápida expansão?



Quark :

Este ambiente quente e denso estava repleto de energia, produzindo triliões de partículas subatômicas. Metade dessas partículas eram matéria chamada Quarks - aquilo de que somos feitos. A outra metade era antimatéria, exatamente o seu oposto. Quando se encontram, aniquilam-se e destroem-se mutuamente em explosões de energia.



Aluno 2 :

Mas agora temos mais matéria que antimatéria, certo Quark?



Quark :

Sem dúvida, Aluno 2. Felizmente, havia um pouco mais de matéria do que anti-matéria. Apenas uma em mil milhões de partículas sobreviveu, o que foi uma sorte para nós, porque esse resíduo é aquilo de que é feito o nosso Universo atualmente. Podemos dizer que somos feitos do fumo do Big Bang.



Aluno 3 :

Então, o que é que aconteceu aos quarks depois?



Quark :

Os quarks começaram a formar novas partículas, os hádrões, como prótons e neutrões. Há muitas combinações possíveis, mas apenas algumas são estáveis. E, nesta altura, apenas um segundo tinha passado desde o início de tudo.



Aluno 4 :

Então, foi formado o primeiro átomo?



Quark :

Correto, Aluno 4! À medida que o Universo continuava a arrefecer, a maior parte dos neutrões decaíram em prótons para formar os primeiros núcleos de um átomo, o hidrogénio. O Universo, agora com cem mil milhões de quilómetros de extensão, era uma sopa de partículas e energia extremamente quente.

 **Aluno 3 :**

Mas nesta altura não havia nem estrelas nem luz, certo?

 **Quark :**

Certo, Aluno 1. Não há estrelas, não há luz visível a movimentar-se. Para vermos a primeira luz, temos de avançar para 380.000 anos após a origem, quando o Universo já arrefeceu até cerca de 3000 Kelvin, ou cerca de 2700 graus Celsius. Agora podemos ver a primeira luz do Universo como um branco-amarelado. Reparem nas nuvens enormes de átomos de hidrogénio, uma papa cósmica com uma estrutura quase inexistente. No entanto, foram as pequenas diferenças que transformaram o Universo de uma nuvem de gás num lugar cheio de provavelmente mais de um trilião de galáxias a rodopiar numa enorme dança caótica. (Ver figura 3)

 **Aluno 3 :**

Quais eram essas pequenas diferenças?

 **Quark :**

Para compreendermos o que se passou nessa altura, vamos conhecer Robert Wilson e Aron Penzias, dois radioastrónomos que descobriram a Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas, o remanescente arrefecido da primeira luz que alguma vez pode viajar livremente pelo Universo.





Conhecer um cientista

Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas



Robert Wilson :

Olá, jovens exploradores! Cerca de 380.000 anos após o Big Bang o Universo era uma sopa quente e densa. Os eletrões e prótons dançavam nela, tornando o Universo num lugar brilhante e incandescente. A luz não podia viajar para longe sem ser dispersa, tal como a luz é refletida numa sala de espelhos. À medida que o Universo se expandia, arrefecia. Os eletrões e prótons, anteriormente demasiado energéticos para se ligarem, uniram-se formando átomos de hidrogénio neutros. Com menos eletrões à solta, o Universo tornou-se mais claro. A luz que andava aos saltos começou agora a sua viagem pelo vasto cosmos.



Aluno 2 :

É semelhante a um dia nublado, em que podemos ver claramente o céu e as nuvens, mas não através das nuvens espessas?



Aron Penzias :

Exatamente! Da mesma forma que os cientistas podem 'olhar' para trás na história do Universo, no entanto, batem numa 'parede' quando tentam ver mais do que 380.000 anos após o Big Bang. Esta 'parede' é a 'Superfície da Última Dispersão'. É o ponto em que a luz cósmica se dispersou pela última vez ou 'saltou' na matéria antes de viajar livremente. (Ver figura 5).

Esta imagem que estão a ver na (figura 6) é a imagem do Universo quando tinha apenas 380.000 anos após o Big Bang. Conseguem ver estas áreas vermelhas e azuis?



Aluno 2 :

Sim, são maravilhosas. O que é que significam?

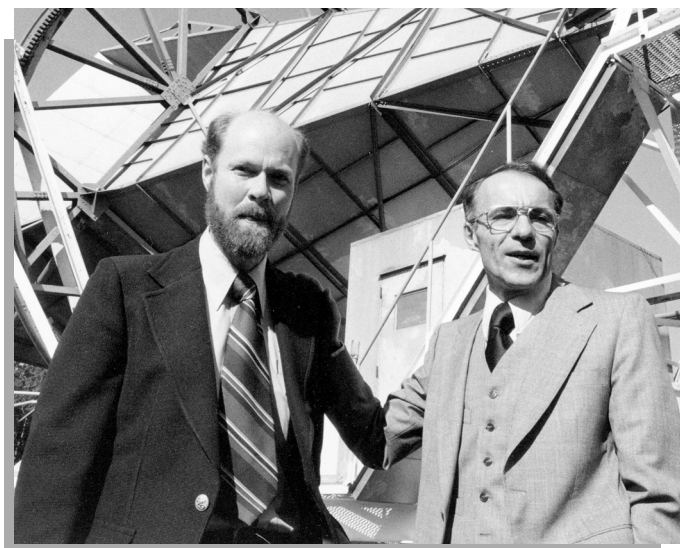


Figura 4: Robert W. Wilson (à esquerda) e Arno Penzias posam ao lado da sua antena depois de terem ganhado o Prémio Nobel em 1978 pela descoberta do

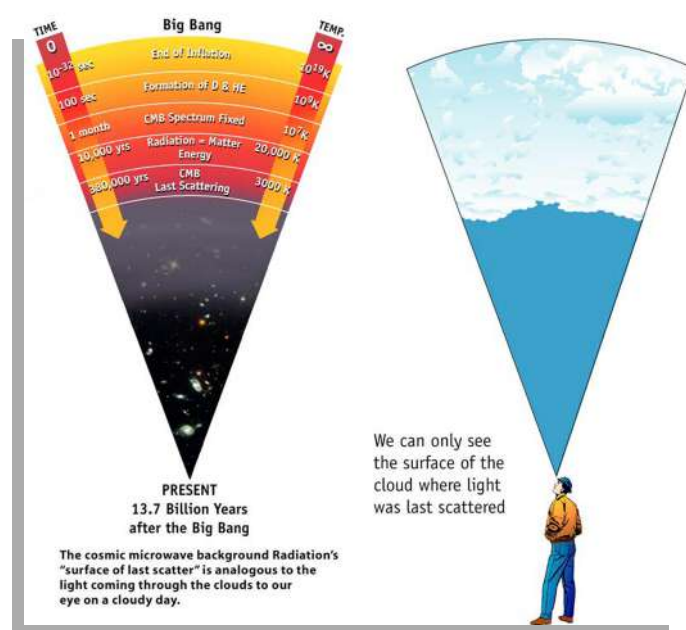


Figura 5: Superfície da Última Dispersão. Créditos da Imagem: NASA / Equipa científica do WMAP



Robert Wilson :

Imaginem um mar grande que é calmo e uniforme. A Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas, ou CMB, é semelhante a ver as ondulações nesse mar. Embora o nosso Universo, com 380.000 anos de idade, parecesse calmo e simples, havia estas pequenas ondulações ou diferenças. Então, com a ajuda de satélites como o COBE, o WMAP, e o Planck, nós descobrimos que as áreas azuis no mapa são cerca de um milésimo de grau mais frias que as áreas vermelhas. Estas mínimas variações, tão pequenas como uma bactéria numa bola de praia, eventualmente acabaram por dar origem às grandes estruturas cósmicas que vemos hoje em dia – galáxias, estrelas e muito mais. São as sementes a partir das quais o Universo floresceu.

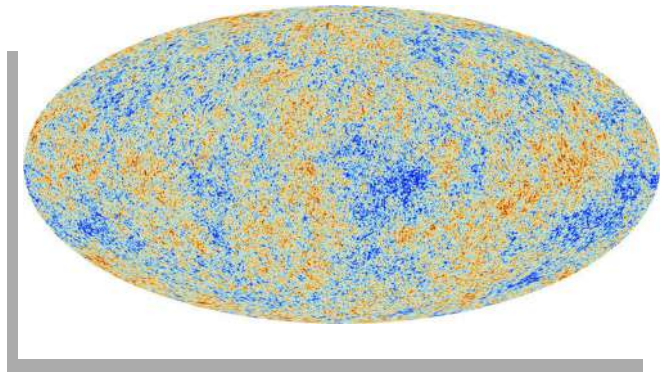


Figura 6: Esta imagem, revelada a 21 de Março de 2013, mostra a Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas (CMB - acrónimo em Inglês) observada pelo Observatório Espacial Planck da Agência Espacial Europeia. Créditos da Imagem: ESA e a Colaboração Planck



Student 1 :

Mas como é que pequenas flutuações de temperatura acabam por mudar... bem, tudo?



Aron Penzias :

Pensem nesses pontos como sementes no solo. Onde as sementes são mais densas, crescem mais e mais depressa. A gravidade, o jardineiro do nosso Universo, juntou estas sementes ou nuvens de gás. À medida que se apertavam mais e mais, era como se aquecesse, tal como as nossas mãos quando as esfregamos. Quando ficaram suficientemente quentes, a cerca de 10 milhões de graus, os protões começaram a fundir-se, levando a uma grande libertação de energia. E voilà! Nasceram as nossas primeiras estrelas, cerca de 200 milhões de anos após o Big Bang.



Student 4 :

Então, as estrelas são como... flores que nascem dessas sementes?



Robert Wilson :

Exatamente! E as maiores e mais belas flores—as nossas estrelas maciças—tinham um toque ainda mais mágico. Quando elas 'morrem', geram temperaturas tão elevadas que fundem protões em várias combinações, polvilhando o Universo com todo o tipo de elementos da Tabela Periódica, como o ouro. Chamamos a estes eventos, Supernova. Imaginem um grande final do fogo de artifício, que a cada explosão deixa para trás uma poeira estelar especial. Esta poeira rodopiou, dançou e eventualmente acabou por se juntar para formar planetas e luas em torno das novas estrelas.



Student 1 :

Então foi assim que o nosso Sistema Solar se formou?



Robert Wilson :

Correto, Aluno 1. Agora, olhem para a Terra, perfeita com os seus oceanos de água líquida. Nas profundezas destes oceanos, uma química fantástica começou a acontecer. Os átomos combinaram-se em todo o tipo de combinações exóticas. Foi aí que a vida começou.



Aluno 2 :

Então é aí que nós, como humanos, entramos?



Aron Penzias :

Sim, Aluno 2. Os humanos apareceram há cerca de 200.000 anos. O que nos distingue é a nossa linguagem. A nossa capacidade de comunicar e partilhar conhecimentos com precisão significa que estes podem durar mais do que os indivíduos que aprenderam essa informação.



Aluno 2 :

Mas, Dr. Smoot, e quanto ao início? O que é que aconteceu no Big Bang e antes dele?



Aron Penzias :

Ah, Aluno 2, a maior pergunta de todas! Ainda não temos a certeza absoluta. Para compreender isto, precisamos de uma teoria que unifica a Relatividade de Einstein e a Mecânica Quântica, algo que os cientistas estão a trabalhar ativamente. Não sabemos o que desencadeou o Big Bang, nem se existiam universos antes do nosso. Nesta altura temos mais perguntas que respostas.



Aluno 3 :

Então, fazemos parte desta viagem cósmica?



Robert Wilson :

Certamente, Aluno 3. Lembrem-se, somos todos feitos de poeira estelar. Não estamos separados do Universo; somos parte dele. Podemos até dizer que somos a forma do Universo se experimentar a si próprio. Têm alguma outra questão?



Aluno 1 :

Sim, eu gostaria de saber porque é que se chama “Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas”



Aron Penzias :

Excelente questão, Aluno 1. Imaginem o Universo como uma grande tela em evolução. No início, esta tela estava cheia de luz ardente e brilhante, como as cores vivas que vemos numa pintura recente. À medida que o Universo se expandiu, ao longo de milhares de milhões de anos, esta luz esticou-se e arrefeceu, tal como as cores se desvanecem e esticam numa pintura velha e desgastada.



Robert Wilson :

O brilho ardente original da luz, semelhante ao das cores vivas visíveis, foi alargado para comprimentos de ondas mais longos. Assim, em vez de vermos a luz na sua cor branca-amarelada original, aparece agora na parte micro-ondas do espectro, que se situa para além da região do vermelho que os nossos olhos conseguem perceber, ou infravermelho. Por isso, chamamos-lhe "Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas" porque é o remanescente da criação do Universo, agora detectável na frequência das micro-ondas.



Quark :

Muito obrigado Prof. Penzias e Prof. Wilson, na verdade, estamos a regressar à escola para o "Laboratório de Ação" onde o Professor tem preparada uma experiência que permitirá aos alunos visualizar este conceito de esticar e o seu efeito na luz. Isto dar-lhe-á uma perspetiva mais clara da razão pela qual a luz do Universo que outrora era ardente nos aparece agora como micro-ondas.





Laboratório de Ação

Atividade: O Universo em Expansão e o Esticar do Espectro



Objetivo :

Fornecer aos alunos uma representação concreta da forma como a expansão do Universo estica as ondas de luz, resultando na Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas.



Tempo de Preparação : 5 minutos



Tempo de Atividade : 10 minutos



Materiais Necessários :

- Tiras de elástico (cerca de 30cm de comprimento)
- Caneta de feltro ou marcador
- Régua ou fita métrica
- Ilustração de referência do espectro eletromagnético



Procedimentos :

1. Desenho das Ondas :

- Distribua as tiras de elástico por cada aluno ou grupo.
- Utilizando uma caneta de feltro e régua, os alunos devem desenhar pontos uniformemente espaçados no elástico. Estes pontos representam a crista de uma onda de luz visível.
- Para dar mais profundidade ao exercício, informe os alunos de que, para esta atividade, cada 1 milímetro na tira de elástico significa 100 nm. Logo, devem colocar os seus pontos a cerca de 5 ou 6 mm de distância.
- Utilizando a ilustração do espectro eletromagnético, os alunos devem determinar e registrar a cor que corresponde ao comprimento de onda que representaram com os seus pontos.

2. Esticar o Universo :

- Uma vez desenhados os pontos, os alunos devem desenhar o restante padrão da onda, conectando os pontos, para ajudar a visualizar a onda.

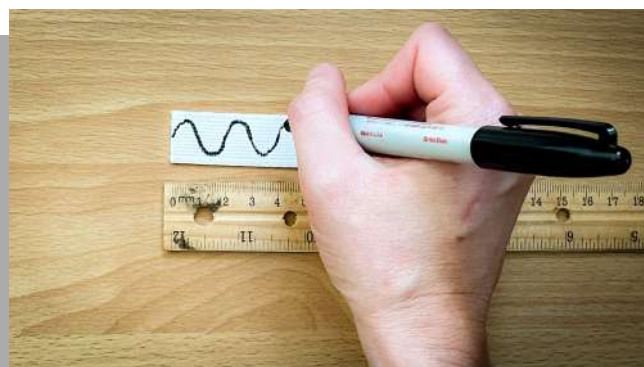


Figura 7: Desenhe segmentos de onda que conectem os pontos. Créditos da Imagem: NASA/JPL-Caltech

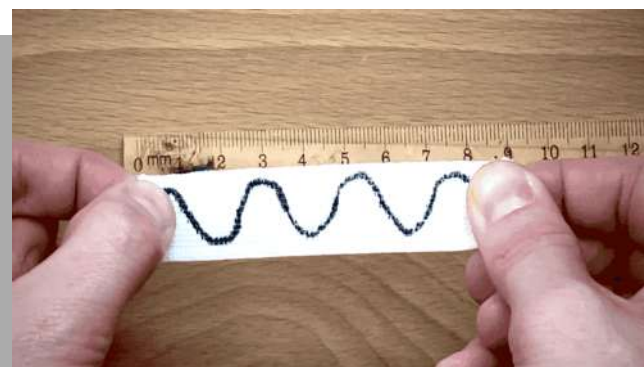


Figura 8: O comprimento de onda desenhado na tira de elástico aumenta à medida que a tira de elástico é esticada. Créditos da Imagem: NASA/JPL-Caltech

-
- Um aluno deve segurar a extremidade da tira de elástico enquanto outro estica lentamente a tira de elástico. Dependendo da preferência, os alunos podem esticar a tira de elástico até ao limite ou apenas parcialmente.
 - Enquanto a tira de elástico é esticada, a distância entre os pontos (que representam as cristas da onda) deve ser medida e anotada.



Observações :

- Os grupos devem observar que, à medida que a tira de elástico é esticada, a distância entre os pontos (ou cristas da onda) aumenta.
- Se os alunos utilizaram as medidas à escala do passo 1, devem agora converter as suas medidas esticadas para a escala nanométrica. Utilizando novamente a ilustração do espectro eletromagnético, devem identificar onde se encaixa as suas novas ondas esticadas.



Discussão e Conclusão :

Professor :

Muito bem, turma! Agora que realizámos a nossa experiência, que observações fizeram quando esticaram a tira de elástico?

Aluno 1 :

A distância entre os pontos aumentava à medida que esticamos as tiras de elástico.

Professor :

Precisamente. E como é que isso se relaciona com o Universo e as ondas de luz nele existentes?

Aluno 2 :

Tal como os pontos nas nossas tiras de elástico, à medida que o Universo se expande, as ondas de luz também se esticam!

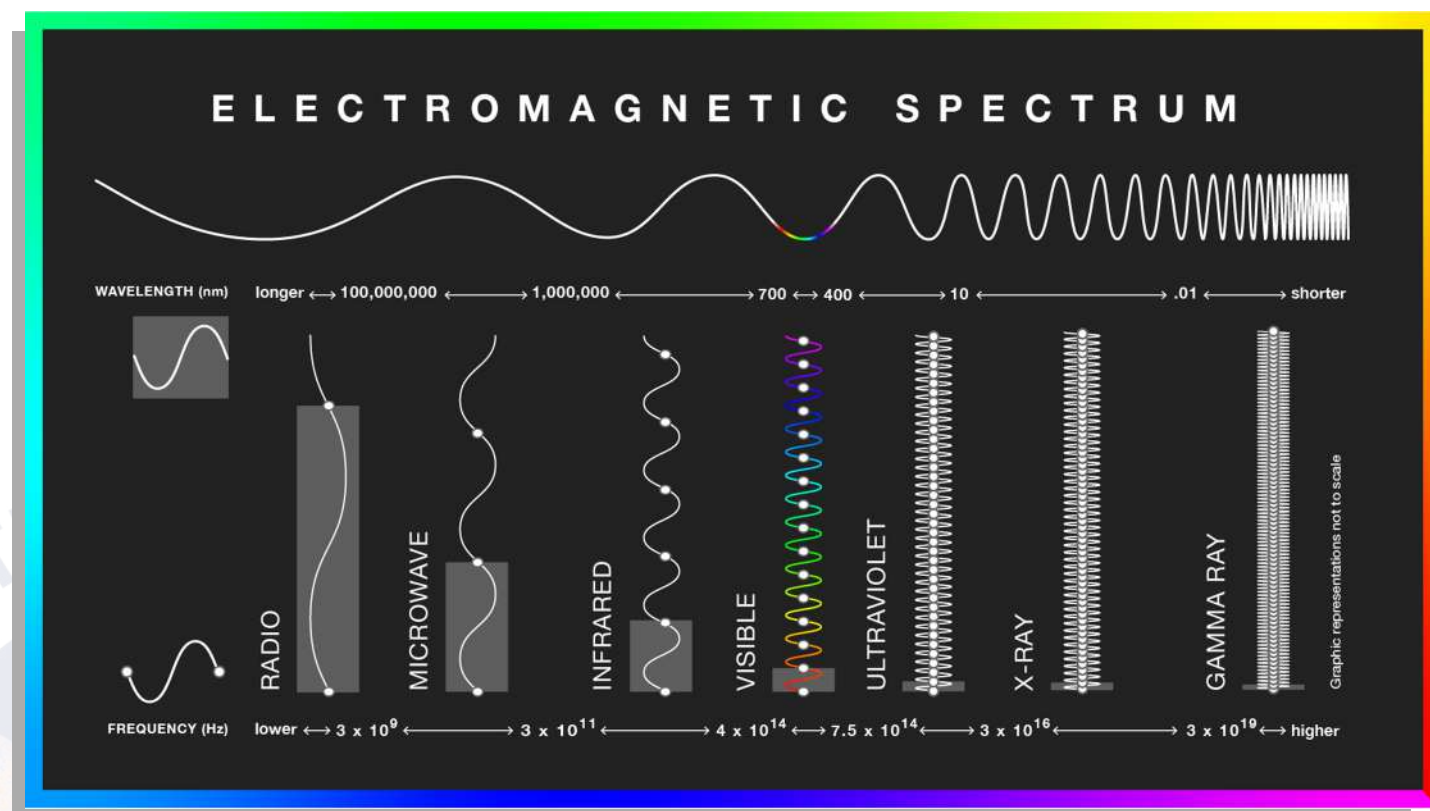


Figure 9: A luz visível, tipo de luz que os humanos conseguem perceber com os seus olhos, é apenas uma pequena parte do espectro eletromagnético. Esta ilustração compara o comprimento de onda e a gama de frequências de cada tipo de onda no espectro eletromagnético. Nota: As representações ilustrativas não estão à escala. Créditos da Imagem: NASA/-JPL-Caltech | [+ Expandir imagem](#) | [> Download pouca-tinta versão para impressão](#)

 **Professor :**

Acertou em cheio, Aluno 2. Agora, voltando à ilustração do espectro eletromagnético, onde é que se encaixava a onda inicial (pontos) antes de ser esticada?

 **Aluno 3 :**

A nossa estava na secção da luz visível, representando uma determinada cor.

 **Professor :**

ótimo. E depois de esticar, onde é que a onda esticada se encaixava no espectro?

 **Aluno 4 :**

Depois de esticada, moveu-se para o infravermelho, e se esticássemos mais deslocava-se para a secção das micro-ondas do espectro. Então, é como se a luz tivesse mudado de forma?

 **Professor :**

Exatamente. Tal como os pontos se afastaram nas vossas tiras de elástico, representando comprimentos de onda maiores, a luz do Universo primitivo esticou-se devido à sua expansão. Alguém se lembra como chamamos a este fenómeno que acabámos de observar?

 **Aluno 1 :**

A Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas!

 **Professor :**

Brilhante, Aluno 1. E porque é que se chama "micro-ondas"?

 **Aluno 2 :**

Porque as ondas de luz esticadas do Universo primitivo aparecem-nos agora na região de micro-ondas do espectro eletromagnético!

 **Professor :**

Muito bem. Assim, tal como as ondas de luz das vossas tiras de elástico foram esticadas e alteradas, a luz do início do Universo foi esticada ao longo de milhares de milhões de anos. Atualmente, detectamos esta luz esticada com Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas, uma relíquia dos primeiros tempos do nosso Universo.

Hoje, viajámos desde o nascimento do Universo até ao seu estado atual, compreendendo os processos fundamentais que o moldaram. Vimos como a própria luz evoluiu, dando-nos a conhecer o passado do universo. É uma nota de que, embora o Universo seja vasto e esteja em constante mudança, nós, através da nossa curiosidade e inteligência, podemos ligar-nos à grande narrativa. Mantenham sempre viva a chama da curiosidade, pois ela é a nossa ponte para o cosmos. Até à nossa próxima viagem cósmica, continuemos a olhar para cima e nunca deixemos de nos questionar. Para aqueles que desejam mergulhar mais fundo nesta grande expansão, a secção Biblioteca Cósmica oferece um tesouro de conhecimento, à espera de ser explorado.



Biblioteca Cósmica



Videos :

[UNDERSTANDING THRESHOLDS OF INCREASING COMPLEXITY](#)

[What is the Cosmic Microwave Background?](#)

[The Beginning of Everything -- The Big Bang](#)

[The Big Bang Theory](#)

[The beginning of the universe, for beginners - Tom Whyntie](#)

[The Big Bang: Crash Course Big History #1](#)

[The Big Bang, Cosmology Part 1: Crash Course](#)

[The Evolution of The Universe Explained by Brian Cox](#)

[Evidence for the Big Bang Theory](#)

[Where Was the Big Bang?](#)

[Picture of the Big Bang \(a.k.a. Oldest Light in the Universe\)](#)

[Misconceptions About the Universe](#)

[Big Bang: The Theory and the Origin of the Universe](#)

[What Emerged from the Big Bang?](#)

[Brian Cox explains Entropy in a short video](#)

[What is entropy?](#)

[Entropy: The Most Misunderstood Concept in Physics](#)



Website :

[The Big History Project](#)

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

[Big Bang Theory Teacher Resources](#)



Documentários :

[Into The Universe with Stephen Hawking the Story of Everything](#)

[Origins of the universe, explained](#)



Livros :

[A Brief History of time – Stephen Hawking](#)

[The First Three Minutes – Steven Weinberg](#)



Artigos :

[What is the Big Bang Theory?](#)

[Cosmic timeline: What's happened since the Big Bang](#)

[The history of the universe: Big Bang to now in 10 easy steps](#)

[The Big Bang - NASA](#)

[The Big Bang - History of the Universe](#)

[Top 10 Facts About The Big Bang Theory](#)



Quiz :

[Threshold 1: The Big Bang](#)

[The Big Bang](#)



Jogos :

[Escape the Cosmic Microwave Background Maze Activity](#)

[Tour of the Map of the Big Bang](#)



Glossário

Entropia: Uma medida da quantidade de desordem ou aleatoriedade num sistema. A segunda lei da Termodinâmica afirma que a entropia num sistema isolado tende a aumentar com o tempo, o que significa que os sistemas ficarão mais desordenados.

Big Bang: O evento teórico que marca o início do Universo. Acredita-se que o Universo teve origem num ponto extremamente quente e denso há cerca de 13.7 mil milhões de anos e que tem vindo a expandir-se desde então.

Condições Caracolinhas de Ouro: Refere-se às condições que são "apenas as certas" para a ocorrência de um fenómeno específico. É baseado na história da Caracolinhas de Ouro e os Três Ursos, em que a Caracolinhas de Ouro prefere coisas que não são nem muito extremas num sentido nem noutro.

Galáxia: Um sistema massivo que consiste em estrelas, aglomerados de estrelas, sistemas planetários, nuvens interestelares e matéria escura, todos unidos pela gravidade.

Cósmico: Relacionado com o espaço ou com o Universo.

Radiação: Energia que se desloca sob a forma de ondas ou partículas. Neste contexto, refere-se à energia libertada durante as fases iniciais da formação do Universo.

Inflação: A rápida expansão do Universo desde a sua origem, crescendo de um tamanho inferior a um átomo para um tamanho muito maior quase instantaneamente.

Partículas Subatômicas: Pequenas partículas mais pequenas que átomos, como os quarks, elétrons e neutrinos.

Quarks: Partículas fundamentais que se combinam de várias formas para formar partículas maiores, como prótons e neutrões.

Antimatéria: O "oposto" da matéria comum. Quando a antimatéria e a matéria se encontram, destroem-se uma à outra.

Hadrões: Partículas constituídas por quarks. Os prótons e os neutrões são exemplos de hadrões.

Prótons: Partículas com carga positiva que se encontram no núcleo de um átomo.

Neutrões: Partículas sem carga, que também se encontram no núcleo de um átomo.

Núcleos: A parte central de um átomo, que contém prótons e neutrões.

Hidrogénio: O elemento mais simples e mais leve do Universo. O seu átomo é constituído por um próton e um eletrão.

Kelvin: Uma unidade de temperatura. O Kelvin (zero absoluto) é a temperatura mais baixa possível, onde todo o movimento molecular para.

Radiação Cósmica de Fundo de Micro-ondas (CMB): Uma espécie de "brilho remanescente" do Big Bang. É como uma fotografia do Universo quando era muito jovem, mostrando pequenas diferenças de temperatura no cosmos primitivo.

Superfície da Última Dispersão: O ponto da história do Universo em que a luz se dispersou pela última vez ou fez ricochete na matéria antes de poder viajar livremente.

Supernova: Uma explosão estelar que ocorre quando uma estrela massiva atinge o fim do seu ciclo de vida, levando à dispersão de elementos.

Fusão de Protões: Um processo em que os protões combinam-se para formar um núcleo mais pesado, libertando energia no processo.

Tabela Periódica: Uma tabela de elementos químicos ordenados por ordem de número atómico.

Relatividade: A teoria de Einstein que descreve a relação entre o espaço e o tempo.

Mecânica Quântica: Um ramo da Física que estuda o comportamento das partículas e ondas mais pequenas à escala atómica e subatómica.

Poeira estelar: Os restos ou poeira deixados pelas estrelas que morrem, que podem formar novas estrelas, planetas e outros objetos celestes.

Espectro Eletromagnético: A gama de todos os tipos de radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio até aos raios gama.

Cristas da Onda: Os pontos de uma onda que têm o valor máximo ou o maior deslocamento vertical num ciclo.

Comprimento de onda: A distância entre cristas de onda sucessivas.

Frequência: O número de ondas que passam por um ponto fixo num determinado período de tempo.

Nanómetro (nm): Uma unidade de comprimento no sistema métrico, igual a um bilionésimo do metro.



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

