

Sua Conexão Cósmica com os Elementos

James Lochner (USRA) & Suzanne Pleau Kinnison (AESP), NASA/GSFC

National Aeronautics and Space Administration

What is Your Cosmic Connection to the Elements?

Small Stars

Large Stars

Supernovae

Cosmic Rays

Big Bang

Hydrogen
Helium

Carbon
Nitrogen

Sulfur
Calcium
Oxygen
Silicon

Lithium

Gold
Iron
Titanium

Imagine the Universe
<http://imagine.gsfc.nasa.gov/>
<http://www.nasa.gov/>

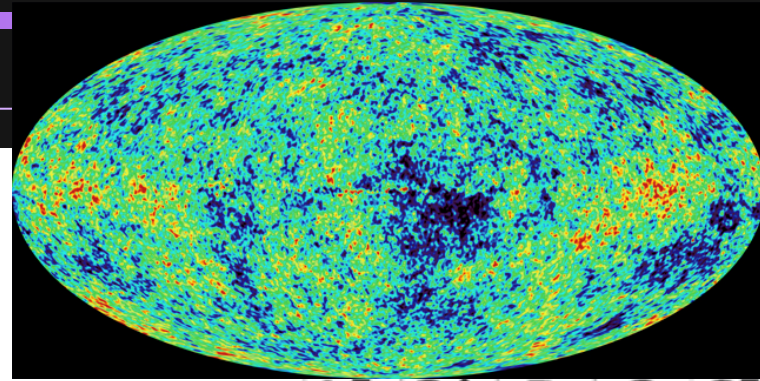
1																	2																
H																	He																
3	4											6	7	8	9	10																	
Li	Be											C	N	O	F	Ne																	
11	12											14	15	16	17	18																	
Na	Mg											Si	P	S	Cl	Ar																	
19	20	21	22							25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
K	Ca	Sc	Ti	V							Mn	Fe	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr													
37	38	39	40	41							43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54											
Rb	Sr	Y	Zr	Nb							Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
55	56	57	72	73							75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86											
Cs	Ba	La	Hf	Ta							Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn														
87	88	89	106																	118													
Fr	Ra	Ac	Rf	Db																	--												
															58	59	60	61			65	66	67	68	69	70							
															Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
															90	91	92											98	99	100	101	102	103
															Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

Traduzido por Paulo Marcelo Pontes, pmarcelopontes@gmail.com


Conexões Elementares

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	--	--	--		114 --		116 --		118 --
		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
		90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

O Big Bang



1 H																	2 He														
3 Li	4 Be															9 F	10 Ne														
11 Na	12 Mg															17 Cl	18 Ar														
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr														
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe														
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og



A Cosmologia do Big Bang

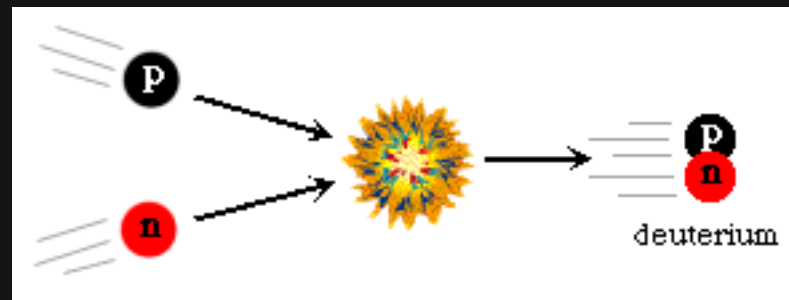
- A expansão do universo começou iniciou há um tempo finito no passado, em um estado de enorme densidade, pressão e temperatura.
- “Big Bang” é uma família de teorias bem sucedidas que não possuem competidores óbvios.
 - Explica o que nós observamos, e tem realizado diversas previsões com sucesso.

Big Bang Nucleossíntese

Nos primeiros três minutos, Hidrogênio & Hélio foram formados.

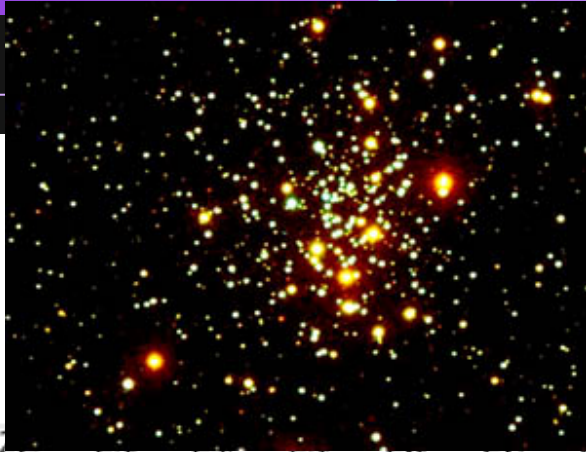
- Quando $t = 1$ s, $T = 10.000.000.000$ K: sopa de partículas: fótons, elétrons, pósitrons, prótons, nêutrons. Partículas criadas & destruídas.

- Quando $t = 3$ min, $T = 1.000.000.000$ K: $p + n \rightarrow$  D



- $D + D \Rightarrow He$

Estrelas Pequenas

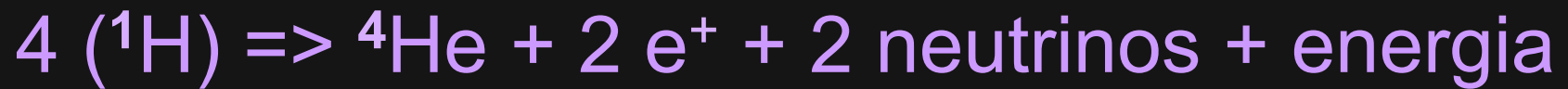


1 H																	2 He				
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg															13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 --	111 --	112 --	113 --	114 --	115 --	116 --	117 --	118 --				
		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu						
		90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr						



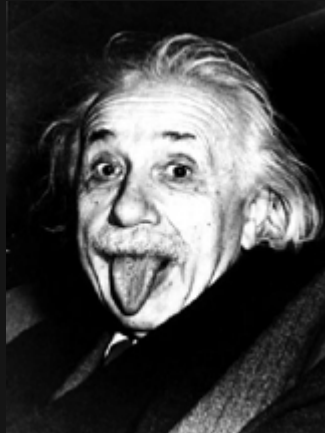
Estrelas Pequenas: Fusão dos elementos leves

Fusão: (a 15 milhões de graus Celsius !)



De onde vem a energia ?

Massa de quatro ${}^1\text{H}$ > Massa de um ${}^4\text{He}$



$$E = mc^2$$

De Estrelas Pequenas a Gigantes Vermelhas

Depois que o Hidrogênio acaba no núcleo, energia liberada pela fusão nuclear não consegue neutralizar por mais tempo a força da gravidade.

- Núcleo colapsa,
 - Energia cinética do colapso convertida em calor.
 - Esse calor expande as camadas exteriores.
- Provisoriamente, quando o núcleo colapsa,
 - Aumentando Temperatura e Pressão ...

Produção de Elementos Pesados

A 100 milhões de graus Celsius, Hélio entra em fusão:



Depois que o Hélio acaba, pequenas estrelas não são grandes o bastante para atingir temperaturas necessárias para que o Carbono entre em fusão.

Estrelas Gig



1																	2												
H																	He												
3	4													5	6	7	8	9	10										
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne										
11	12													13	14	15	16	17	18										
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar										
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
37	38	39													45	46	47	48	49	50	51	52	53	54					
Rb	Sr	Y	Zr													Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
55	56	57													77	78	79	80	81	82			85	86					
Cs	Ba	La	Hf													Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
87	88	89	10													109	110	111	112			114			118				
Fr	Ra	Ac	Rf													Mt	--	--	--			--			--				
			58	59													64	65	66	67	68	69			72	73	74	75	
			Ce	Pr													Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			Lu	Hf	Ta	W
			90	91													96	97	98	99	100	101	102			104	105	106	107
			Th	Pa													Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			--	--	--



Elementos Pesados das Estrelas Gigantes

Estrelas gigantes também têm fusão de Hidrogênio em Hélio, e Hélio em Carbono.

Mas suas grandes massas lead to temperaturas muito altas, nas quais ocorre a fusão de Carbono em Magnésio, etc.

Formação de Elementos por Fusão

Elementos Leves										Elementos Pesados									
H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F		Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl		Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		Xe	
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn	
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub								
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			



Supernova



1																	2						
H																	He						
3	4													7	8	9	10						
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne				
11	12													13	14	15	16	17	18				
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86						
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
87	88	89	104													109	110	111	112	114	116	118	
Fr	Ra	Ac	Rf													Mt	--	--	--	--	--	--	
		58	59													64	65	66	67	68	69	70	71
		Ce	Pr													Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		90	91													96	97	98	99	100	101	102	103
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr								



Supernova

A fusão de Ferro absorve energia, mais que a energia liberada.

Então a fusão para no Ferro.

energia liberada pela fusão nuclear não neutraliza a força da gravidade por mais tempo.

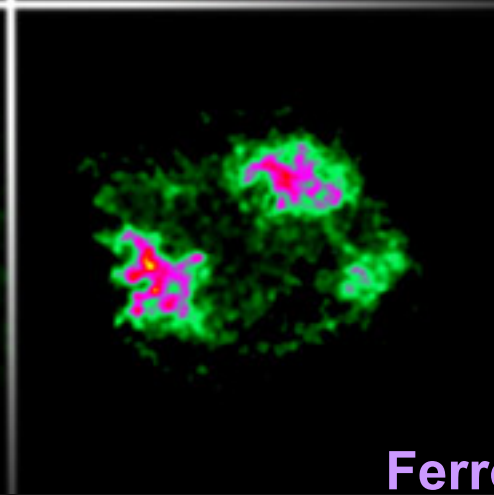
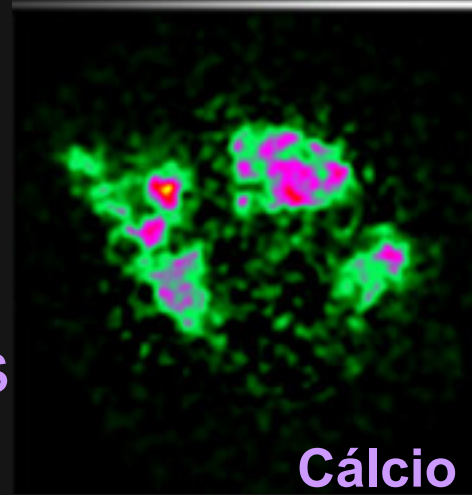
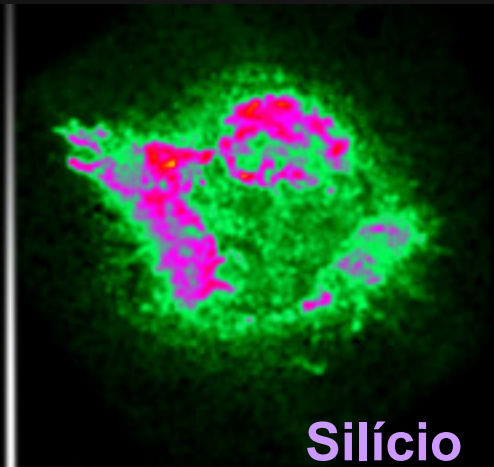
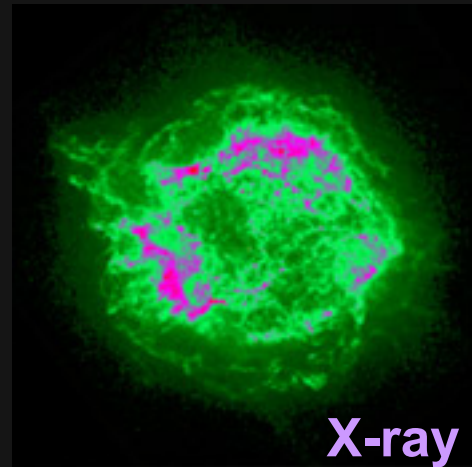
Mas agora there is nothing para neutralizar a gravidade.

Estrelas Massivas acabam sua vida em uma explosão supernova.

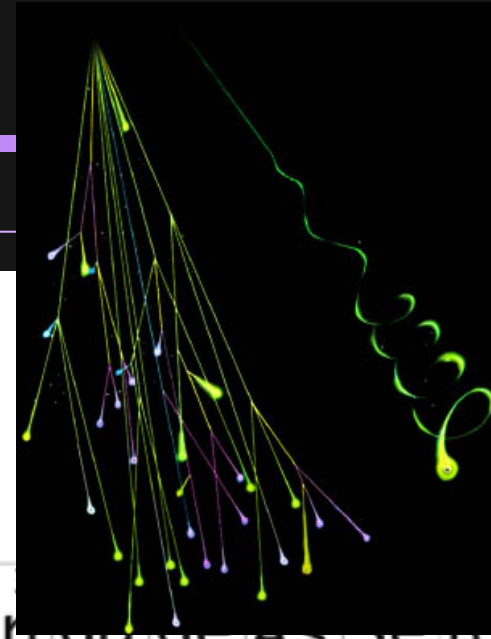
Supernova

O poder da explosão de uma supernova:

- Dispersa elementos criados nas estrelas gigantes.
- Cria novos elementos, especialmente aqueles mais pesados que o Ferro.



Raios C3smicos



Raios C3smicos

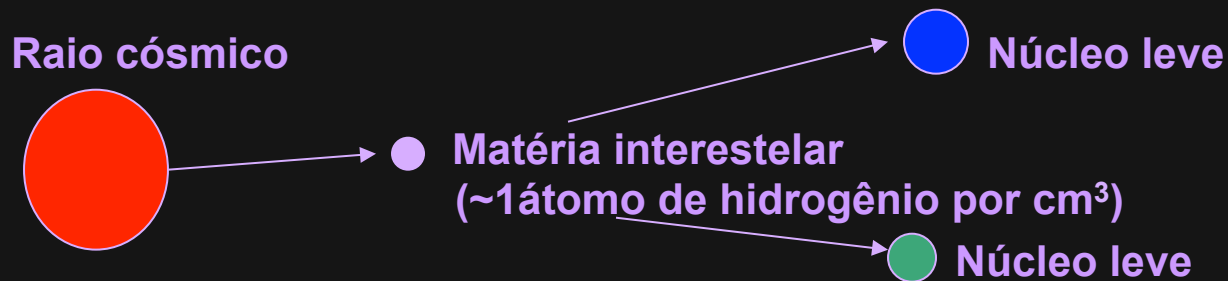
L3tio, Ber3lio, e Boro s3o dificilmente produzidos nas estrelas.

(Li, Be, e B s3o formados nas cadeias de fus3o, mas eles s3o inst3veis a altas temperaturas, e tendem a quebrar-se em res3duos de He, os quais s3o muito est3veis).

Ent3o qual 3 a origem desses elementos raros?

=> Colis3es de Raios C3smicos com Hidrog3nio & H3lio no espaço interestelar.

Colisões de Raios Cósmicos e ISM



Lítio, berílio, e boro e crescimento sub-ferro atribuídos a fragmentação nuclear de carbono, nitrogênio, oxigênio, e ferro com matéria interestelar (primariamente hidrogênio e hélio).



Elementos Cósmicos

1 H																	2 He																												
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																												
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																												
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																												
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																												
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn																												
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 --	111 --	112 --	114 --	116 --	118 --																															
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce</td> <td>59 Pr</td> <td>60 Nd</td> <td>61 Pm</td> <td>62 Sm</td> <td>63 Eu</td> <td>64 Gd</td> <td>65 Tb</td> <td>66 Dy</td> <td>67 Ho</td> <td>68 Er</td> <td>69 Tm</td> <td>70 Yb</td> <td>71 Lu</td> </tr> <tr> <td>90 Th</td> <td>91 Pa</td> <td>92 U</td> <td>93 Np</td> <td>94 Pu</td> <td>95 Am</td> <td>96 Cm</td> <td>97 Bk</td> <td>98 Cf</td> <td>99 Es</td> <td>100 Fm</td> <td>101 Md</td> <td>102 No</td> <td>103 Lr</td> </tr> </table>																		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																																
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																

Branco - Big Bang

Rosa – Raios Cósmicos

Amarelo – Estrelas Pequenas

Verde – Estrelas Gigantes

Azul - Supernova

Sua Conexão Cósmica com os Elementos?

National Aeronautics and Space Administration

What is Your Cosmic Connection to the Elements?

The image features a woman sitting on a large globe. The globe is divided into colored segments, each representing a different source of elements. Lines connect these segments to specific elements on a periodic table in the background. The elements are: Hydrogen and Helium (from the Big Bang), Carbon and Nitrogen (from Small Stars), Sulfur, Calcium, Oxygen, and Silicon (from Large Stars), Gold, Iron, and Titanium (from Supernovae), and Lithium (from Cosmic Rays). A 'Happy Birthday!' balloon is also visible.

Big Bang

- Hydrogen
- Helium

Small Stars

- Carbon
- Nitrogen

Large Stars

- Sulfur
- Calcium
- Oxygen
- Silicon

Supernovae

- Gold
- Iron
- Titanium

Cosmic Rays

- Lithium

Periodic Table Elements: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr.

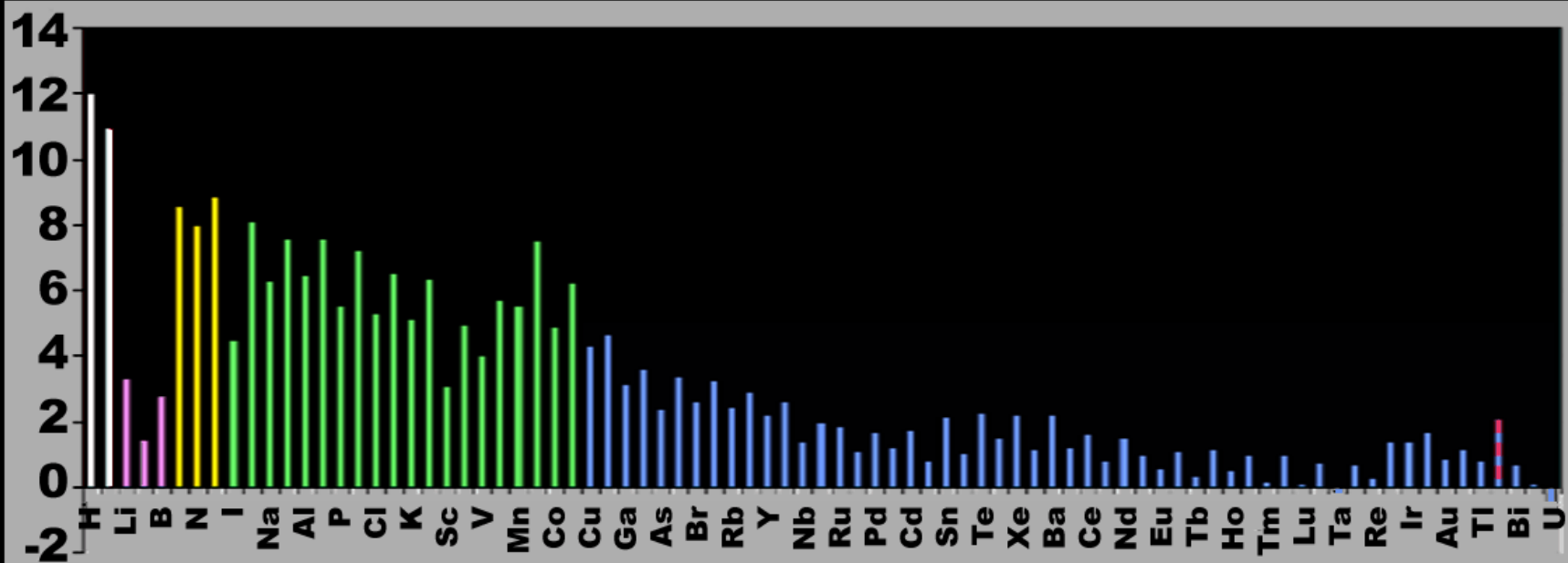
Other Elements: Hydrogen, Helium, Carbon, Nitrogen, Sulfur, Calcium, Oxygen, Silicon, Gold, Iron, Titanium, Lithium.

Other Labels: Happy Birthday!

NASA

Imagine the Universe
<http://imagine.gsfc.nasa.gov/>
<http://www.nasa.gov/>

Composição do Universo



Atualmente, esta é a composição apenas do sistema solar.

A composição varia de lugar para lugar no universo, e entre objetos diferentes.

“O que existe ali?”

(Desenvolvido por Stacie Kreitman, Falls Church, VA)

Uma atividade em sala de aula demonstra as diferentes composições elementares dos diferentes objetos no universo.

- Demonstra como nós estimamos as abundâncias.

Top 10 Elementos no Corpo Humano

<u>Elemento</u>	<u>por % átomos</u>
10. Magnésio (Mg)	0.03%
9. Cloro (Cl)	0.04%
8. Sódio (Na)	0.06%
7. Enxofre (S)	0.06%
6. Fósforo (P)	0.20%
5. Cálcio (Ca)	0.24%
4. Nitrogênio (N)	1.48%
3. Carbono (C)	9.99%
2. Oxigênio (O)	26.33%
1. Hidrogênio (H)	61.56%

Análise Espectral

Nem sempre nós conseguimos uma amostra de um determinado pedaço do Universo.

Nós precisamos apenas da luz !

Análise Espectral

Cada elemento um único sinal espectral:

- Determinado pelo arranjo dos elétrons.
- Linhas de emissão ou absorção surgem a partir do re-arranjo dos elétrons nos diferentes níveis de energia.



Hidrogênio

Nickelodeon Atividade de Classe

(Desenvolvido por Shirley Burris, Nova Scotia)

Disponha um arco-íris de cores sobre um teclado de piano



Então, “toque” um elemento



Hidrogênio

Mais Elementos Musicais



Agora toque outro elemento:

Hélio



E outro

Carbono



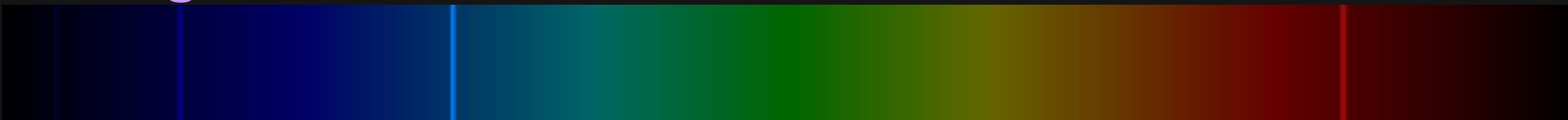
Adquirindo Água com as Mãos



Oxigênio



Hidrogênio



E agora teremos ... Água

Sua Conexão Cósmica com os Elementos?

National Aeronautics and Space Administration

What is Your Cosmic Connection to the Elements?

The image features a woman sitting on a large globe. The globe is divided into colored segments, each representing a different cosmic event and the elements it produces. Lines connect these segments to specific elements on a periodic table in the background. The elements are color-coded to match their respective cosmic source.

- Big Bang:** Hydrogen, Helium
- Small Stars:** Carbon, Nitrogen
- Large Stars:** Sulfur, Calcium, Oxygen, Silicon
- Supernovae:** Gold, Iron, Titanium
- Cosmic Rays:** Lithium

Imagine the Universe
<http://imagine.gsfc.nasa.gov/>
<http://www.nasa.gov/>

<http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/teachers/elements/>

Conexões Cósmicas

Para fazer uma torta de maçã do nada, você deverá primeiro inventar o universo.

Carl Sagan