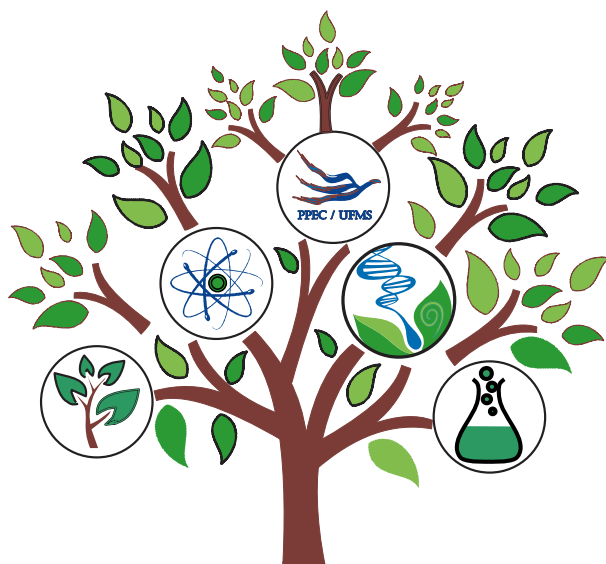


PROPOSTAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL



O CONCEITO DE ESPAÇO EM FÍSICA MODERNA: UM ESTUDO A PARTIR DE OBJETOS DA COSMOLOGIA

DANYLO SEMIM GARCIA
HAMILTON PEREZ SOARES CORRÊA

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas de desenvolvimento do módulo de ensino.....	4
Quadro 2 – Elementos da etapa: “Escalas astronômicas: O quão grande é o universo”.....	7
Quadro 3 – Elementos da etapa: “A massa do universo”	15
Quadro 4 – Elementos da etapa: “O espaço de Hubble”	24
Quadro 5 – Elementos da etapa: “Hubble e a expansão do Universo”	30
Quadro 6 – Elementos da etapa: “Conhecendo um pouco da vida, da obra e das contribuições científicas de Einstein”	34
Quadro 7 – Elementos da etapa: “Entendo a gravidade de Einstein”	38
Quadro 8 – Elementos da etapa: “O Universo conhecido”	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Vídeo “O Universo conhecido”	7
Figura 02: “Milk Way – Nacional Geographic”	8
Figura 03: “The Visible Universe”	9
Figura 04: Folha 1 – contém as divisórias que possuem a representação das estrelas e que serão coladas nas folhas 2 e 3. Folha 2 – contém a marcação das distâncias de cada estrela em anos-luz. Folha 3 – contém as legendas que descrevem os nomes e as distâncias do observador até cada uma das estrelas.....	11
Figura 05: Visualização a partir dos dois tipos de janelas.....	11
Figura 06: Visualizações laterais. Destaque nas distâncias entre cada estrela da constelação.....	11
Figura 07: Vídeo “O Universo Conhecido”	16
Figura 08: Visualização dos objetos construídos.....	17
Figura 09: Vídeo “Light echoes around RS Puppis”	25
Figura 10: fotos do modelo adaptado – antes e depois.....	36
Figura 11: fotos das etapas de construção e material utilizado.....	37
Figura 12: Guia Mangá Relatividade.....	38
Figura 13: Vídeo “Cosmic Swirly Straws Feed Galaxy”	43
Figura 14: “Universo, Evolução e Vida”	44

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	4
2 MODELOS REPRESENTACIONAIS COMO INSTRUMENTOS MEDIADORES EM SALA DE AULA.....	5
3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE ENSINO.....	7
Etapa nº1 – Escalas astronômicas: o quão grande é o Universo.....	7
Vídeo: “O Universo conhecido”	7
Imagem: “Milk WAY - Nacional Geographic”	8
Imagem: “The Visible Universe”	9
Modelo representacional da “Constelação do Cruzeiro do Sul”	10
Etapa nº 2 - A massa do Universo.....	15
Vídeo: “O Universo conhecido”	16
Modelo representacional “Construindo um diagrama HR”	17
Etapa nº 3 - O espaço de Hubble.....	24
Vídeo: “Light echoes around RS Puppis”	25
Modelo representacional “A constante de Hubble”	26
Etapa nº 4 - Hubble e a expansão do Universo.....	30
Modelo representacional “O balão em expansão”	30
Etapa nº 5 - Conhecendo um pouco da vida e das contribuições científicas de Einstein.....	34
Filme: “Einstein e Eddington”	35
Modelo representacional da “deformação do espaço”	36
Etapa nº 6 – Entendo a gravidade de Einstein.....	38
Modelo representacional “Simulação do tecido espaço-tempo”	39
Etapa nº 7 – O Universo conhecido.....	43
Vídeo: “Cosmic Swirly Straws Feed Galaxy”	43
Imagem e Painel: “Universo, Evolução e Vida”	44
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 APRESENTAÇÃO

Os objetos didáticos descritos neste documento constituem uma sequência de atividades para o ensino de Física Moderna e Contemporânea e Astronomia no ensino médio. Esta sequência de atividades descreve o produto educacional do projeto de pesquisa desenvolvido nesse trabalho de mestrado.

A ordem de apresentação do objetos e atividades didáticas ocorrerá conforme as etapas de desenvolvimento do módulo de ensino descritas no quadro 1.

Etapas desenvolvidas no módulo de ensino	Sondagem inicial de interesse. Etapa nº 1 - Escalas astronômicas: Quão grande é o Universo. Etapa nº 2 - A massa do Universo. Etapa nº 3 - O espaço de Hubble. Etapa nº 4 - Hubble e a expansão do Universo. Etapa nº 5 – Conhecendo um pouco da vida e das contribuições científicas de Einstein . Etapa nº 6 – Entendendo a gravidade de Einstein. Etapa nº 7 – O Universo conhecido.
---	---

Quadro 1 – Etapas de desenvolvimento do módulo de ensino.

Anterior a descrição das atividades, serão apresentados os pressupostos que fundamentam a criação e o desenvolvimento das atividades e modelos representacionais utilizados como recursos didáticos nessa pesquisa.

Campo Grande , Novembro de 2015

Danylo Semim Garcia

2 MODELOS REPRESENTACIONAIS COMO INSTRUMENTOS MEDIADORES EM SALA DE AULA

As atividades desenvolvidas na pesquisa da qual esse documento pertence, fazem referência a um tipo de objeto ou equipamento que reproduz um suporte material ou de configuração geométrica, e que está fundamentado nos *modelos representacionais*, propostos por Bezerra (2011). Estes modelos atribuem uma base teórica para a descrição dos objetos, na confecção dos equipamentos físicos, apresentados nesse produto educacional.

Um modelo representacional proporciona, em uma aula prática, a construção de um equipamento, a apresentação de uma estrutura geométrica de proporções em escala ou do tamanho do objeto original, por exemplo, um planetário, um protótipo em escala para simulação e/ou uma maquete arquitetônica.

“Os modelos de tipo i (representacional) — que utilizam simplificações, idealizações e aproximações, e nos quais a condição de coerência é enfraquecida — e as analogias — que se valem da transposição entre domínios de aplicação — incluem-se entre as estratégias de investigação mais úteis da ciência.” (BEZZERA, 2011, pg. 605)

Um exemplo do desenvolvimento e aplicação de modelos representacionais desse tipo é apresentado por Garcia e Corrêa (2014) na construção e aplicação de equipamento que simula a constelação do Cruzeiro do Sul. Este modelo é denominado representacional e facilita, conforme uma estrutura geométrica, a visualização da distância simulada em escala de algumas estrelas pertencentes a constelação do Cruzeiro do Sul.

Uma definição que compartilha do entendimento dos modelos representacionais é apresentado por Camino (2004), na descrição de um objeto concreto. Este objeto não pretende descrever a realidade – se constitui em uma simulação - e nem apresenta a verdade, mas mostrar imagens e representações convenientes para explicar o que percebemos do fenômeno. O objeto quando preparado para o ambiente educacional deve ser avaliado para tornar-se uma “instrumento” que possibilite o desenvolvimento dos conceitos.

“en este sentido, a pesar de las bondades que pueda tener un modelo, no estaremos buscando con él las causas antes no halladas de un fenómeno, sino simplemente intentando "atrapar" una buena forma de describir lo que sucede en la realidad y llevar tal descripción al ámbito de las aulas en situación controlada” (Camino, 2004, pg. 3)

O autor descreve o objeto concreto com a função, no uso didático, de conectar a natureza com as teorias científicas em geral. É importante que haja reflexão e planejamento durante a sua produção e utilização, principalmente relacionado ao limite conceitual que o objeto concreto proporciona, para que não cause o efeito contrário durante a aplicação e uso em sala de aula, prejudicando a ação do professor na mediação com os alunos.

Para o autor deste documento, os modelos representacionais de Bezerra (2011) e os objetos concretos de Camino (2004) contribuem em suas características para o apresentação física dos **instrumentos**, os quais Vygotski descreve como mediadores da atividade do aluno no desenvolvimento e apropriação dos significados, na ação do professor em sala de aula.

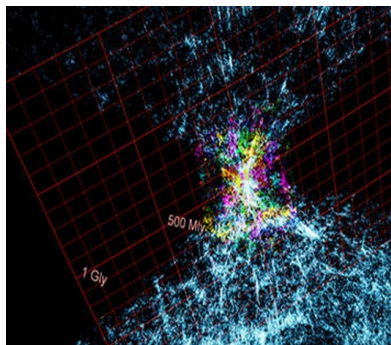
3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE ENSINO

Etapa nº1 – Escalas astronômicas: o quão grande é o Universo

TICs utilizadas em sala	Vídeo: “O Universo conhecido” [1] Imagens: “Milk WAY-Nacional Geographic” [2] e “The Visible Universe” [3] Software: Stellarium [4] Definições: Unidades para medidas de distância utilizadas em astronomia: • UA – Unidades Astronômicas. [5] • AL/LY - Anos Luz/Light Years. [6] Atividade realizada: Construção da constelação do Cruzeiro do Sul.[7]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • Grandes Mistérios do Universo – Morgan Freeman. • BBC: How big is the Universe/The Universe: How Big, How far, fast.
Fontes	[1] http://www.amnh.org/our-research/hayden-planetarium/digital-universe [2] http://asterisk.apod.com/viewtopic.php?f=29&t=20134&p=126630 [3] http://phl.upr.edu/press-releases/aplanetarysystemaroundourneareststarise [4] http://www.stellarium.org/pt/ [5] www.on.br/ead_2013/site/conteudo/cap4-distancia/distancia.html [6] www.observatorio.iag.usp.br/index.php/mencurio/curiodefina.html [7] Fonte: http://www.sab-astro.org.br/Resources/Documents/caderno_v1.pdf

Quadro 2 – Elementos da etapa: “Escalas astronômicas: O quão grande é o universo”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 1.



Vídeo: “O Universo conhecido”

Ficha técnica

Nome: O Universo Conhecido

Gênero: Divulgação Científica

Duração: 6 minutos e 30 segundos

Créditos: D. Universe, American Museum of Natural History

Fonte: <http://goo.gl/lmisgA>

Descrição: O O Universo Conhecido, desenvolvido pelo Museu Americano de História Natural - Hayden Planetarium, incorpora dados de dezenas de organizações em todo o mundo para criar o atlas 3D do Universo local conhecido até a borda do Universo observável.

Figura 01: Vídeo “O Universo conhecido”.

Imagem: “Milk WAY - National Geographic”



Figura 02: “Milk Way – National Geographic”.

Ficha técnica

Nome: Mapa da Via Láctea

Resolução: 1920 x 1200 pixels

Créditos: Nacional Geographic.

Fonte: <http://goo.gl/7qDCg3>

Descrição: Esta imagem da Via Láctea, gerada por computador, mostra a galáxia inteira em uma perspectiva de um modelo 3-D compilado especialmente para a National Geographic. O modelo incorpora as posições de centenas de milhares de estrelas e nebulosas dentro da galáxia, mostra a localização da Terra, e inclui fotografias adicionais, descrições e localizações dos fenômenos fascinantes em toda a Via Láctea.

Imagem: “The Visible Universe”

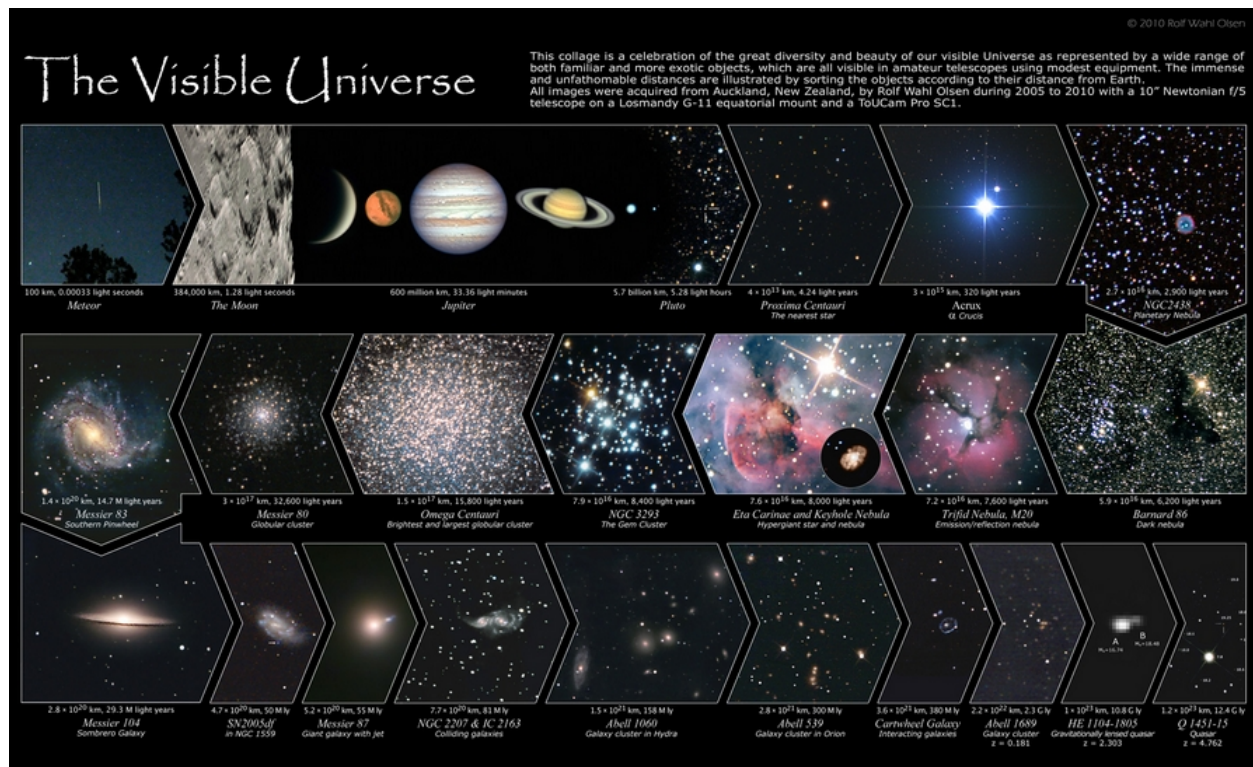


Figura 03: “The Visible Universe”.

Ficha técnica

Nome: O Universo Visível

Resolução: 1920 x 1200 pixels (16:10)

Créditos: Rolf Wahl Olsen

Fonte: <http://goo.gl/GECjrr>

Descrição: Esta colagem é uma celebração da grande diversidade e beleza de nosso Universo visível, representado por um vasto leque de ambos os objetos astronômicos, que são visíveis em telescópios amadores que utilizam equipamentos modestos. As imensas distâncias são ilustradas por classificar os objetos de acordo com a sua distância da Terra. Todas as imagens foram adquiridos a partir de Auckland, Nova Zelândia, por Rolf Wahl Olsen em 2005 a 2010, com 10 "newtoniano f / 5 telescópio em um Losmandy G-11, montagem equatorial e um Pro SC1 ToUcam.

Modelo representacional da “Constelação do Cruzeiro do Sul”

Atividade realizada na etapa nº1 – Escalas astronômicas: O quão grande é o Universo.

A construção deste modelo representacional proporciona a visualização tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul (Crux), em escala e dentro de uma caixa de aproximadamente 25 cm.

A construção da atividade

As etapas que foram seguidas para a construção do modelo são:

- Identificação das estrelas que compõe a Constelação do Cruzeiro do Sul.
- Coleta de informações das distâncias das estrelas utilizando o software educacional Stellarium;
- Utilização de cálculos de proporção simples, adaptamos às distâncias das estrelas em escala máxima para a largura do modelo construído, 25 cm.

Tabela 01: Medidas das distâncias calculadas em escala

Estrela	Distância(anos-luz)	Distância(cm)
Alpha-Crucis	320,70	22
Beta-Crucis	352,60	24
Gama-Crucis	87,94	6
Delta-Crucis	364,01	25
Epsilon-Crucis	228,08	15

- Utilização de um software de edição gráfica para inserir as distâncias obtidas e modificar o modelo da constelação do Cruzeiro do Sul.
- Edição as legendas e inserção das distâncias em Anos-luz.

O modelo da atividade deve ser impresso em papel cartão, recortando as janelas que contém um X e os quadrados em preto. Deve-se realizar as dobras nas linhas pontilhadas e colar as divisórias em preto. As estrelas estão representadas pelos pontos brancos localizados em cada tira preta entre as janelas de recorte X.

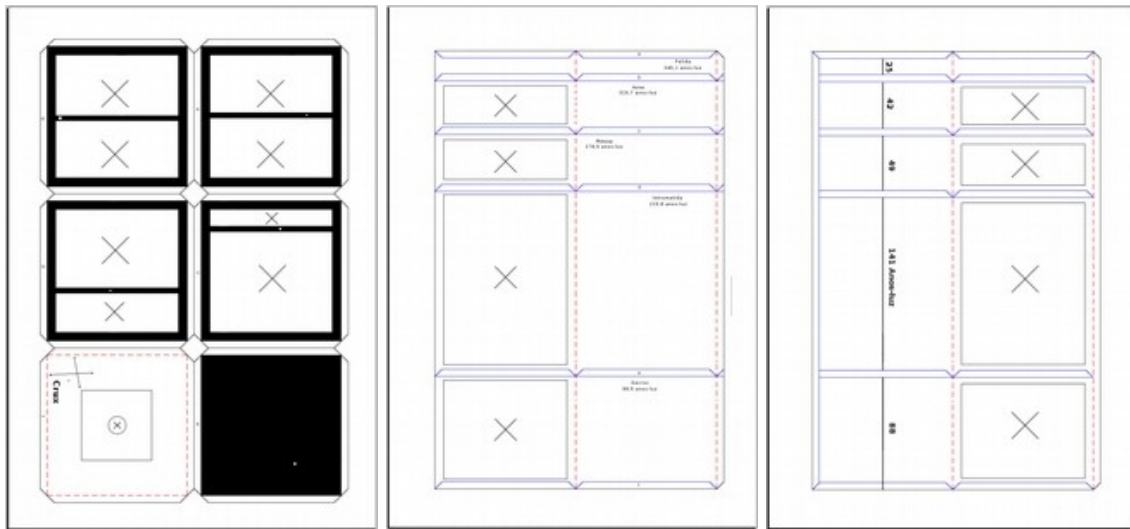


Figura 04: Folha 1 – contém as divisórias que possuem a representação das estrelas e que serão coladas nas folhas 2 e 3. Folha 2 – contém a marcação das distâncias de cada estrela em anos-luz. Folha 3 – contém as legendas que descrevem os nomes e as distâncias do observador até cada uma das estrelas.

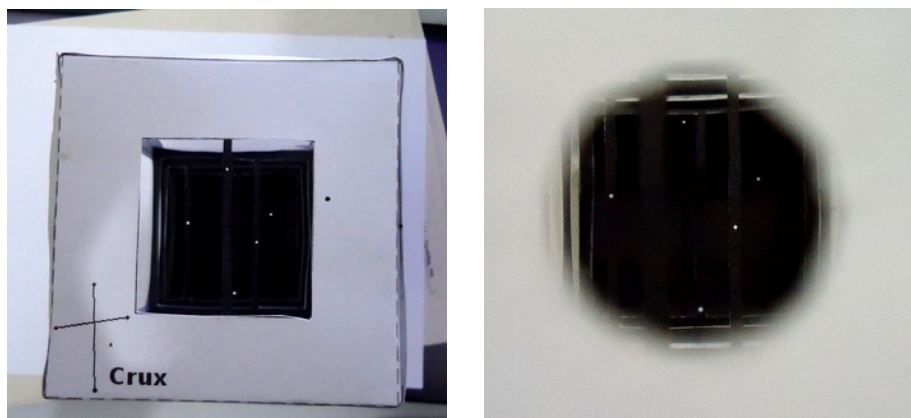


Figura 05: Visualização a partir dos dois tipos de janelas.

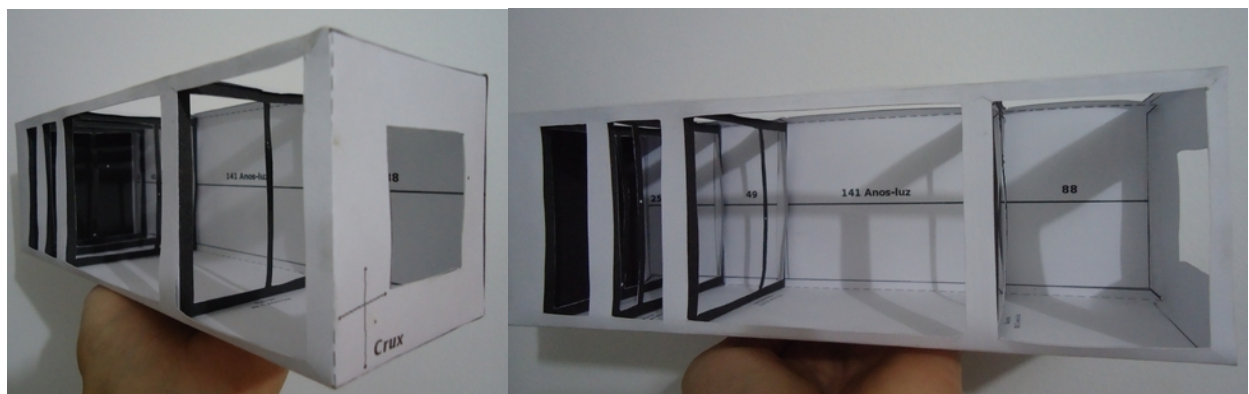
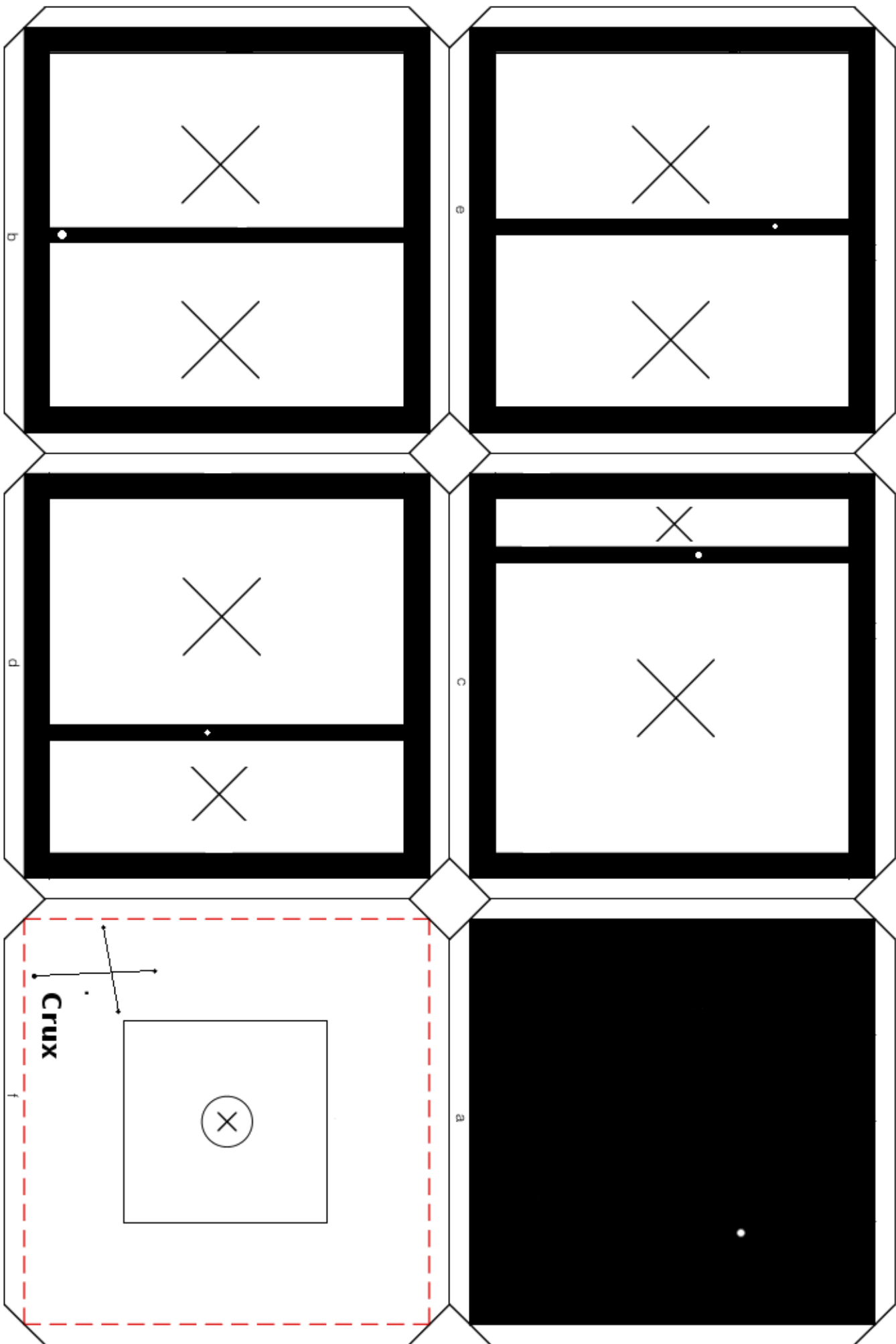
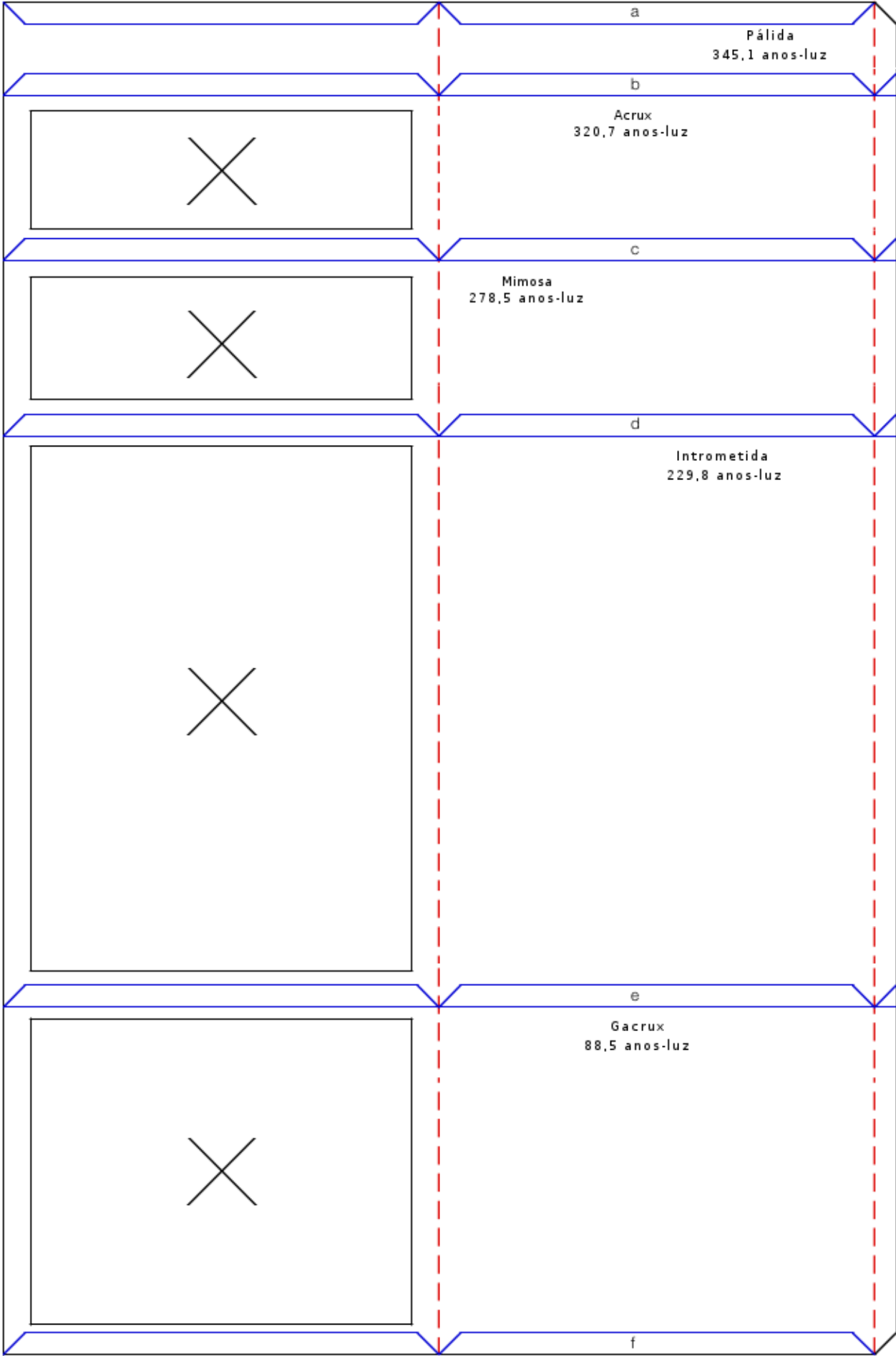


Figura 06: Visualizações laterais. Destaque nas distâncias entre cada estrela da constelação.





Etapa nº 2 - A massa do Universo

TICs utilizadas em sala	Vídeo: Tamanho de Planetas e Estrelas [5] Imagens: O Diagrama HR [6] e A evolução estelar [7] Atividade realizada: Construção de um diagrama HR em massa e volume.
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • History Channel - O Universo Matéria Escura Textos disponíveis on-line: • O enigma da matéria escura [8] • O conteúdo do universo [9]
Fontes	[5] http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/ [6] http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap10.pdf [7] http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node14.htm [8] http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/o_enigma_da_materia_escura [9] http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/universo-atual.htm

Quadro 3 – Elementos da etapa: “A massa do universo”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 2.

Vídeo: “O Universo conhecido”

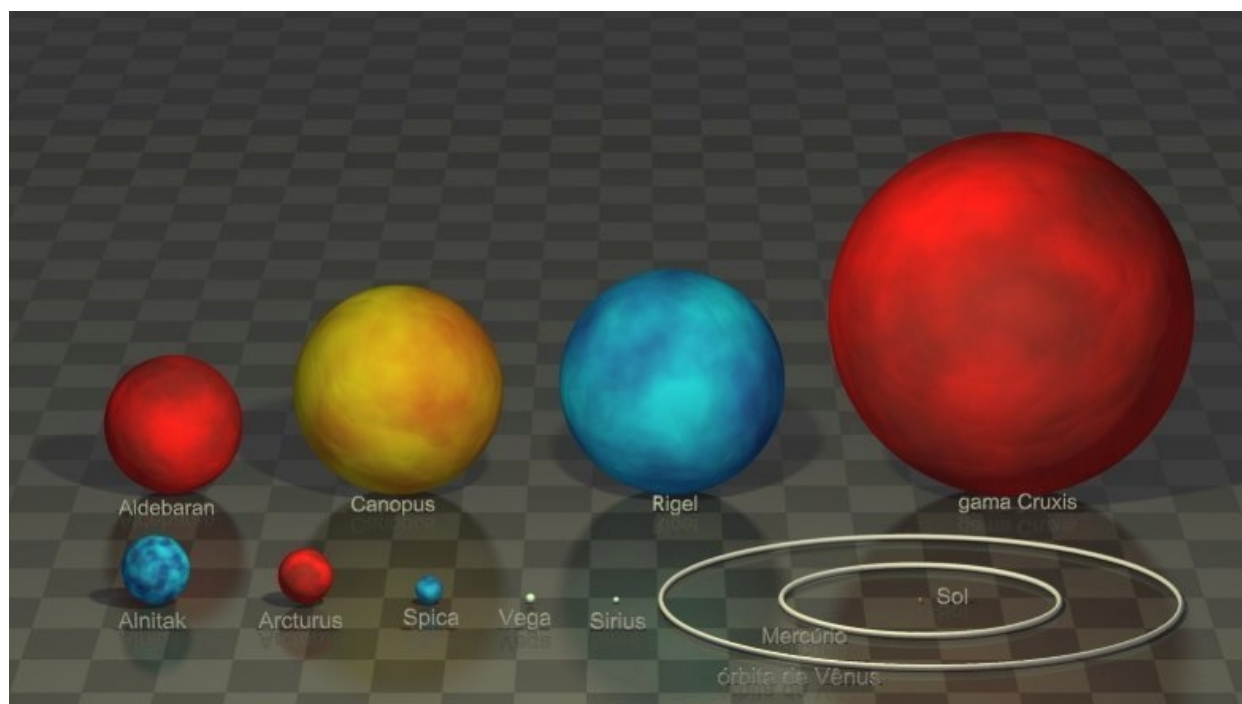


Figura 07: Vídeo “O Universo Conhecido”.

Ficha técnica

Nome: Tamanho de Planetas e Estrelas

Gênero: Divulgação Científica

Duração: 54 segundos

Créditos: Gastão B. Lima Neto-IAG/USP

Fonte: www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/

Descrição: O filme apresenta uma ideia do tamanho relativo de alguns astros do Sistema Solar e estrelas. Planetas telúricos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte), planetas anões (Éris, Plutão e Ceres), satélites (Lua; Io, Europa, Ganimede e Calisto; Titã; Tritão; Caronte) e outros (Sedna).

Modelo representacional “Construindo um diagrama HR”

Atividade realizada na etapa nº2 – A massa do Universo.

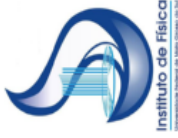
Esta atividade, como modelo representacional, proporciona a visualização de um Diagrama HR que utiliza da representação de estrelas construídas, em escala de raio e massa solar, com materiais de baixo custo e fácil acesso.

Foram produzidos 6 (seis) roteiros que auxiliaram o desenvolvimento da atividade e que continham tabelas descrevendo a massa e o raio solar de estrelas selecionadas aleatoriamente. Foi solicitado que realizassem as conversões da escala, conforme o exemplo da tabela, para em sequência construírem as estrelas utilizando balões, chumbadas e jornal.



Figura 08: Visualização dos objetos construídos.

As tabelas e os roteiros utilizados durante a execução das atividades são apresentadas seguir.



Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

1º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1º etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

1º grupo		Medidas aproximadas			
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa ($M_{\odot}$)	Chumbo ($0,1 = 1g$)	Raio ($R_{\odot}$)
Próxima Centauri	M5,5		0,12		0,15
Sol	G2		1		1
Bellatrix (γ Orionis)	B2		8,4		6

Lembre-se das escalas:

Cada $0,1 M_{\odot} = 1g$ de chumbada.

Cada $0,3 R_{\odot} = 1 cm$ de diâmetro.

Exemplo:

Uma estrela possui $1,5 M_{\odot}$ e $0,75 R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5 cm$ de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)



Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

2º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1º etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

2º grupo		Medidas aproximadas				
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa ($M_{\odot}$)	Chumbo (0,1 = 1g)	Raio ($R_{\odot}$)	Diâmetro(cm)(0,3 = 1cm)
Estrela de Barnard's	M4		0,144		0,196	
Rigil Centauri (Alpha Centauri A)	G2		1,1		1,23	
Spica (α Virginis)	B1		10,25		7,4	

Lembre-se das escalas:

Cada $0,1 M_{\odot} = 1g$ de chumbada.

Cada $0,3 R_{\odot} = 1$ cm de diâmetro.

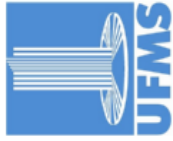
Exemplo:

Uma estrela possui $1,5 M_{\odot}$ e $0,75 R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5 cm$ de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)



Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

3º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1ª etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

3º grupo		Medidas aproximadas				
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa (M☉)	Chumbo (0,1 = 1g)	Raio (R☉)	Diâmetro(cm)(0,3 = 1cm)
Wolf 359	M6,5		0,1		0,16	
Capella (Alpha Aurigae)	G8		2,69		12,2	
Achernar (α Eridani)	B6		6,7		7,3	

Lembre-se das escalas:

Cada $0,1 M_{\odot} = 1g$ de chumbada.

Cada $0,3 R_{\odot} = 1 cm$ de diâmetro.

Exemplo:

Uma estrela possui $1,5 M_{\odot}$ e $0,75 R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5 cm$ de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)



Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

4º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1ª etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

4º grupo		Medidas aproximadas			
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa ($M_{\odot}$)	Chumbo ($0,1 = 1g$)	Raio ($R_{\odot}$)
61 Cygni	K3		0,7		0,66
Altair (Alpha Aquilae)	A7		1,79		1,63
Alnitak (Zeta Orionis)	O9		23		20

Lembre-se das escalas:

Cada $0,1 M_{\odot} = 1g$ de chumbada.

Cada $0,3 R_{\odot} = 1$ cm de diâmetro.

Exemplo:

Uma estrela possui $1,5 M_{\odot}$ e $0,75 R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5$ cm de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)

Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

5º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1º etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

5º grupo		Medidas aproximadas			
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa ($M_{\odot}$)	Chumbo ($0,1 = 1g$)	Raio ($R_{\odot}$)
Epsilon Indi	K4		0,77		0,76
Sirius (Alfa Canis Majoris)	A1		2,02		1,7
AE Aurigae	O9		17		5

Lembre-se das escalas:

Cada $0,1 M_{\odot} = 1g$ de chumbada.

Cada $0,3 R_{\odot} = 1$ cm de diâmetro.

Exemplo:

Uma estrela possui $1,5 M_{\odot}$ e $0,75 R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5 cm$ de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)

Projeto: “O conceito de espaço em Física Moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia”
ESCOLA ESTADUAL MARIA CONSTANÇA BARROS MACHADO – CAMPO GRANDE/MS
Atividade do 2º encontro – Construção de estrelas e diagrama HR.

6º Grupo - integrantes: _____

Olá.

Nessa atividade construiremos modelos de estrelas estrelas utilizando materiais como balão, chumbada e jornal, e em seguida preencheremos o diagrama HR (apresentado em sala) fixando cada estrela no seu local correspondente. Para isso siga as etapas a seguir:

- 1º Utilize a tabela para conhecer suas estrelas marcando sua **cor** indicada pela **classe espectral**, calculando sua **massa** correspondente em **chumbada** e seu **diâmetro** em centímetros.
- 2º Separe a chumbada e a cor do balão necessária para a construção de cada estrela.
- 3º Preencha o balão com o jornal e a chumbada até adquirir as dimensões encontradas na 1º etapa.
- 4º Aguarde orientação para indicar o local correto de posicionar sua estrela no **diagrama HR** da sala.

Tabela de dados das estrelas:

6º grupo		Medidas aproximadas			
Estrela	Classe espectral	Cor	Massa ($M_{\odot}$)	Chumbo (0,1 = 1g)	Raio ($R_{\odot}$)
Rigel Centauri (Alfa Centauri B)	K1		0,9		0,86
Vega (Alfa Lyrae)	A0		2,14		2,36

Lembre-se das escalas:

Cada 0,1 $M_{\odot}$ = 1g de chumbada.

Cada 0,3 $R_{\odot}$ = 1 cm de diâmetro.

Exemplo:

Uma estrela possui 1,5 $M_{\odot}$ e 0,75 $R_{\odot}$ e você deverá calcular:

A massa correspondente em chumbada - $\frac{1,5 M_{\odot}}{0,1} = 1,5 g$ de chumbada.

O diâmetro correspondente em centímetros - $\frac{0,75 R_{\odot}}{0,3} = 2,5 cm$ de diâmetro.

Tipo	Cor	T(K)	Linhas proeminentes de absorção	Exemplos
O	Azul	30000	He ionizado (fortes), elementos pesados ionizados (OIII, NIII, SiIV), fracas linhas de H	Alnitak (O9) Mintaka (O9)
B	Azulada	20000	He neutro (moderadas), elementos pesados 1 vez ionizados	Rigel (B8)
A	Branca	10000	He neutro (muito fracas), ionizados, H (fortes)	Vega (A0) Sirius (A1)
F	Amarelada	7000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros (Fe, Ca), H (moderadas)	Canopus (F0)
G	Amarela	6000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (relativamente fracas)	Sol (G2) Alfa Cen (G2)
K	Laranja	4000	elementos pesados 1 vez ionizados, metais neutros, H (fracas)	Aldebaran (K5) Arcturus (K2)
M	Vermelha	3000	Átomos neutros (fortes), moleculares (moderadas), H (muito fracas)	Betelgeuse (M2)

Etapa nº 3 - O espaço de Hubble

TICs utilizadas em sala	Vídeo: Light echoes around RS Puppis (estrela variável) [3] Imagens: Estrelas Variáveis: Cefeidas (Evandro Martinez Ribeiro) [4] Cepheid variable [5] Atividade realizada: A constante de Hubble [6]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • Discovery Channel - Hubble: Segredos do Espaço. • Grandes Momentos da Ciência e Tecnologia - Hubble Textos disponíveis on-line: • O universo em expansão. [7]
Fontes	[3] http://www.spacetelescope.org/videos/heic1323a/ [4] http://slideplayer.com.br/slide/349363/ [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Cepheid_variable [6] http://www.planetseed.com/pt-br/laboratory/experiencia-constante-de-hubble [7] http://www.planetseed.com/pt-br/sciencearticle/o-universo-em-expansao

Quadro 4 – Elementos da etapa: “O espaço de Hubble”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 3.

Vídeo: “Light echoes around RS Puppis”

Figura 09: Vídeo “Light echoes around RS Puppis”.

Ficha técnica

Nome: Light echoes around RS Puppis

Gênero: Divulgação Científica

Duração: 26 segundos

Créditos: NASA, ESA, G. Bacon (STScI), the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration, and H. Bond (STScI and Pennsylvania State University)

Fonte: <http://www.spacetelescope.org/videos/heic1323a/>

Descrição: Este vídeo lapso de tempo utiliza observações do telescópio da NASA / ESA Hubble ao longo de um número de semanas para mostrar a estrela variável RS Puppis e seu ambiente. Um exemplo impressionante de um fenômeno conhecido como um eco de luz pode ser visto em torno da estrela , criando a ilusão de nuvens de gás em expansão para fora do RS Puppis .

Modelo representacional “A constante de Hubble”**Atividade realizada na etapa nº3 – O espaço de Hubble.**

A construção deste modelo representacional apresenta um efeito que pode ser interpretado como a descoberta de Hubble, na década de 20, quando observou que quanto mais longe uma Galáxia estiver, mais rápido ela se afasta.

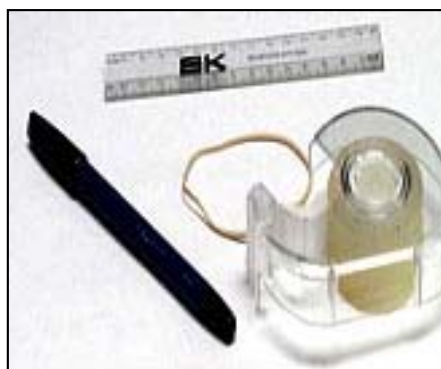
O roteiro utilizado foi obtido no portal da Schlumberger Excellence in Education Development (SEED), um programa educacional de voluntariado sem fins lucrativos, voltado às comunidades desprivilegiadas nas quais o pessoal da Schlumberger vive e trabalha. O roteiro é apresentado a seguir.

A Constante de Hubble

Na década de 20, Edwin Hubble descobriu que todas as galáxias do universo estão se afastando de nós. Ele também descobriu uma coisa ainda mais surpreendente: quanto mais longe a galáxia estiver de nós, mais rápido ela se afasta. Um elástico de borracha pode ser usado como modelo unidimensional de nosso universo e nos ajudar a entender por que a descoberta de Hubble faz sentido.

Ferramentas e Materiais

- elástico de borracha grande com diâmetro de pelo menos 4 cm (mais ou menos 4 cm)
- régua de centímetros
- caneta ou marcador de ponta fina
- a tabela de dados abaixo ou outro papel para anotar os resultados
- tesoura
- fita adesiva (necessária apenas se você não estiver trabalhando em dupla)



A Experiência

Se possível, trabalhe em dupla. Eis o que fazer:

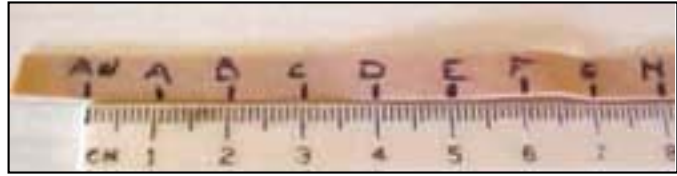
1. Use a tesoura para cortar uma vez o elástico, de modo a formar apenas duas extremidades.
2. Coloque o elástico cortado ao lado da régua de modo que uma extremidade esteja alinhada com a linha de 0 cm.
3. Com a caneta, faça uma marca fina no elástico próximo a cada linha de centímetro.
OBS.: Não estique o elástico ao fazer as marcas!



4. Imagine que a marca de um centímetro é a Via Láctea. No elástico, chame essa marca de "MW" (do inglês *Milky Way*). Essa será nossa referência. As outras marcas no elástico representam outras galáxias no universo que estão mais afastadas da Via Láctea. Marque-as com as letras do alfabeto



5. Agora alinhe a referência da Via Láctea (MW) com o final da régua. As outras marcas de galáxia no elástico devem estar alinhadas com as outras linhas de centímetro. Isso mostra qual a distância que as outras galáxias estão inicialmente da Via Láctea. Anote esses valores na primeira coluna da tabela de dados.



6. Segure o elástico em cada extremidade. Estique o elástico de modo que a marca da Galáxia A se mova da linha de um centímetro para a linha de dois centímetros. Verifique se a referência com a Via Láctea continua alinhada com o final da régua. Leia a distância esticada da Via Láctea para cada galáxia. Peça para seu colega anotar essas medições na coluna seguinte da tabela de dados.



OBS.: Se você estiver trabalhando sozinho, use fita adesiva para prender uma extremidade. Pressione bem a fita em contato com o elástico para evitar que ela escorregue. Quando você estiver pronto para anotar os dados, use uma mão para puxar o elástico e, com a outra mão, ajuste a régua e escreva as medições. Anote rapidamente os dados, pois o elástico começará a se soltar da fita adesiva em algum ponto. Dá pra ver isso começando a acontecer nesta fotografia. A marca MW já saiu um pouquinho da linha de zero centímetro.

7. Subtraia a distância esticada da distância inicial de cada galáxia para descobrir a distância total que ela se moveu. Anote esses resultados na terceira coluna da folha de dados



8. Assuma que para esticar o elástico você precisou de meio segundo (0,5 s). Esse foi o tempo que levou para cada galáxia se mover para sua nova posição. Calcule a velocidade de cada galáxia e anote os resultados na última coluna da folha de dados. Para calcular a velocidade de uma galáxia, divida a distância percorrida total por 0,5 s, o tempo necessário para o movimento.

Folha de Dados

Galáxia	Distância inicial a partir da Via Láctea (cm)	Distância de afastamento a partir da Via Láctea (cm)	Total da distância movida (cm)	Velocidade de cada Galáxia (cm/s)
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

O que você percebe que acontece com as velocidades de galáxias diferentes no elástico à medida que elas se afastam da Via Láctea? Seus dados estão de acordo com o que Edwin Hubble descobriu? Por quê? As outras galáxias do elástico estão se aproximando ou se afastando da Via Láctea?

Para ver claramente a tendência em seus dados, você pode fazer um gráfico com "Distância inicial da Via Láctea" no eixo horizontal e "Velocidade" no eixo vertical.



Etapa nº 4 - Hubble e a expansão do Universo

TICs utilizadas em sala	Texto: O universo em expansão. [6] Aplicativo: Desenhe seu próprio Universo (SEED). [7] Imagens: Foto M31 histórica [3] Hubble eXtreme Deep Field [4] Atividade realizada: O Balão em Expansão [5]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • NOVA - Em Busca do Limite do Espaço • Edwin Powell Hubble e a Expansão do Universo Textos disponíveis on-line: • O Universo em expansão. [6]
Fontes	[3] http://astro.if.ufrgs.br/galax/Hubble_V1.jpg [4] http://migre.me/oDB0c [5] http://www.planetseed.com/pt-br/laboratory/experiencia-o-balao-em-expansao [6] http://www.planetseed.com/pt-br/sciencearticle/o-universo-em-expansao [7] http://goo.gl/AWuZYB

Quadro 5 – Elementos da etapa: “Hubble e a expansão do Universo”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 4.

Modelo representacional “O balão em expansão”

Atividade realizada na etapa nº4 – Hubble e a expansão do Universo.

Neste modelo representacional, um balão representando o universo pode ajudar a compreender o que está acontecendo no cosmos, pedaços de fita adesiva, na superfície do balão, representam algumas galáxias. O efeito provocado nos leva ao entendimento da expansão do Universo.

O roteiro utilizado também foi obtido no portal da Schlumberger Excellence in Education Development (SEED), um programa educacional de voluntariado sem fins lucrativos, voltado às comunidades desprivilegiadas. O roteiro é apresentado a seguir.

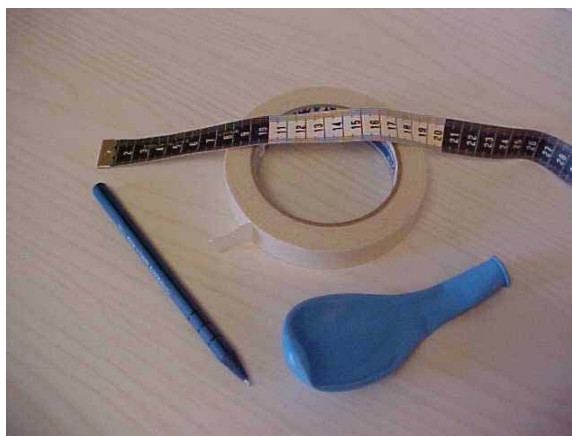
O Balão em Expansão Experiência

Em *O Universo em Expansão*, (<http://www.seed.slb.com/en/scictr/watch/cosmos/index.htm>) Charles Jenkins nos diz que as galáxias estão se distanciando umas das outras. O universo parece estar ficando cada vez maior.

Podemos usar um balão para nos ajudar a compreender o que está acontecendo no cosmos. Nesta atividade, o balão representa o universo. Os pedaços de fita adesiva na superfície do balão representam algumas das galáxias localizadas pelo universo.

Ferramentas e Materiais

- balão arredondado
- fita adesiva
- fita métrica
- caneta ou lápis
- prendedor de roupa (opcional)



A Experiência

O que fazer:

1. Encha o balão pela metade. O balão parcialmente enchido representa o universo. Imagine que há diversas galáxias, tanto dentro do universo do balão quanto em sua superfície. Para o balão não se esvaziar, peça para alguém segurar a boca dele ou enrole-a dele e use um prendedor de roupas para mantê-la fechada.
2. Pegue três pequenos pedaços de fita adesiva, cada um com o tamanho de uma unha, aproximadamente. Faça um pequeno ponto no meio de cada pedaço de fita para representar uma galáxia. Dê o nome de A, B ou C a cada galáxia.



3. Cole os três pedaços de fita no balão de modo que as distâncias entre eles sejam diferentes. Eles representam três das diversas galáxias do universo.



4. Use a fita métrica para descobrir a distância de cada galáxia de fita adesiva em relação às outras. Meça também a circunferência do balão na parte mais ampla. Isso lhe dá uma indicação do tamanho do universo do balão nesse momento. Anote essas medições para a Parte 1 (veja a tabela abaixo).



5. Encha o balão um pouco mais, representando o universo em expansão. Meça e registre a circunferência do balão e as distâncias entre as galáxias de fita adesiva para a próxima parte.



Repita o passo 5 mais algumas vezes até que o balão esteja o maior possível sem estourar (tente evitar um Big Bang!).

Use uma tabela como a mostrada a seguir para anotar os resultados.



Alterações na distância entre as galáxias à medida que o universo se expande

	Tamanho do Universo	Distância entre Duas Galáxias		
Balão	Circunferência	De A a B	De B a C	De C a A
Parte 1				
Parte 2				
Parte 3				
Parte 4				

Observe como as distâncias entre as galáxias mudaram quando o universo do balão se expandiu. Você vê algum padrão ou tendência? Compare suas observações com nossos resultados. (<http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/balloon/res.htm>).



Etapa nº 5 - Conhecendo um pouco da vida e das contribuições científicas de Einstein

TICs utilizadas em sala	Vídeo: Einstein e Eddington (filme) - BBC [1] Foto: Carta sobre o desvio da luz. [2] Atividade realizada: Um modelo de deformação do espaço [3]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • O tecido do cosmos – o espaço. • Albert Einstein – History Channel Textos disponíveis on-line: • Guia mangá relatividade, editora Novatec. [4] • O princípio da equivalência e a gênese da Relatividade Geral. [5]
Fontes	[1] http://www.hbo.com/movies/einstein-and-eddington#/ [2] www.einstein.unican.es/ae24.htm [3] http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0627-1.pdf [4] http://novatec.com.br/livros/mangarelatividade/ [5] http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=16&pag=3

Quadro 6 – Elementos da etapa: “Conhecendo um pouco da vida, da obra e das contribuições científicas de Einstein”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 5.

Filme: “Einstein e Eddington”**Ficha técnica**

Nome: Light echoes around RS Puppis

Gênero: Longa-metragem

Data de lançamento: 23 de novembro de 2008 (mundial)

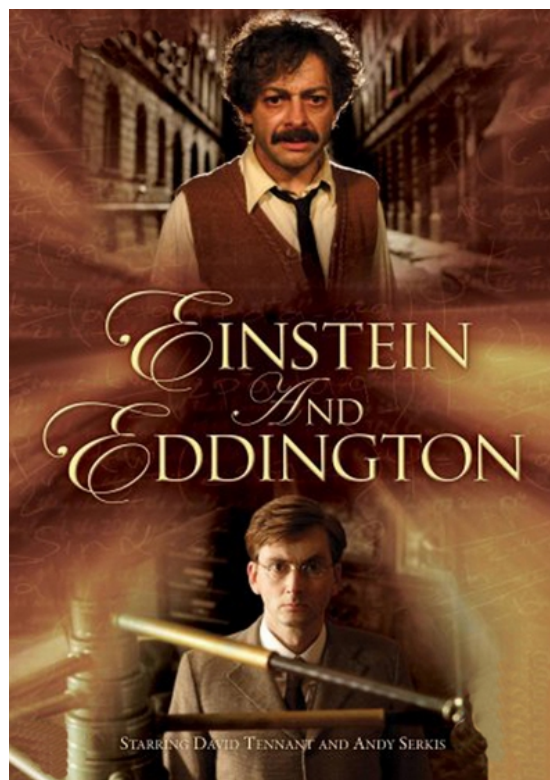
Duração: 90 minutos

Elenco: Andy Serkis (Albert Einstein), David Tennant (Arthur Eddington), Rebecca Hall (Winnie Eddington), Jim Broadbent (Sir Oliver Lodge), Richard McCabe (Frank Dyson)

Créditos: Uma produção da HBO, BBC and Company Pictures; Dirigido por Philip Martin; Escrito por Peter Moffat; Exec. Produzido por George Faber, Charles Pattinson e David M. Thompson; Produzido por Mark Pybus; BBC Films Executivo: David M. Thompson.

Fonte: <http://goo.gl/QUDhM9>

Sinopse: Einstein e Eddington, retrata a parceria improvável desenvolvidas durante a Primeira Guerra Mundial entre um jovem cientista britânico chamado Arthur Eddington (David Tennant) e um físico brilhante que em breve iria ser uma celebridade de renome mundial, Albert Einstein (Andy Serkis). Não apenas uma releitura da história em torno descoberta da Teoria da Relatividade de Einstein, o filme retrata o público e os desafios particulares enfrentados por dois homens durante o início da idade moderna. Através da colaboração de Eddington, Einstein, um teórico que se recusou a jogar pelas regras, virou os pensamentos de Newton sobre a ordem do universo de dentro para fora. Os dois tornaram-se parceiros a longa distância, visto por muitos como antipatriótico, Eddington e sua equipe realizam uma aventura de grande risco, que mudaria o curso da ciência moderna para sempre. Essa história alterou a forma como vivemos, e observamos o universo, hoje.



Modelo representacional da “deformação do espaço”

Atividade realizada na etapa nº5 – Conhecendo um pouco da vida, da obra e das contribuições científicas de Einstein.

A construção deste modelo representacional proporciona uma visualização tridimensional da deformação do espaço na presença de objetos massivos.

A atividade principal

A atividade consta na discussão dos tópicos abordados no encontro com uma reflexão a cerca do que é observado no modelo.

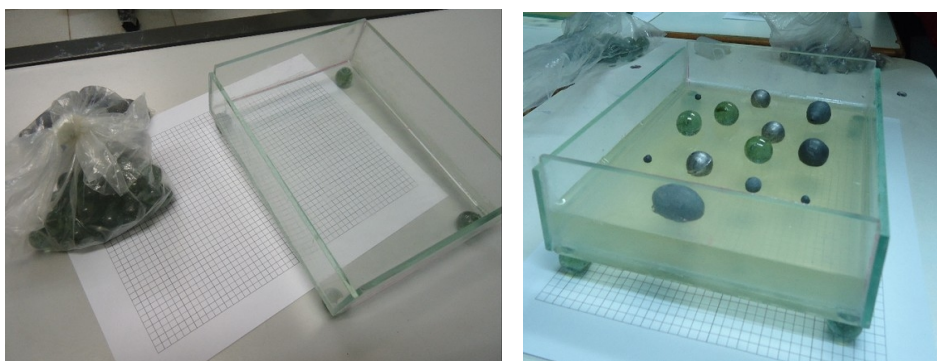


Figura 10: fotos do modelo adaptado – antes e depois.

O material que preenche o recipiente é feito de gelatina e os objetos massivos podem ser chumbadas ou qualquer outro que possua uma massa relativamente grande.

A construção do modelo

As etapas seguidas para a construção do modelo são:

- Corte do vidro para a construção de um recipiente parecido com um aquário;
- Colagem do vidro e fixação de esferas de vidro como pés;

Obs. Na colagem utilize silicone para vidro/aquário (material de baixo custo encontrado em lojas de construção).

- Preparo da gelatina e o preenchimento do recipiente.

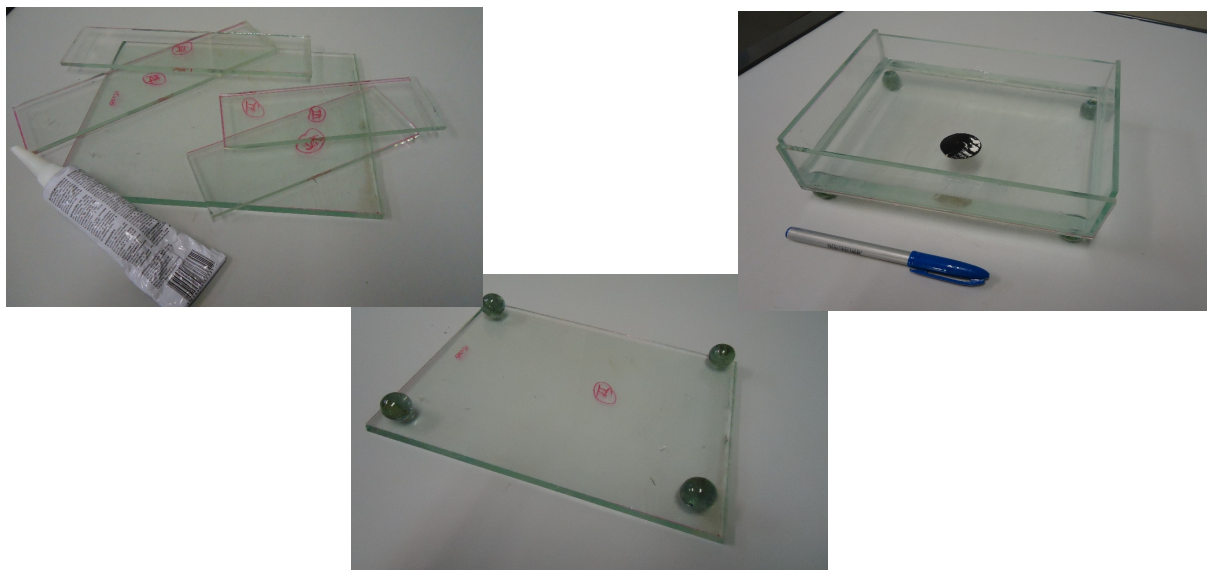


Figura 11: fotos das etapas de construção e material utilizado.

A medidas utilizadas para o corte dos vidros, em centímetros, foram: 20x15x5 (**C**omprimento, **L**argura x **A**ltura), os quais possuem 4mm de espessura e devem ser lixados para evitar acidentes com os alunos. Após o preparo da gelatina a mesma deve ser resfriada por 30min para manter a consistência.

Etapa nº 6 – Entendo a gravidade de Einstein

TICs utilizadas em sala	Textos: Guia Mangá Relatividade, editora Novatec. [3] Atividade realizada: Simulação do tecido espaço-tempo [4]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • O tecido do cosmos – o espaço. • Albert Einstein – History Channel Textos disponíveis on-line: • Guia mangá relatividade, editora Novatec. [5] • O princípio da equivalência e a gênese da Relatividade Geral. [5]
Fontes	[1] http://novatec.com.br/livros/mangarelatividade/ [2] http://novatec.com.br/livros/mangarelatividade/ [3] http://novatec.com.br/livros/mangarelatividade/ [4] http://goo.gl/UB2924 [5] http://novatec.com.br/livros/mangarelatividade/ [6] http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=16&pag=3

Quadro 7 – Elementos da etapa: “Entendo a gravidade de Einstein”.

Nesta etapa, é feita a leitura do Guia Mangá Relatividade – O que é Relatividade Geral? - e a realização do experimento que simulação o tecido espaço.



Figura 12: Guia Mangá Relatividade.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 6.

Modelo representacional “Simulação do tecido espaço-tempo”**Atividade realizada na etapa nº6 – Entendendo a gravidade de Einstein.**

A atividade realizada nesta etapa, do tipo representacional, utiliza de um lençol esticado e um objeto no centro, para a simulação da deformação do tecido espaço-tempo.

O roteiro utilizado foi obtido no portal da Física e o Cotidiano e adaptado para utilização de materiais alternativos, inclusive os produzidos durante o curso. O roteiro é apresentado a seguir.



ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO PRÁTICO

ESPAÇO-TEMPO

ÁREA DO CONHECIMENTO

Física

CONTEÚDO

Física Moderna: relatividade, espaço-tempo.

OBJETIVO

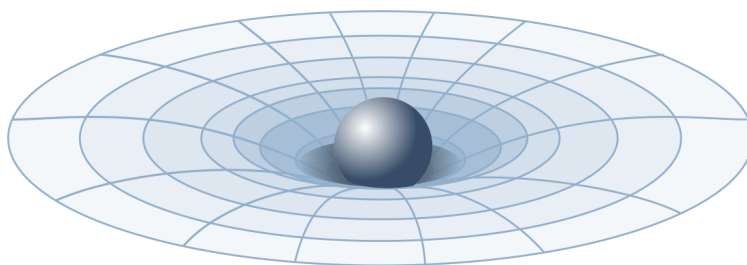
Simular a deformação (ou curvatura) do espaço-tempo provocada por uma massa, como sugerido pela Teoria da Relatividade, demonstrando a natureza geométrica da interação gravitacional.

DESCRIÇÃO

A deformação do espaço-tempo foi prevista por Albert Einstein em 1915 na sua Teoria da Relatividade Geral. Segundo ele, a atração gravitacional é uma consequência não da ação de forças, como propunha Newton, mas da deformação no próprio espaço-tempo causada pela presença de matéria.

De acordo com Einstein, a simples presença de uma massa tem o poder de alterar não só o espaço, como também o tempo ao seu redor, influenciando o movimento dos corpos próximos. O espaço-tempo seria, assim, uma espécie de “malha” na qual todas as coisas acontecem. Ele é uma espécie de “tecido” cósmico, feito de espaço e tempo, no qual todas repousam e se movem.

Neste experimento, você compreenderá como o espaço-tempo se deforma na presença da matéria e verá que essa deformação (origem da gravidade) dependerá diretamente da massa colocada. Observará também que a região deformada (campo gravitacional) é mais intensa nas proximidades da massa, exatamente como afirma a teoria da gravitação universal de Newton.



MATERIAIS

- Um lençol ou uma toalha de mesa;
- Uma bola de gude;
- Uma bola de futebol, vôlei, basquete, ou qualquer objeto esférico de massa razoável, como um seixo redondo de bom tamanho.

PROCEDIMENTO

1. O lençol deve ser esticado acima do solo de forma que se faça uma superfície plana. Ele pode ser esticado por quatro alunos, um em cada ponta, ou pode ser amarrado em quatro cadeiras.
2. No centro do lençol é colocado um objeto esférico de maior massa dentre os coletados. Observa-se que o objeto deformará o plano. Essa deformação simula a deformação criada pela massa de um corpo no espaço-tempo.
3. Coloque a gude próximo ao objeto, parada, e observe o que ocorre.
4. Em seguida, lance a gude de maneira a passar próximo do objeto (não deve ser apontada diretamente para ele). Observe o que acontece agora.

5. Coloque vários objetos de diferentes massas simultaneamente no lençol e repita o experimento. Qual deles “atrairá” mais intensamente a gude?

Qualquer objeto colocado próximo à massa¹ criada pelo corpo central será atraído por ele. É como se uma força atrativa estivesse existindo, sendo responsável pela mudança do estado original de movimento do corpo, exatamente como faz a força gravitacional.

Se a gude estiver inicialmente em repouso, será atraída direta e radialmente para o objeto de maior massa; se ela possuir uma velocidade inicial não nula, sua trajetória sofrerá uma modificação, ou encurvamento, como se alguma força atrativa estivesse atuando durante a sua passagem pelas vizinhanças do corpo central: quanto mais próximo passar, maior a “atração” sentida.

O objeto central simula um planeta, estrela ou qualquer outro corpo, enquanto que a gude pode representar um meteoro, um cometa ou qualquer coisa de massa menor que passe nas imediações do primeiro (pode até mesmo representar a luz!).

Na prática, ao passar pela massa,¹ a gude pode perder energia devido ao atrito e diminuir a sua velocidade progressivamente. Em consequência, poderá até mesmo colidir com o “atrator”. Se não houvesse atrito, seria até mesmo possível a gude “orbitar” o objeto de maior massa se tivesse velocidade adequada. Tudo isto mostra a perfeita analogia com a força gravitacional e o movimento dos corpos celestes.

RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

Este experimento não oferece riscos à segurança dos alunos.

¹ o entendimento de massa corresponde a deformação do tecido provocado pelo objeto de massa.

Etapa nº 7 – O Universo conhecido

TICs utilizadas em sala	Vídeo: NASA space video simulation of big bang theory forming a disk galaxy 13.5 million years old [1] Imagens: Painel impresso em tecido: Universo, Evolução e Vida. [2] Panfleto Universo em evolução – Ano internacional da Astronomia.[3]
TICs complementares	Documentários disponíveis no Youtube: • From Nothing To Everything - How The Universe Works. • The First Second After The Big Bang - Universe Documentary 2014 Textos disponíveis on-line: • Fascínio do universo – Augusto Damineli. [4] • As 5 fases - Universo, Evolução e Vida. [5]
Fontes	[1] http://goo.gl/DDImB [2] http://www.astro.iag.usp.br/~daminieli/evolucao/evolucao-zoom.htm [3] http://www.astro.iag.usp.br/~daminieli/evolucao/evolucao-zoom.htm [4] http://www.astro.iag.usp.br/fascinio.pdf [5] http://www.astro.iag.usp.br/~daminieli/

Quadro 8 – Elementos da etapa: “O Universo conhecido”.

Os materiais descritos a seguir são utilizados para o desenvolvimento da etapa de nº 7.

Vídeo: “Cosmic Swirly Straws Feed Galaxy”



Ficha técnica

Nome: Cosmic Swirly Straws Feed Galaxy

Gênero: Divulgação Científica

Duração: 1 minuto e 28 segundos

Créditos: Video courtesy of the N-Body Shop at University of Washington, Seattle.

Fonte: <http://goo.gl/DDImB>

Figura 13: Vídeo “Cosmic Swirly Straws Feed Galaxy”.

Descrição: Criado com a ajuda de supercomputadores, esta simulação mostra a formação de uma galáxia massiva durante os primeiros dois bilhões de anos do Universo. O gás hidrogênio é cinza, jovens estrelas aparecem em azul, e as estrelas mais velhas são vermelhas. A simulação revela que os fluxos de gás em galáxias ao longo da sua formação são semelhantes a filamentos cósmicos articulados.

Imagem e Painel: “Universo, Evolução e Vida”

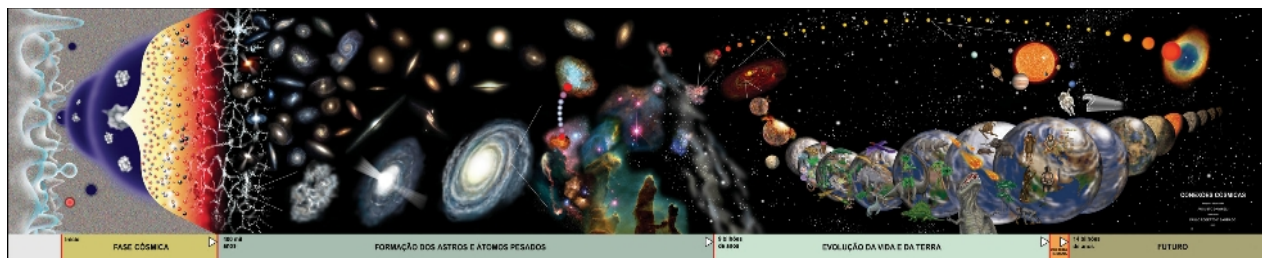


Figura 14: “Universo, Evolução e Vida”.

Ficha técnica

Nome: Universo, Evolução e Vida

Resolução: 2636 x 536 pixels

Créditos: Augusto Damineli

Fonte: <http://goo.gl/vOyEKJ>

Descrição: Este painel apresenta uma síntese das atuais Teorias de Evolução: uma aventura intelectual tentando explicar o mundo por causas internas - sem a intervenção de entidades sobrenaturais - iniciada há mais de 20 séculos. A idade do Universo foi adotada como 14 bilhões de anos (o número oficial é 13,7). As fases do Big Bang e da Cultura Humana estão bastante exageradas. A organização ao longo do eixo do tempo pode dar a impressão que a evolução se processa numa única linha da qual somos o ápice. Isso é apenas uma consequência de que o panorama é apresentado do global para o particular. As linhas em forma de V indicam os pontos onde ampliamos os detalhes. Partindo da origem do Universo como um todo, o leque vai se fechando em uma galáxia, a Via Láctea, dentro dela é focalizada uma região onde nasceu umas de suas estrelas, o Sol, rodeada de planetas, entre eles o nosso. Ao chegar ao Homem atual (representado pelo astronauta), a leitura correta consiste em olhar para trás e ver que quanto mais no passado, nossa história se ligava a processos cada vez mais amplos, atingindo o Universo como um todo, em seu início.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, V. A. Estruturas conceituais e estratégias de investigação: modelos representacionais e instanciais, analogias e correspondência. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 585-609, 2011.

CAMINO, N. Aprender a imaginar para comenzar a comprender: Los "modelos concretos" como herramientas para el aprendizaje en astronomía. **[Versión electrónica] Revista Alambique**, n.42, 2004.

DAMINELI, Augusto ; STEINER, João. **O Fascínio do Universo**. São Paulo: Odysseus, 2010.

GARCIA, D. S. ; CORRÊA, H. P. S. **Um modelo com representação tridimensional do cruzeiro do sul como atividade para o ensino de Astronomia**. III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – SNEA, Curitiba, 2014.

_____. **Um modelo para a representação da deformação do espaço: uma atividade de FMC para o ensino médio**. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Uberlândia, 2015.

IAG/USP, **Curso à distância de Astrofísica Geral do Observatório Nacional**, 2013. Disponível em: <http://www.on.br/ead_2013/>

OLIVEIRA, Marta Kohl, **Aprendizado e desenvolvimento: Um processo sócio-histórico**. Scipione, 1997.

SILVA, L. H. A. **A perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências**. In: GULLICH, R. I. C. (org.). Didática das Ciências. Curitiba: Prismas, 2013.

UFMS, Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis: **Projeto Escola de Formação de Jovens Astrônomos – 2014**, Campo Grande, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/4pDwr5>>

VYGOTSKI, Lev Semenovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.