

Estrutura Elementar da Matéria: Um Cartaz em Cada Escola

Sérgio F. Novaes

(Coordenador do Projeto)

João B. Marques

(Bolsista)

I Workshop do SPRACE

Tabela dos Elementos Químicos

Dmitri Ivanovich Mendeleev

CLIQUE NO SAIBA MAIS PARA OBTER AS TÉCNICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE, SEGUNDO SUA CONCENTRAÇÃO.

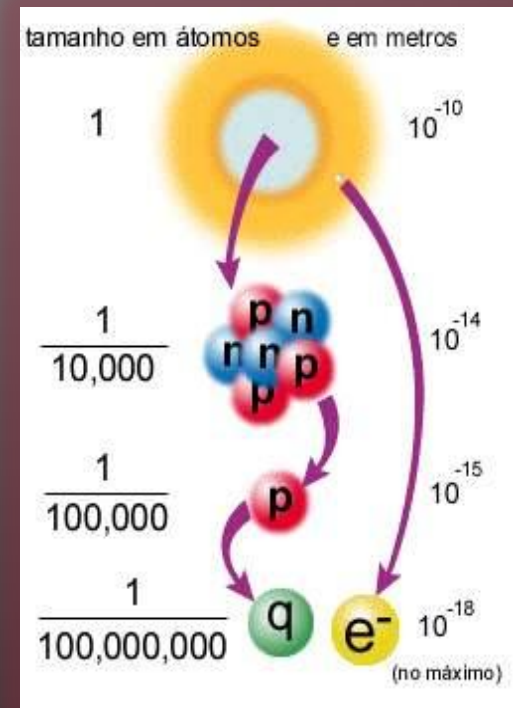
1	2																	10
H	He																	Ne
3	4																	10
Li	Be																	Ne
11	12																	18
Na	Mg																	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	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	105	106	107	108	109	110	111	112							
Fr	Ra	+Ac	Rf	Ha	106	107	108	109	110	111	112							
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
		3	14	40	60	89	90	137	210	210	222	226	228	228	230	232	235	238
		H	C	K	Co	Sr	Sr	Cs	Pb	Po	Rn	Ra	Ra	Th	Th	U	U	U

* Lantanídeos
+ Actinídeos
Radionuclídeos

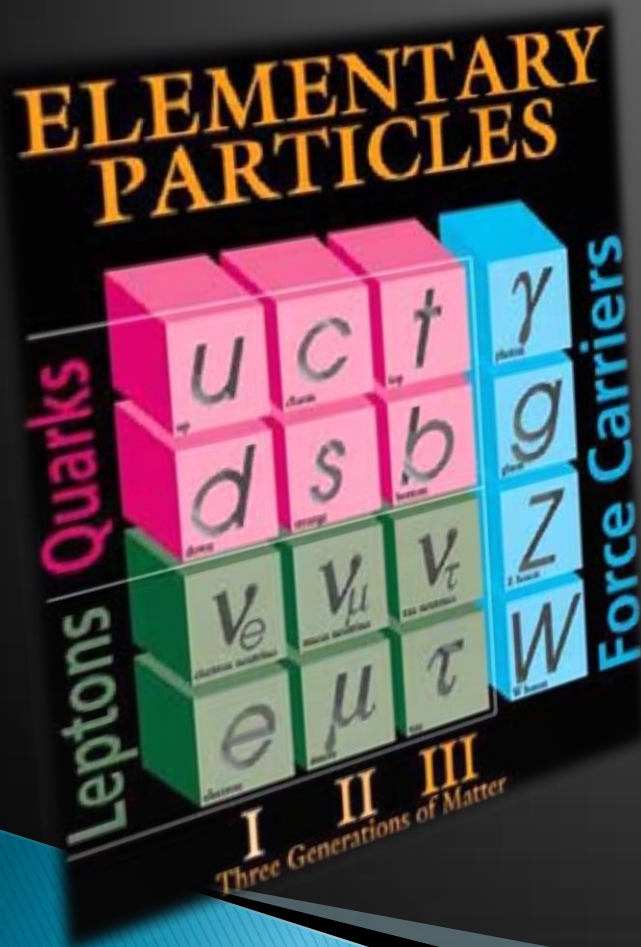
- ▶ Desempenhou um importante papel na compreensão da estrutura da matéria.
- ▶ Desempenha um papel essencial no ensino de Química e Física fornecendo um panorama completo e organizado do universo da matéria conhecida.

Século XX

- ▶ Oito ordens de magnitude puderam ser exploradas graças aos avanços científicos.



- ▶ Enorme avanço em nossa compreensão da estrutura mais íntima da matéria.



- Mecânica Quântica
- Descobertas experimentais (Rutherford – aceleradores)

- ▶ Sabemos que os blocos constituintes da matéria aparece na Natureza sob a forma:

- Seis quarks (up, down, strange, charm, bottom, top)
- Seis léptons (elétron, múon, tau e seus três respectivos neutrinos).

Público Alvo

{ estudantes do Ensino Médio
{ grande maioria do público em geral



encontram-se desprovidos deste conhecimento.

Objetivos

- ▶ Sanar a falha na formação de nossos estudantes com a introdução dos conceitos da estrutura elementar da matéria.
- ▶ Divulgar de forma didática os conhecimentos adquiridos durante o último século acerca da estrutura elementar da matéria
- ▶ Estimular a curiosidade dos estudantes
- ▶ Auxiliar à formação continuada dos professores

Metodologia:

- ▶ Levar a cada Escola do Ensino Médio conhecimentos básicos sobre os constituintes elementares da matéria e as interações que regem o mundo subatômico.
- ▶ Distribuição de um **cartaz** contendo, de forma sucinta e coerente, um apanhado do conhecimento de **Partículas Elementares**.
- ▶ **Panfleto** explicativo que permitirá aos professores ter acesso às informações necessárias para responder as questões levantadas pelos estudantes.
 - *Sítio Aventura da Partículas*
- ▶ **Fórum de Discussão** para estudantes e professores secundários trocar idéias a respeito das informações contidas no cartaz e no sítio.

▶ Países em que projetos semelhantes já foram implantados com sucesso:

- EUA
- França
- Canadá

▶ Países com interesse de implantar:

- Índia
- Argélia
- Marrocos
- Inglaterra
- Romênia
- Polônia
- Indonésia

EUA

Standard Model of
FUNDAMENTAL PARTICLES AND INTERACTIONS

The Standard Model comprises the current knowledge of Particle Physics. It is the quantum theory that includes the theory of strong interaction (Quantum Chromodynamics or QCD) and the unified theory of weak and electromagnetic interactions (electroweak). Gravity is excluded as it is not part of the Standard Model.

FERMIONS
matter constituents
spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...

Leptons			Quarks		
Flavor	Mass (GeV/c ²)	Electric charge	Flavor	Mass (GeV/c ²)	Electric charge
e ⁻ electron	0.511	0	u ⁺ up	0.0023	2/3
μ ⁻ muon	0.105658	-1	d ⁻ down	0.0048	-1/3
τ ⁻ tau	1.777	-1	c ⁺ charm	1.3	2/3
ν _e electron neutrino	<0.000001	0	s ⁻ strange	0.1	-1/3
ν _μ muon neutrino	<0.01	0	t ⁺ top	173	2/3
ν _τ tau neutrino	<0.001	0	b ⁻ bottom	4.2	-1/3

Structure within the Atom

BOSONS
force carriers
spin = 0, 1, 2, ...

Unified Electroweak			Strong		
Name	Mass (GeV/c ²)	Electric charge	Name	Mass (GeV/c ²)	Electric charge
γ photon	0	0	g	0	0
W ⁻	80.4	-1	W ⁺	80.4	+1
Z ⁰	91.187	0	Z ⁰	91.187	0

Properties of the Interactions

Property	Interaction	Coupling			
		Gravitational	Electromagnetic	Weak	Strong
Mass-Energy	All	Yes	Yes	Yes	Yes
Electric Charge	Electromagnetic	No	Yes	No	No
Color Charge	Strong	No	No	No	Yes

Vector and Axionvector
The four vector bosons are a combination of spin-1 and spin-0. The photon is a combination of spin-1 and spin-0. The gluons are a combination of spin-1 and spin-0. The W and Z bosons are a combination of spin-1 and spin-0.

- ▶ O Contemporary Physics Education Project (CPEP) <http://www.cpepweb.org>
- ▶ Organização sem fins lucrativos de físicos e educadores.
- ▶ Últimos 10 anos: 200.000 copias do cartaz.



▶ *Descreve as partículas elementares e suas interações*

França

Composants élémentaires de la matière

Les interactions fondamentales se associent aux interactions fondamentales permettant leur propagation.

	1 ^{re} famille	2 ^e famille	3 ^e famille
LEPTONS	e électron neutrino e	μ muon neutrino μ	τ tauon neutrino τ
QUARKS	u up down	c charm strange	t top bottom

Les interactions fondamentales

- Gravitation**
Attraction universelle, pesanteur, gravité.
GRAVITON ?
- Interaction faible**
Désintégration radioactive.
 Z^0, W^+, W^-
- Interaction électromagnétique**
Électricité, magnétisme, cohésion de l'atome et du cristal, chimie.
PHOTON
- Interaction forte**
Cohésion des protons et des neutrons.
GLUON

- ▶ Desenhado pelos estudantes da *École Estienne* de design de Paris
- ▶ 2005: 20.000 cópias foram distribuídas para 3.600 escolas.
- ▶ Panfletos com a finalidade de auxiliar os professores



Elementary components of matter

Fundamental interactions

Escolas de Natureza
Das planetas ao exterior das galáxias, as relações físicas resultam das ações da Natureza.

Léptons
Consta de partículas instáveis ou estáveis e não sente as que não são iguais.

Interações
Um resumo de todas as interações conhecidas de natureza e das partículas envolvidas.

Prótons e Neutrões
Exemplo de partículas compostas por quarks coloridos.

Quarks
Componentes das partículas que integram fortemente, tal como prótons e neutrões.

Interações
Exemplo de interações fundamentais da natureza e suas partículas características.

- ▶ *Descrição dos componentes elementares da matéria e das interações fundamentais.*

O projeto envolve:

- ▶ Design, impressão e distribuição de cartazes para todas as escolas do ensino médio (públicas e privadas).

Partículas Elementares

Leptons

Partículas com momento angular intrínseco (spin) $1/2$ que não interagem através da força forte. Há 3 famílias de leptons compostas por um lepton carregado e um neutrino.

- Os elétrons (e) compõem a eletrosfera que circunda o núcleo dos átomos e são responsáveis pelas ligações químicas entre os elementos. Em movimento produzem a corrente elétrica e geram campos magnéticos.
- Os leptões múon (μ) e tau (τ), possuem características similares ao elétron, mas são muito mais pesados.
- Os neutrinos (ν) são extremamente leves, não possuem carga elétrica e interagem muito fracamente com as outras partículas, são produzidos em decaimentos nucleares e na fusão nuclear que ocorre no Sol.

Quarks

Quarks são partículas que também interagem através da força forte e possuem carga fracionária ($+2/3$ e $-1/3$) e spin $1/2$. Eles formam os hádrons (3 quarks ou 1 quark + 1 anti-quark) e não são observados livres.

- Os quarks da primeira família (u e d) formam os prótons (uud) e nêutrons (udd) e diversos hádrons como os píons ($u\bar{d}$) e $\bar{u}d$ (bárion).
- As outras duas famílias de quarks, compostas pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõem a matéria usualmente sendo apenas produzidas em colisões de outras partículas.
- As outras duas famílias de quarks, compostas pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõem a matéria usualmente sendo apenas produzidas em colisões de outras partículas, os em colisões de outras partículas.

Fótons (γ)
Fóton é o quantum do campo eletromagnético. Toda radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio e televisão passando pela luz visível até os raios ultravioleta, a gama, é formada por fótons. Partículas-ondas sem massa ou carga, os fótons são responsáveis pela transmissão da interação entre as partículas da eletrodinâmica quântica.

Gluons (g)
O glúon desempenha para a interação forte um papel semelhante aos fótons para interação eletromagnética. Eles são trocados entre partículas que possuem "carga de cor" como os quarks. As três "cores" são as "cargas fortes" equivalentes às cargas elétricas positivas e negativas. A interação forte é 100 vezes mais intensa que a interação eletromagnética e seu alcance não vai além do núcleo atômico. Ela é responsável por manter os quarks ligados, formando prótons e nêutrons, e seu efeito residual (força dos mésons) mantém os núcleos e moléculas, e seu efeito residual (força dos mésons) mantém os núcleos e moléculas.

Bósons Vetoriais Massivos (W \pm e Z)
A interação fraca é intermediada pelos bósons carregados W $^+$ e W $^-$ e pelo bóson neutro Z 0 . A interação fraca é de curtíssimo alcance agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico e é 10.000 mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca afeta tanto léptons quanto quarks e é responsável pelo decaimento beta, onde um nêutron do núcleo atômico se transforma em um próton emitindo um elétron e seu anti-neutrino (veja diagrama). Ela também desempenha importante papel na geração de energia das estrelas e no universo.

Gravitacional:
A força gravitacional é uma centena de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão de milhão de vezes mais fraca que todas as outras interações e portanto não tem nenhuma importância no mundo sub-atômico.

Diagrama: Neutrón, Quarks, Gluón, Prótons, Núcleo, Leptons

- Esse cartaz apresentará os principais avanços científicos sobre as partículas que compõe a matéria e suas interações

- Um panfleto com informações adicionais

- Implantação de um fórum de discussão na internet.

Partículas Elementares

Quarks

Quarks são partículas que também interagem através da força forte e possuem carga fracionária ($+2/3$ e $-1/3$) e spin $1/2$. Eles formam os hadrons (3 quarks ou 1 quark + 1 antiquark) e não são observados livres.

u
up

d
down

c
charm

s
strange

t
top

b
bottom

Os quarks da primeira família up (u) e down (d) formam os prótons (uud) e nêutrons (udd) e diversos mésons como os pions δ^+ (u dbar) e δ^- (ubar d).

As outras duas famílias de quarks, composta pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõe a matéria usual sendo apenas produzidos em colisões de outras partículas.

As outras duas famílias de quarks, composta pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõe a matéria usual sendo apenas produzidos em colisões de outras partículas.

Leptons

Partículas com momento angular intrínseco (spin) $1/2$ que não interagem através da força forte. Há 3 famílias de leptons compostas por um lépton carregado e um neutrino.

e
elétron

μ
muon

τ
tau

ν_e
neutrino e

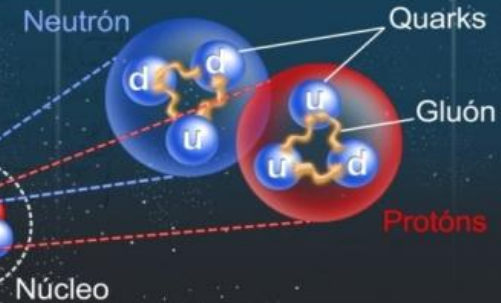
ν_μ
neutrino μ

ν_τ
neutrino τ

Os elétron (e) compõe a atmosfera que circunda o núcleo dos átomos e são responsáveis pelas ligações químicas entre os elementos. Em movimento produzem a corrente elétrica e geram campos magnéticos.

Os leptons muon (μ) e tau (τ), possuem características similares ao elétron, mas são muito mais pesados.

Os neutrinos (ν) são extremamente leves, não possuem carga elétrica e interagem muito fracamente com as outras partículas. São produzidos em decaimentos nucleares e na fusão nuclear que ocorre no Sol.



Átomo

Núcleo

Leptons

Neutrón

Quarks

Glúon

Protóns

Fótons (γ)

O fóton é o quantum do campo eletromagnético. Toda radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio e televisão passando pela luz visível até os raios ultravioletas e gama, é formada por fótons. Partículas-ondas sem massa ou carga, os fótons são responsáveis pela transmissão da interação entre as partículas eletricamente carregadas.

Glúons (g)

O glúon desempenha para a interação forte um papel semelhante aos fótons para interação eletromagnética. Eles são trocados entre partículas que possuem "cargas de cor" como os quarks. As três "cores" são as "cargas fortes" equivalentes às cargas elétricas positiva e negativa. A interação forte é 100 vezes mais intensa que a interação eletromagnética e seu alcance não vai além do núcleo atômico. Ela é responsável por manter os quarks ligados, formando prótons e nêutrons, e seu efeito residual (troca de mésons) mantém prótons e nêutrons unidos formando o núcleo atômico.

Bósons Vetoriais Massivos (W^\pm e Z):

A interação fraca é intermediada pelos bósons carregados W^+ e W^- e pelo bóson neutro Z^0 . A interação fraca é de curtíssimo alcance agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico e é 10.000 mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca afeta tanto léptons quanto quarks e é responsável pelo decaimento beta, onde um nêutron do núcleo atômico se transforma em um próton emitindo um elétron e seu anti-neutrino (vide diagrama). Ela também desempenha importante papel na geração de energia das estrelas como o Sol.

Gravitacional:

A força gravitacional é uma centena de milhão de milhão de milhão de milhão de vezes mais fraca que todas as outras interações e portanto não tem nenhuma importância no mundo sub-atômico.

O cartaz

artículas Elementares

Leptons

- 1. Eléctrico
- 2. Magnético
- 3. Débil
- 4. Fuerte
- 5. Gravitacional

Quarks

- 1. Eléctrico
- 2. Magnético
- 3. Débil
- 4. Fuerte
- 5. Gravitacional

Neutrinos

- 1. Eléctrico
- 2. Magnético
- 3. Débil
- 4. Fuerte
- 5. Gravitacional

Glúons

- 1. Eléctrico
- 2. Magnético
- 3. Débil
- 4. Fuerte
- 5. Gravitacional

Gravitacónes

- 1. Eléctrico
- 2. Magnético
- 3. Débil
- 4. Fuerte
- 5. Gravitacional

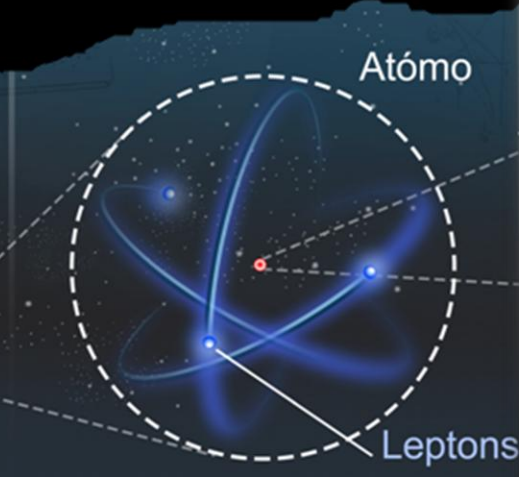
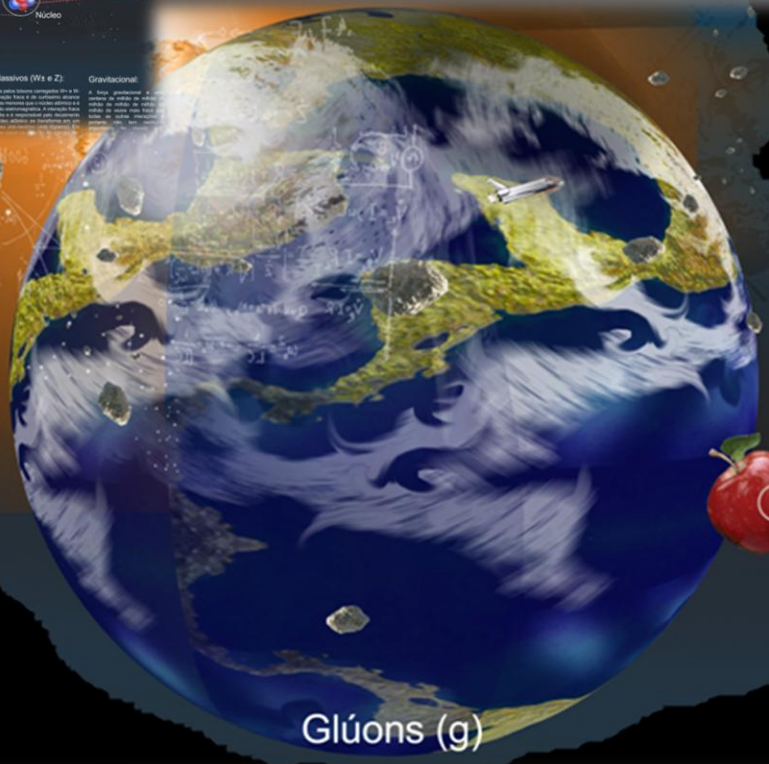
Atómo

Núcleo

Leptons

Bósons Vectoriales Masivos (W e Z)

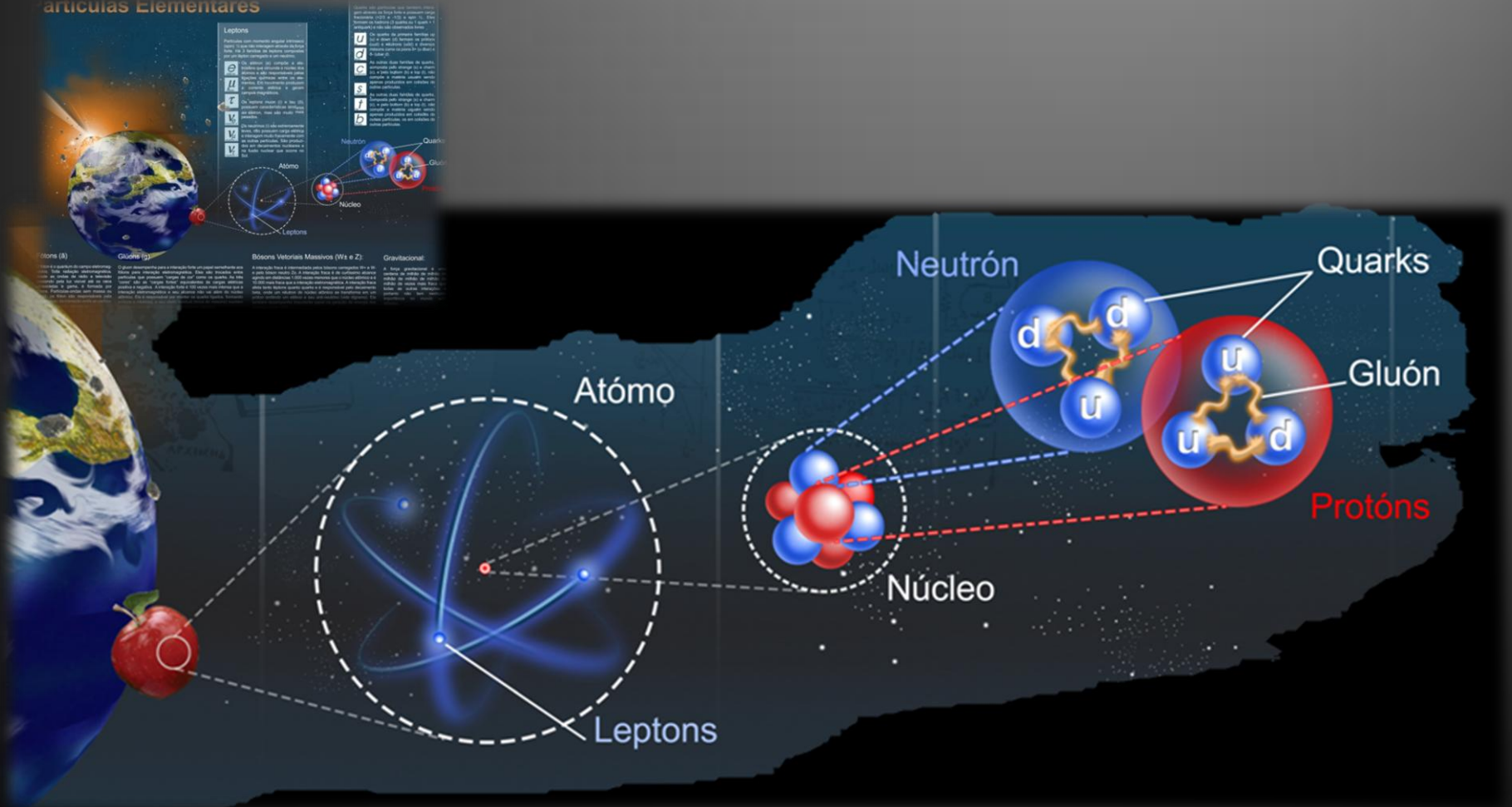
Gravitacónes



Glúons (g)

O cartaz

artículas Elementares



O cartaz

partículas Elementares

Leptons

Partículas com momento angular intrínseco (spin) $\frac{1}{2}$ que não interagem através da força forte. Há 3 famílias de leptons compostas por um lépton carregado e um neutrino.

Quarks

Partículas com momento angular intrínseco (spin) $\frac{1}{2}$ que interagem através da força forte. Há 6 tipos de quarks: up, down, strange, charm, bottom e top.

Bósons Vetoriais Massivos (W e Z)

Partículas com momento angular intrínseco (spin) 1 que mediam as interações eletrofracas.

Gravitacões

Partículas com momento angular intrínseco (spin) 2 que mediam a interação gravitacional.

Átomo

Diagrama de um átomo mostrando o núcleo (protons e neutrons) e os elétrons orbitando.

Leptons

Diagrama de um lépton (elétron) orbitando o núcleo.

Neutrino

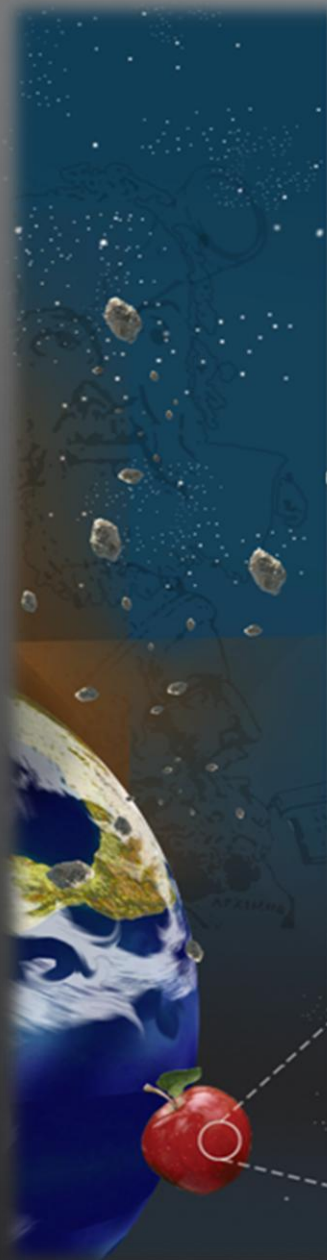
Diagrama de um neutrino.

Quark

Diagrama de um quark.

Núcleo

Diagrama de um núcleo atômico.



Leptons

Partículas com momento angular intrínseco (spin) $\frac{1}{2}$ que não interagem através da força forte. Há 3 famílias de leptons compostas por um lépton carregado e um neutrino.



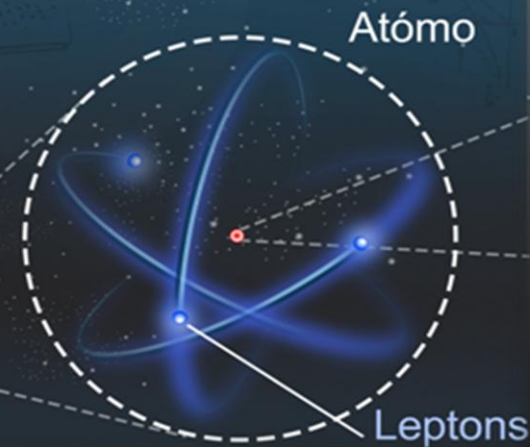
Os elétron (e) compõe a eletrosfera que circunda o núcleo dos átomos e são responsáveis pelas ligações químicas entre os elementos. Em movimento produzem a corrente elétrica e geram campos magnéticos.



Os leptons muon (μ) e tau (τ), possuem características similares ao elétron, mas são muito mais pesados.



Os neutrinos (ν) são extremamente leves, não possuem carga elétrica e interagem muito fracamente com as outras partículas. São produzidos em decaimentos nucleares e na fusão nuclear que ocorre no Sol.



O cartaz

partículas Elementares

Fótons (γ)
 É a partícula de campo eletromagnético. É responsável por todas as interações eletromagnéticas. Não tem massa e viaja à velocidade da luz. É produzido em todas as transições de energia em átomos e moléculas.

Gluões (g)
 É responsável pela interação forte que mantém unidos os quarks dentro dos prótons e nêutrons. Não tem massa e é produzido em todas as colisões de partículas.

Bósons Vetoriais Massivos (W e Z)
 São responsáveis pela interação fraca. Têm massa e são produzidos em todas as interações fracas.

Gravitacões
 É a partícula hipotética responsável pela interação gravitacional. Não tem massa e viaja à velocidade da luz.

Quarks

Quarks são partículas que também interagem através da força forte e possuem carga fracionária (+2/3 e -1/3) e spin 1/2. Eles formam os hadrons (3 quarks ou 1 quark + 1 antiquark) e não são observados livres.



Os quarks da primeira família (u) e down (d) formam os prótons (uud) e nêutrons (udd) e diversos mésons como os pions π^+ (u dbar) e π^- (ubar d).



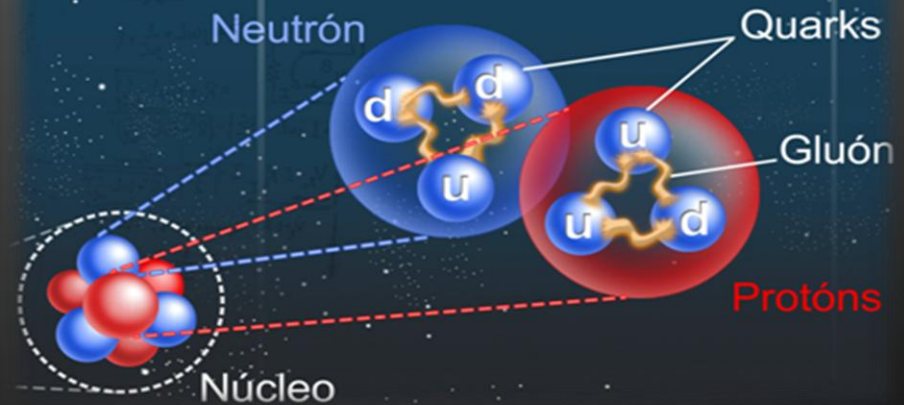
As outras duas famílias de quarks, composta pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõem a matéria usual sendo apenas produzidos em colisões de outras partículas.



As outras duas famílias de quarks, composta pelo strange (s) e charm (c), e pelo bottom (b) e top (t), não compõem a matéria usual sendo apenas produzidos em colisões de outras partículas.

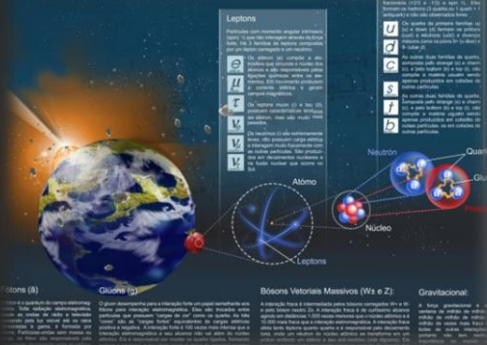


os em colisões de outras partículas.



O cartaz

artículas Elementares



Fótons (γ)

O fóton é o quantum do campo eletromagnético. Toda radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio e televisão passando pela luz visível até os raios ultravioletas e gama, é formada por fótons. Partículas-ondas sem massa ou carga, os fótons são responsáveis pela transmissão da interação entre as partículas eletricamente carregadas.

Glúons (g)

O glúon desempenha para a interação forte um papel semelhante aos fótons para interação eletromagnética. Eles são trocados entre partículas que possuem "cargas de cor" como os quarks. As três "cores" são as "cargas fortes" equivalentes às cargas elétricas positiva e negativa. A interação forte é 100 vezes mais intensa que a interação eletromagnética e seu alcance não vai além do núcleo atômico. Ela é responsável por manter os quarks ligados, formando prótons e nêutrons, e seu efeito residual (troca de mésons) mantém prótons e nêutrons unidos formando o núcleo atômico.

Bósons Vetoriais Massivos (W^{\pm} e Z):

A interação fraca é intermediada pelos bósons carregados W^+ e W^- e pelo bóson neutro Z^0 . A interação fraca é de curtíssimo alcance agindo em distâncias 1.000 vezes menores que o núcleo atômico e é 10.000 mais fraca que a interação eletromagnética. A interação fraca afeta tanto léptons quanto quarks e é responsável pelo decaimento beta, onde um nêutron do núcleo atômico se transforma em um próton emitindo um elétron e seu anti-neutrino (vide digrama). Ela também desempenha importante papel na geração de energia das estrelas como o Sol.

Gravitacional:

A força gravitacional é uma centena de milhão de milhão de milhão de milhão de vezes mais fraca que todas as outras interações e portanto não tem nenhuma importância no mundo sub-atômico.

O Panfleto

O presente site é a continuação de três livros de cartaz contendo informações sobre a vida científica atual da estrutura da matéria.

Mostrar informações podem ser acessadas pelo Internet no site:

<http://fepq.f.usp.br/elementar>

no endereço de endereço:

Sérgio F. Neves
Instituto de Física Teórica — UNESP
Rua Pamplona, 145
01485-900 — São Paulo, S.P.

ELEMENTARY PARTICLES
Leptons Quarks Force Carriers

Estrutura Elementar da Matéria: Um Cartaz em Cada Escola

Uma Iniciativa do Centro Regional de Análise de São Paulo (SPRACE) com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Coordenador: Sérgio F. Neves

Equipe de produção e acompanhamento: Eduardo M. Gregório, Gil C. Moraes, Fábio G. Moraes, Sandra L. Fátima

Participar do Fórum de Educação no site: <http://fepq.f.usp.br/elementar/>

Link Site do Projeto

Panfleto explicativo que permitirá aos professores ter acesso às informações necessárias para responder as questões levantadas pelos estudantes.

Partículas Elementares

Leptons
Partículas sem interação forte, portanto, não são afetadas pela interação forte. São as partículas mais leves e não interagem com a interação forte. São os elétrons, múons e taus. Também incluem os neutrinos, que são partículas neutras e sem carga elétrica.

Quarks
Quarks são partículas que também não possuem interação forte, mas são afetadas por ela. São os blocos de construção da matéria. Existem seis tipos de quarks: up, down, strange, charm, top e bottom. São sempre encontrados em pares ou múltiplos de três, formando prótons e nêutrons.

Bósons
Bósons são partículas que mediam as interações fundamentais. Existem quatro tipos: fótons (eletromagnética), glúons (forte), bósons W e Z (fracamente) e o gráviton (gravitacional).

Interações
Uma resumo de todas as interações conhecidas da natureza e de partículas associadas.

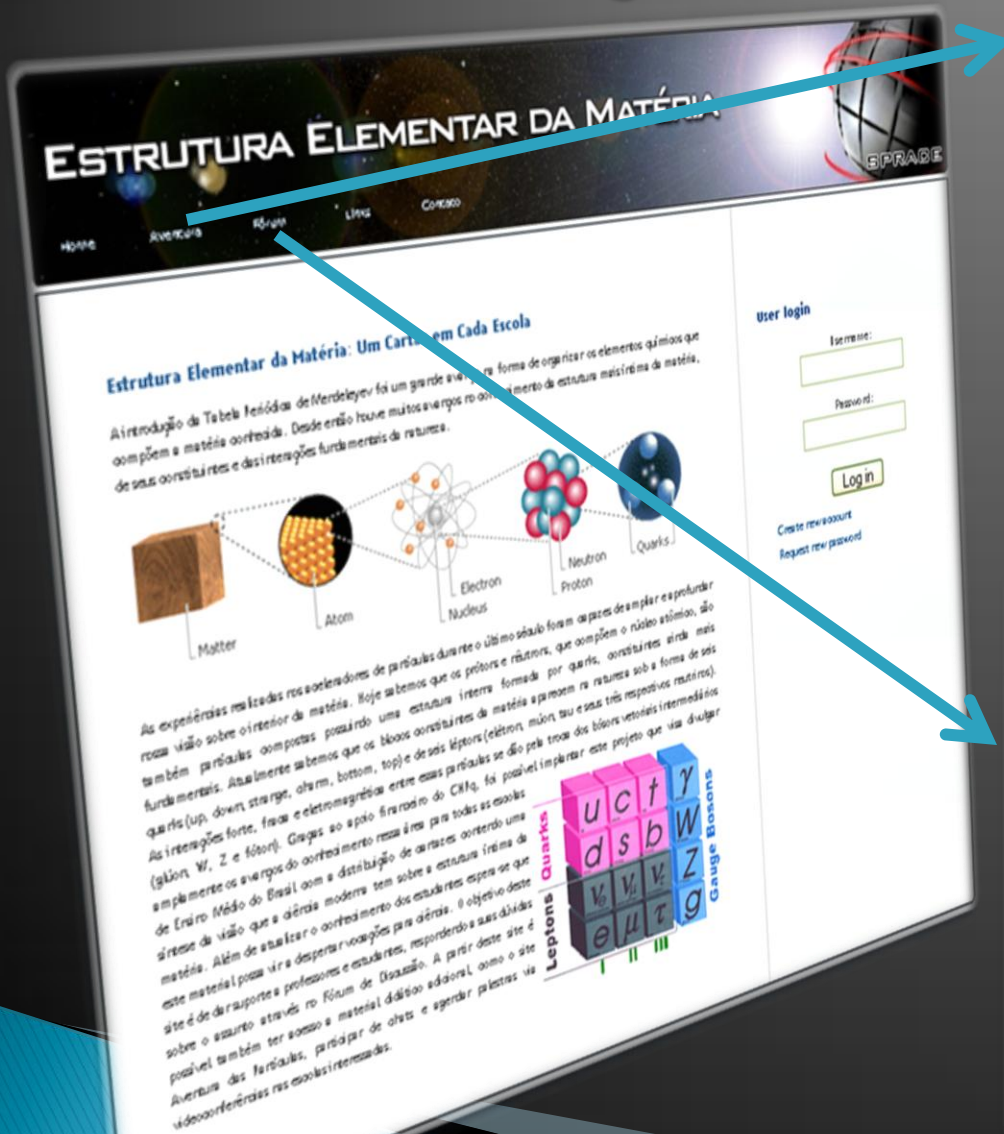
Exemplo de interações fundamentais da natureza e suas principais características

Exemplo de partículas compostas por quarks e léptons

Exemplo de interações que integram forças, tal como prótons e nêutrons

Exemplo de interações fundamentais da natureza e suas principais características

Site do Projeto



Aventura das Partículas

ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Home Aventura Fórum Links Contato

Home

Aventura das Partículas

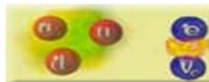
A aventura das Partículas

O site "Aventura das Partículas" possui uma grande quantidade de informações na área da Física das Partículas Elementares. A tradução deste site para o português foi possível graças à permissão do "Particle Data Group" do Lawrence Berkeley National Laboratory e ao apoio financeiro do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência - PRONEX (Processo no 272/97). Este site possui mais de 700 artigos cuidadosamente encadeados de modo a transmitir de forma leve e didática os principais conceitos envolvidos na área de Física das Partículas Elementares.

A aventura das Partículas

Página Inicial

[Ver na Língua Espanhol](#) - [Francaise](#) - [Wersja Polska](#) - [Slovakista Wersja](#)



O Modelo Padrão

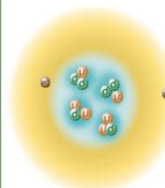
O Modelo Padrão é uma teoria que explica as partículas e as forças fundamentais. Explica do que o mundo é feito e o que o mantém unido. Contudo, ainda existem muitas questões a serem respondidas.

- [O que é Fundamental?](#)
- [Do que o Mundo é Feito?](#)
- [O que o Mantém Unido?](#)
- [Decalogo das Partículas](#)
- [Mistérios Não Resolvidos](#)



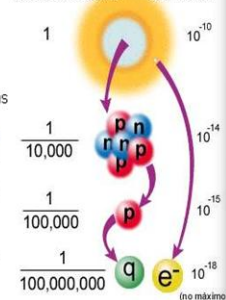
O Que é Fundamental? A Escala do Átomo

Este é o modelo atômico moderno.



Os elétrons estão em constante movimento em torno do núcleo; os prótons e os nêutrons vibram dentro do núcleo e os quarks vibram dentro dos prótons e nêutrons.

tamanho em átomos e em metros



Esta figura está bastante distorcida. Se fossemos desenhar o átomo em escala e fizéssemos os prótons e nêutrons com um centímetro de diâmetro, então os elétrons e quarks deveriam ter um diâmetro menor do que o de um fio de cabelo e o diâmetro do átomo inteiro deveria ser maior que o comprimento de trinta campos de futebol! 99,999999999999% do volume de um átomo é apenas espaço vazio!

Ao mesmo tempo que um átomo é pequeno, o núcleo é dez mil vezes menor que o átomo, e os quarks e elétrons são pelo menos dez vezes menores que eles. Não sabemos exatamente quão menores os quarks e elétrons são; eles são definitivamente menores que 10^{-18} metros, e podem ser literalmente pontos, mas nós não sabemos com certeza.

Também é possível que os quarks e os elétrons não sejam fundamentais de fato, e eventualmente acabem sendo constituídos de outras partículas mais fundamentais. (Oh céus, será que nunca termina essa loucura?)

- [Como](#)
 - [Mapa](#)
 - [Do que o Mundo é Feito?](#)
 - [Do que o Mantém Unido?](#)
 - [Outros](#)
- [Mistérios Não Resolvidos](#)
[Agradecemos seus Pedidos Conhecer](#)
[mande um email para: pavel@pdg.gov](#)
[Como Podemos Detectar o](#)
[Contatos dos Prótons](#)
[Contatos aos Países](#)
[Experimentos com Partículas](#)
[Como Interpretamos Nossos](#)
[Dados?](#)

Fórum

ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Home Aventura Fórum Links Contato

Home

Fórum

ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Aqui você pode acessar o Fórum de D...
profissionais da área da Física das Par...
deste Fórum, estudantes e professores
respeito do material contido no cartaz e
que dispõem de profissionais da área d...
responder aos seus questionamentos.

Este Fórum permite também que sejam a...
ou palestras através do sistema de ví...
durante as quais serão complementadas a...
cartaz e no site.

ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA



Estrutura Elementar da Matéria Fórum

Um Cartaz em Cada Escola

- FAQ
- Pesquisar
- Membros
- Grupos
- Registrar
- Perfil
- Entrar e ver Mensagens Particulares
- Entrar

Data: Ter Mar 27, 2007 2:31 am

Estrutura Elementar da Matéria Fórum - Índice do Fórum

Fórum			Ler mensagens SEM resposta		
	Tópicos	Mensagens		Última Mensagem	
Estrutura Elementar da Matéria: Um Cartaz em Cada Escola	83	198	Sáb Mar 24, 2007 3:03 pm	sebastianrekz	+D
Apresentação	62	190	Qui Mar 15, 2007 1:43 am	A-toun	+D

Apresentação

Dúvidas

Tire suas dúvidas sobre o funcionamento do Fórum

Quem está ligado

Os nossos Usuários colocaram um total de **388** mensagens
Temos **122** Usuários registrados
Dêem boas vindas ao nosso mais novo usuário: [jeferson](#)
Há **1** Usuário online :: Nenhum Usuário Registrado, Nenhum Invisível e 1 Visitante
Recorde de Usuários Online foi de **4** em Dom Set 24, 2006 9:30 am
Usuários Registrados Nenhum

Esta informação é baseada em Usuários Ativos nos últimos cinco minutos

Entrar

Usuário:

Senha:

Permanecer Logado automaticamente em cada visita

Entrar



Não há mensagens novas



Fórum Bloqueado

Cronograma

Atividade	Cronograma de Execução				
	1º Sem.	2º Sem.	3º Sem.	4º Sem.	5º Sem.
Design do Cartaz e Panfleto Design do sitio do Fórum	■				
Impressão Cartaz e Panfleto Implantação do Fórum	■	■	■	■	■
Distribuição Cartazes e Panfletos para as Escolas do Ensino Médio		■	■		
Acompanhamento e Moderação do Fórum.		■	■	■	■

