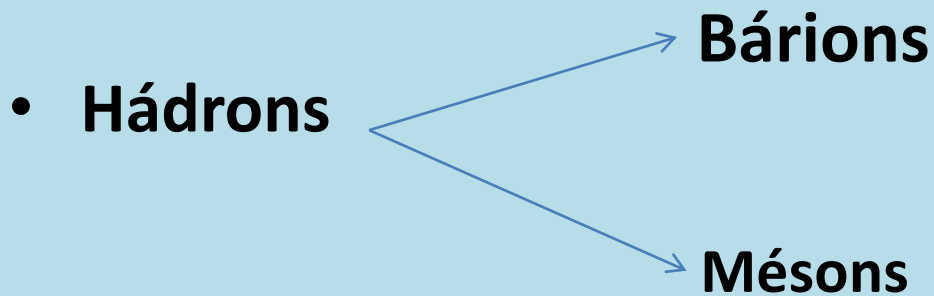


# *Partículas Elementares*

- **Átomos consistem de elétrons que formam as camadas eletrônicas, e núcleos, compostos por prótons e nêutrons que, por sua vez, consistem de quarks ( dos tipos u e d, ou seja, up e down).**
- **Quarks são, possivelmente, os constituintes fundamentais da matéria.**
- **Há seis espécies, ou sabores, de quarks:**

- **1) u (up)**
- **2) d (down)**
- **3) c (charmed)**
- **4) s(strange)**
- **5) b (bottom)**
- **6) t (top)**
- **Cada uma dessas espécies pode apresentar-se em três “edições” chamadas CORES:**
- **1 (vermelho)**
- **2(verde)**

- **3) (azul)**
- **Haveria então 18 quarks distintos.**
- **$3 \times 6 = 18$**
- **Porém como cada um deles tem a sua antipartícula, o número total de quarks é 36 (uma antipartícula tem a mesma massa e o mesmo spin da partícula em questão, porém carga oposta).**
- **Quarks tem carga elétrica fracionária (  $+2/3$  para os sabores (espécies) up, charmed e top e  $-1/3$  para os sabores (espécies) down , strange e bottom, mas nunca foram detectados livres : aparentemente, estão sempre confinados em partículas chamadas de HÁDRONS ( em grego significa massivo, forte, robusto)**
- **Há duas classes de Hádrons:**



- **Bárions** ( do grego significa pesado)- são formados por três quarks.
- **Mésons** ( do grego significa intermediário, médio)- são formados por um quark e um antiquark.
- **Bárions**- obedecem o Princípio de Exclusão de Pauli.**Mésons** não.
- **Bárions**- tem spin fracionário (  $1/2, 3/2, \dots$ )
- **Mésons**- tem spin inteiro (  $0, 1, 2, \dots$ )
- O nêutron e o próton são os Bárions mais familiares, os Mésons  $\pi$  e K são exemplo de Mésons; contudo, face às múltiplas possibilidades de combinação de 3 quarks ou de quarks e antiquarks, o número de Hádrons é muito grande.( grande família)

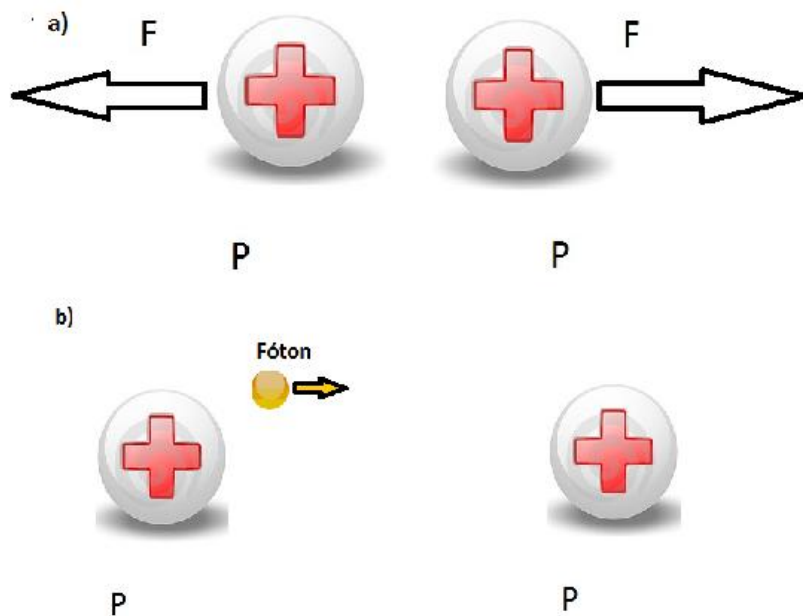
- Outra família, não tão numerosa, é a dos LÉPTONS ( do grego significa delgado, fino ,leve).
- São partículas de spin  $\frac{1}{2}$ , que podem ter carga elétrica ou não(neutrinos).
- Parecem ser partículas verdadeiramente elementares, isto é , nenhuma dela aparenta ter uma estrutura interna como a dos Hádrons.
- O elétron é o Lépton mais familiar, mas existem o Múon ( $\mu$ ), o Tau ( $\tau$ ) e três Neutrinos ( Neutrino do Elétron, Neutrino do Múon e Neutrino do Tau).
- Para se ter uma idéia da constituição da matéria, não basta saber que existem tais partículas.É preciso levar em conta como elas interagem,como integram sistemas estáveis e como se desintegram, ou seja, é preciso considerar Interações e Campos de Força,o que nos leva a outra categoria de partículas, as chamadas partículas mediadoras das interações fundamentais da natureza.

- Partículas Mediadoras

- **A introdução dos quarks permitiu uma simplificação enorme no campo das partículas elementares, que pôde ser dividido em dois grupos: os Hádrons, constituídos por quarks, e os Léptons, que não são constituídos por quarks e são considerados elementares.**
- **Além dessas duas famílias de partículas, a evolução das pesquisas em Física de Partículas determinou a classe das partículas Mediadoras.**

**Essas partículas são responsáveis por intermediar as interações nucleares, forças forte e fraca e a eletromagnética. Elas aparecem durante os decaimentos e são as potadoras das interações.**

**O conceito de partículas mediadoras substituiu os clássicos conceitos de campo e força como mediadores das interações. Por exemplo, a repulsão elétrica entre dois prótons seria interpretada na perspectiva das partículas como uma troca de fótons. Esses seriam emitidos por um próton e absorvidos pelo outro enquanto a interação se mantivesse.**



- Em a), dois prótons interagem pela ação da força elétrica que age em ambos. Em b), os prótons interagem trocando fótons, partículas mediadoras da interação eletromagnética.



**Assim, a interação forte pode ser vista como a troca de glúons, partículas mediadoras da interação forte, entre os quarks de dois prótons no interior de um núcleo atômico.**

**Um ponto importante sobre as partículas transportadoras de interação é que uma partícula mediadora, de um tipo particular de interação, só pode ser absorvida ou emitida por partículas afetadas por essa interação. Por exemplo, elétrons e prótons tem carga elétrica; portanto eles podem produzir e absorver as transportadoras de forças eletromagnéticas ou seja, os fótons. Neutrinos, por outro lado, não têm carga elétrica, então eles não podem absorver ou produzir fótons.**

Tabela de partículas de interação

Mediador	Símbolo	Carga	Tempo de Vida	Interação	Interage em
Glúon	g	0	ESTÁVEL	FORTE	QUARKS
Fóton	$\gamma$	0	ESTÁVEL	ELÉTROMAGNÉTICA	CARGAS
Bósons Intermediários	$W^{\pm}$	$\pm 1$	$10^{-25}$	FRACA	QUARKS E LÉPTONS
	$Z^0$	0	$10^{-25}$	FRACA	QUARKS E LÉPTONS

**Se você reparar na tabela das partículas de interação, vai sentir falta da força gravitacional. Ela não é uma das forças existentes no Universo? Não é responsável por manter os planetas girando em torno do SOL ? Sem dúvida, a força gravitacional é uma das interações fundamentais, mas ainda não tem lugar na Física da Partículas. Embora toda partícula com massa esteja sujeita à ação da força gravitacional, o gráviton, suposta partícula mediadora da interação gravitacional, ainda não foi observado.**

# INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS

## HÁ 4 TIPOS DE INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS:

### A) INTERAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

É A INTERAÇÃO ENTRE UM ELÉTRON E O NÚCLEO ATÔMICO.

### B) INTERAÇÃO FORTE

É A INTERAÇÃO ENTRE OS QUARKS.

C) INTERAÇÃO FRACA – É O DECAIMENTO  $\beta$  ( POR EXEMPLO, UM NÊUTRON DECAINDO PARA PRÓTON PELA EMISSÃO DE UM ELÉTRON E UM NEUTRINO).

$n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$

**D) INTERAÇÃO GRAVITACIONAL- É AQUELA QUE ATUA ENTRE TODAS AS PARTÍCULAS MASSIVAS, E É A QUE GOVERNA O MOVIMENTO DOS CORPOS CELESTES, MAS É IRRELEVANTE EM DOMÍNIOS PEQUENOS.**

**A INTERAÇÃO FORTE, COMO SUGERE O NOME, É A MAIS FORTE NO ÂMBITO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES E MANTÉM JUNTOS PRÓTONS E NÊUTRONS NO NÚCLEO DO ÁTOMO. AFETA SOMENTE HÁDRONS.**

**A INTERAÇÃO FRACA É RESPONSÁVEL PELO DECAIMENTO RELATIVAMENTE LENTO DE PARTÍCULAS COMO NÊUTRONS E MÚONS E TAMBÉM POR TODAS AS REAÇÕES ENVOLVENDO NEUTRINOS.**

**ESSAS INTERAÇÕES SÃO DESCRITAS ATRAVÉS DE CAMPOS DE FORÇA.**

**CAMPO É UM CONCEITO FUNDAMENTAL SOBRE PARTÍCULAS ELEMENTARES.**

**OS QUANTA DESSES CAMPOS SÃO PARTÍCULAS MEDIADORAS DAS INTERAÇÕES CORRESPONDENTES.**

**ASSIM, O FÓTON É O QUANTUM DO CAMPO ELETROMAGNÉTICO E MEDIA A INTERAÇÃO ELÉTROMAGNÉTICA.**

**Os GLÚONS são os quanta do campo forte e mediam a interação forte.**

**O GRÁVITON é o quantum do campo gravitacional e media a interação gravitacional.**

**As partículas chamadas  $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$  são os quanta do campo fraco e são mediadoras da interação fraca.**

**Tais partículas são chamadas de BÓSONS, um termo genérico para partículas de spin inteiro**

**( férmions é o termo genérico para partícula de spin  $1/2, 3/2, 5/2 \dots$ ; léptons e quarks são férmions).**

**O GRÁVITON é a única partícula que ainda não foi detectada experimentalmente.**

**Medir a interação significa que a força existente entre as partículas interagentes resulta de uma “troca” (emissão e absorção) de outras partículas (virtuais) entre elas.**

**Assim a força eletromagnética resulta da troca de FÓTONS entre as partículas (eletricamente carregadas) interagentes.**

**FÓTONS são portadores da força eletromagnética, são partículas de radiação, não de matéria; tem spin 1, não tem massa e são idênticos às suas antipartículas.**

**É a energia de um FÓTON que determina seu “tipo”: FÓTONS de ondas de rádio, de luz visível, de radiação ultravioleta, de raios-X, de raios gama.**



**Medir a interação significa que a força existente entre as partículas interagentes resulta de uma “troca” (emissão e absorção) de outras partículas (virtuais) entre elas.**

**Assim a força eletromagnética resulta da troca de FÓTONS entre as partículas (eletricamente carregadas) interagentes.**

**FÓTONS são portadores da força eletromagnética, são partículas de radiação, não de matéria; tem spin 1, não tem massa e são idênticos às suas antipartículas.**

**É a energia de um FÓTON que determina seu “tipo”: FÓTONS de ondas de rádio, de luz visível, de radiação ultravioleta, de raios-X, de raios gama.**

**Analogamente, o campo de forças produzido por quarks e antiquarks, atuando sobre eles, é chamado de campo de GLÚONS, e a força entre eles resulta da troca de GLÚONS.**

**GLÚONS representam para o campo de glúons o mesmo que os fótons para o campo eletromagnético.**

**Quarks emitem e absorvem glúons e assim exercem a interação forte entre si.**

**GLÚONS, tal como os FÓTONS tem spin 1, mas diferentemente deles, tem cor, isto é, FÓTONS são incolores, ou “brancos”, e GLÚON não.**

**A interação fraca é mediada por partículas, conhecidas como W ( do inglês weak, que significa fraca) e Z,isto é,pela troca de tais partículas, assim como a interação gravitacional é, teoricamente mediada pela troca de GRÁVITONS.**