

# NÚCLEOS E PARTÍCULAS<sup>1,2</sup>

## Introdução

Núcleos e partículas desempenham um papel fundamental na visão moderna da estrutura da matéria. No mundo de hoje, deve-se considerar incompleta a formação de uma pessoa que não possuir no mínimo conhecimentos básicos sobre estes elementos da nossa realidade. Do outro lado, não se pode evidentemente esperar que os alicerces teóricos que sustentam esta parte da física, a mecânica quântica e a teoria de campos, sejam familiares a quem não é do ramo. Por esta razão, é incumbência dos especialistas produzir material de divulgação que seja suficientemente acessível para servir de apoio ao ensino-aprendizagem a nível de ensino médio e de física geral universitária, ou até ser útil a qualquer leigo interessado. Evidentemente, o uso dos recursos de visualização, animação e interatividade oferecidos pela computação moderna ajudam bastante a tornar tal material atraente.

## Objetivos

Pretende-se desenvolver dois objetos de aprendizagem destinados a familiarizar o usuário com os conceitos básicos da física subatômica. O primeiro objeto foca a constituição da matéria na sua forma usual, começando com os átomos. Introduce-se o elétron, uma partícula elementar, e o núcleo, um sistema ligado de prótons e nêutrons. Passa-se então ao nível mais profundo que descreve estes como sistemas de três quarks, estes últimos por ora considerados partículas elementares. As propriedades essenciais destes vários elementos, tais como massa, carga elétrica, spin, momento magnético e outros números quânticos serão discutidas. No caso de sistemas compostos, em especial núcleos e núcleons, algumas informações a respeito dos modelos utilizados para descrever o movimento dos constituintes na mecânica quântica também serão fornecidas.

O segundo objeto de aprendizagem deve constituir o que podemos caracterizar como um zoológico de partículas elementares, incluindo não apenas aquelas, focadas no primeiro objeto, que constituem a matéria usual, mas também aquelas que são observadas apenas em aceleradores de alta energia ou

---

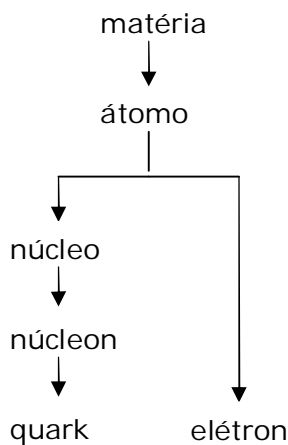
<sup>1</sup> Michel Betz, Professor Doutor, Instituto de Física, UFRGS, betz@if.ufrgs.br

<sup>2</sup> Antonio de Moraes, Bolsista SEAD-UFRGS, ademora1@hotmail.com

nos raios cósmicos. Este objeto deve apresentar todos os quarks e léptons conhecidos, devidamente organizados em gerações. Deve também considerar os bósons de calibre que são os mediadores das interações entre partículas. Além de introduzir todos estes atores, o objeto deve discutir os seus respectivos papéis nos vários processos fundamentais que podem ocorrer.

## Metodologia

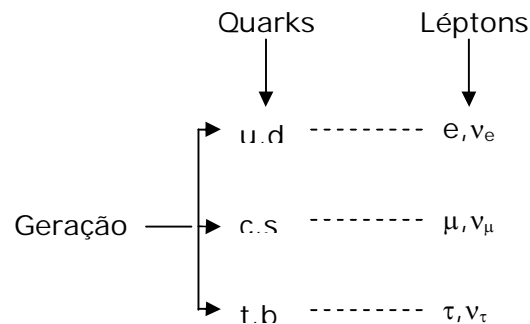
Cada objeto de aprendizagem deve consistir fundamentalmente de um filme interativo *Flash*, estruturado em subfilmes (*movieclips*) em conformidade



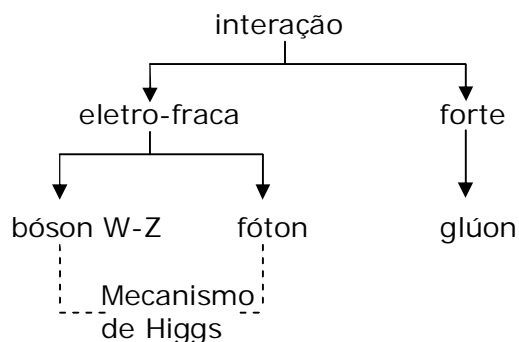
com a organização conceitual do assunto. Para o primeiro objeto, denominado *Constituintes da Matéria*, pretende-se visualizar os níveis de descrição sucessivos, se possível com transições suaves entre eles e possibilidade de navegação para cima e para baixo. Recursos de programação orientada a objeto, disponíveis nas versões recentes de *Flash*, podem ser aproveitados para construir objetos representando partículas genéricas (por exemplo, o quark) cujas propriedades (por exemplo, o sabor, a cor, a

orientação do spin) possam ser configuradas adequadamente conforme o caso. Cada objeto pode incluir um quadro informativo fornecendo dados físicos essenciais (por exemplo, a massa).

Convenções de visualização precisarão ser adotadas para representar propriedades abstratas. As “cores” dos quarks correspondem naturalmente às três cores fundamentais. Para os antiquarks, pode-se utilizar as cores complementares, já que a combinação de um quark com seu respectivo antiquark constitui um sistema “branco” (méson). Para a representação do sabor, pretendemos utilizar formas geométricas. Por exemplo, um hemisfério superior representará um quark *up*.



O segundo objeto apresentará todos os tipos de quarks e léptons, especificando os números quânticos associados e destacando a classificação em gerações. Deverá discutir também as interações que atuam entre as partículas fundamentais, introduzindo os bósons

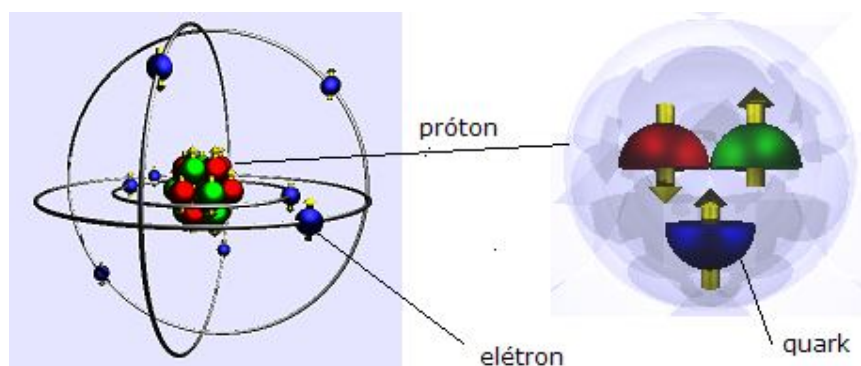


responsáveis por transmitir estas interações. As intensidades e os alcances das forças serão especificados. Além de apresentar os processos fundamentais (a nível de quarks), o objeto deverá também ilustrar as reações resultantes entre hádrons, tais como a produção de mésons e a aniquilação núcleon-antinúcleon.

Além de material complementar na forma de texto, um teste interativo, que permita ao usuário validar os conhecimentos adquiridos, será incluído em cada objeto.

No que diz respeito à aparência das visualizações, estamos explorando a possibilidade de utilizar o *software* de tracejamento de raios *POV-Ray* para produzir imagens que serão subseqüentemente incorporadas aos filmes *Flash*, podendo eventualmente ser animadas por interpolação.

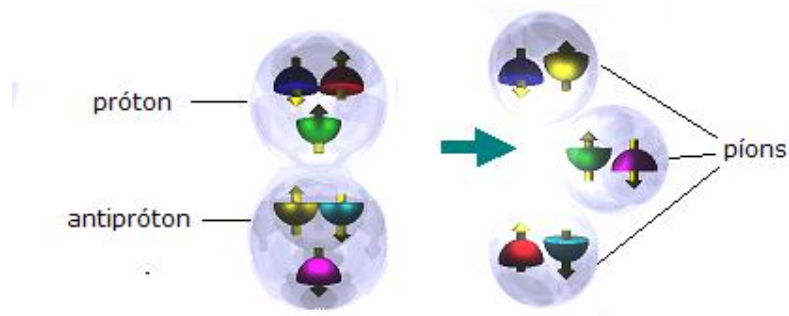
## Resultados



Considerando que o projeto foi iniciado em abril 2008, podemos apenas apresentar neste momento alguns exemplos de visualizações de sistemas e processos elaborados por tracejamento de raios. Na visão tradicional do átomo, estão mostradas as orbitais eletrônicas e o núcleo, um aglomerado de prótons e nêutrons. Ao olhar dentro de um próton, por exemplo, o usuário enxerga o

sistema de três quarks, com cor e sabor. O spin dos férmions, com sua orientação, está também representado.

Como exemplo de processo hadrônico, a figura abaixo mostra a aniquilação próton-antipróton, resultando num sistema de três píons. As cores ciano, magenta e amarelo, complementares de vermelho, verde e azul respectivamente, são adotadas para os antiquarks.



## Conclusões

Nesta fase inicial do projeto, foram definidas as estruturas dos objetos, calcadas na hierarquia de escalas e nas interações entre os entes físicos que eles pretendem descrever. Foram também realizados estudos exploratórios das possibilidades de visualização na tela do computador destes elementos que, pela sua natureza, escapam à nossa percepção direta.

Embora o material esteja organizado em dois objetos de aprendizagem distintos, será naturalmente possível a sua unificação num único objeto de maior porte. Acreditamos também que eles poderão no futuro ser complementados por outros, por exemplo focalizando detalhes da estrutura e das reações nucleares ou hadrônicas, ou ainda aplicações desta física em outras áreas, tais como a astrofísica e a tecnologia.

*[Palavras chaves: estrutura da matéria, partículas elementares, visualização interativa]*