



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS
partículas e tecnologia

[Estágios de Verão no LIP 2018]

Estrutura da matéria e iões pesados

Estrutura da matéria e iões pesados

- *Física das colisões de iões pesados no LHC: o plasma de quarks e gluões investigado em*
 - *ATLAS,*
 - *CMS,*
 - *fenomenologia do QGP*
- *Compreender o protão à luz da Cromodinâmica Quântica*
- *Física nuclear com feixes radioactivos relativistas*

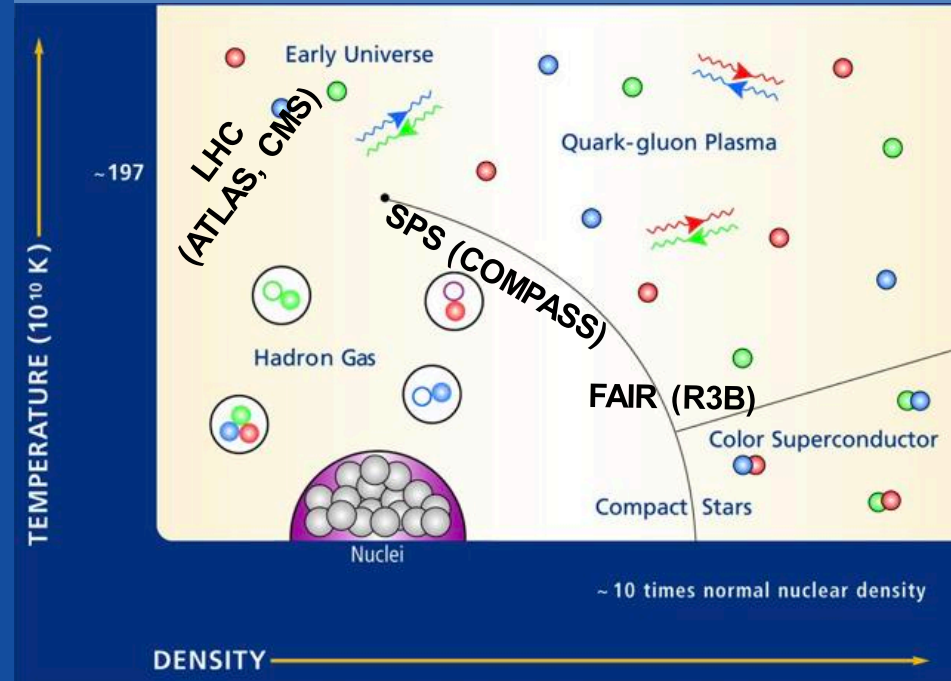
8 tópicos de estágio propostos

Quarks e Gluões

Partículas fundamentais que constituem (quase) toda a matéria visível à nossa volta!

- A temperaturas e densidades normais: matéria nuclear que conhecemos (prótons, nêutrons, ...) - estão "confinados" dentro de núcleos
- A temperaturas e densidades elevadas: plasma de quarks e glúons (QGP) - comportam-se como "partículas livres" (limite assintótico)

Estudando a dinâmica dos diferentes estados da matéria, conseguimos perceber as suas propriedades a todas as escalas de energia!



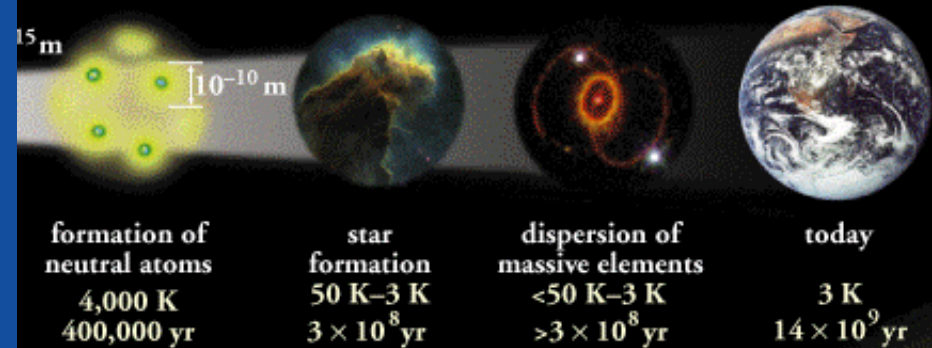
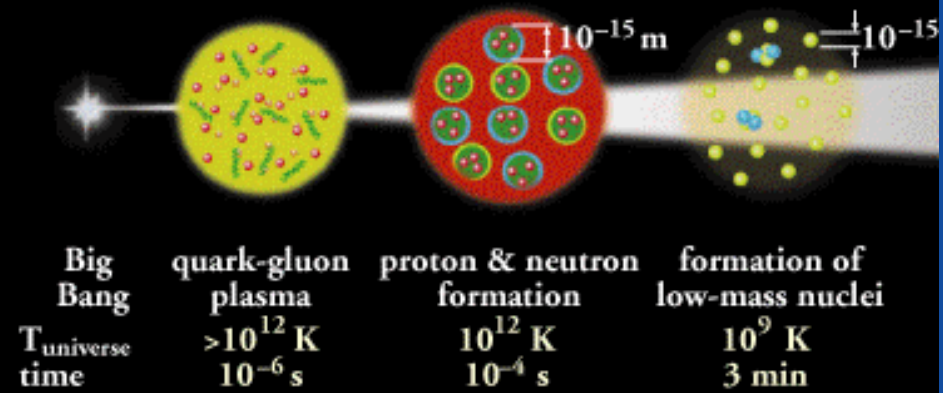
Plasma de quarks e glúons (QGP)

Estado ultra-denso e ultra-quente da matéria:

- Primeiros micro-segundos do universo!!
- Única oportunidade para estudar quarks e glúons quando estão assintoticamente livres
- Devido às propriedades únicas de interação dos quarks e glúons, é na verdade um líquido "quase-perfeito"

Porquê estudar este plasma?

- Aprender sobre as interações de quarks e glúons
- Espreitar o após-Big Bang
- Inferir sobre o interior das estrelas de neutrões



Estudos em QGP: estágios

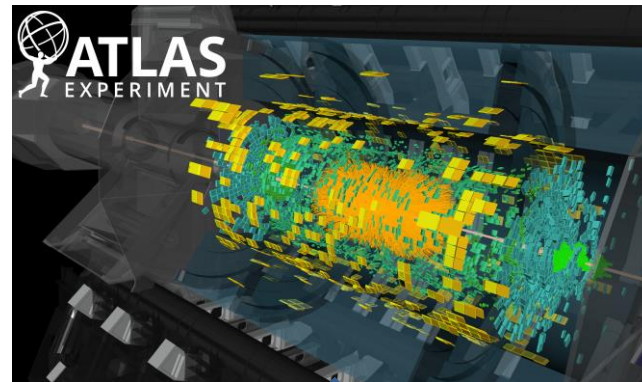
Como aceder às propriedades do plasma?

- Pode ser criado em laboratório através de colisões de iões pesados
- Uma vez que o seu tempo de vida é muito curto, não se pode observar directamente...
- Usamos sondas geradas na colisão, que controlamos teórica e experimentalmente!

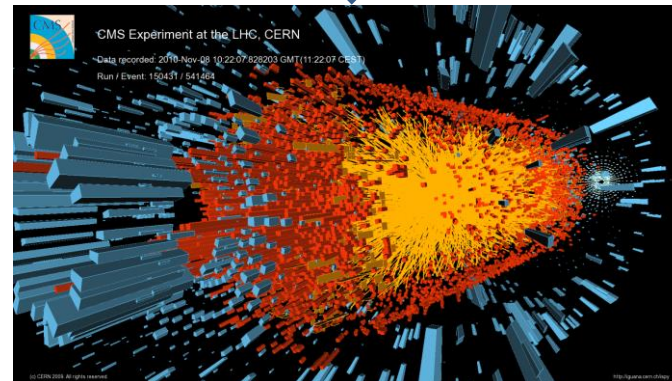
No LHC fazem-se colidir núcleos de chumbo por forma a recriar o meio extremamente quente e denso que terá existido logo após o Big Bang.

Propostas nesta linha:

- 1 em Fenomenologia
- 1 em ATLAS
- 3 em CMS



Phenomenology



Compreender o QGP em colisões de iões pesados

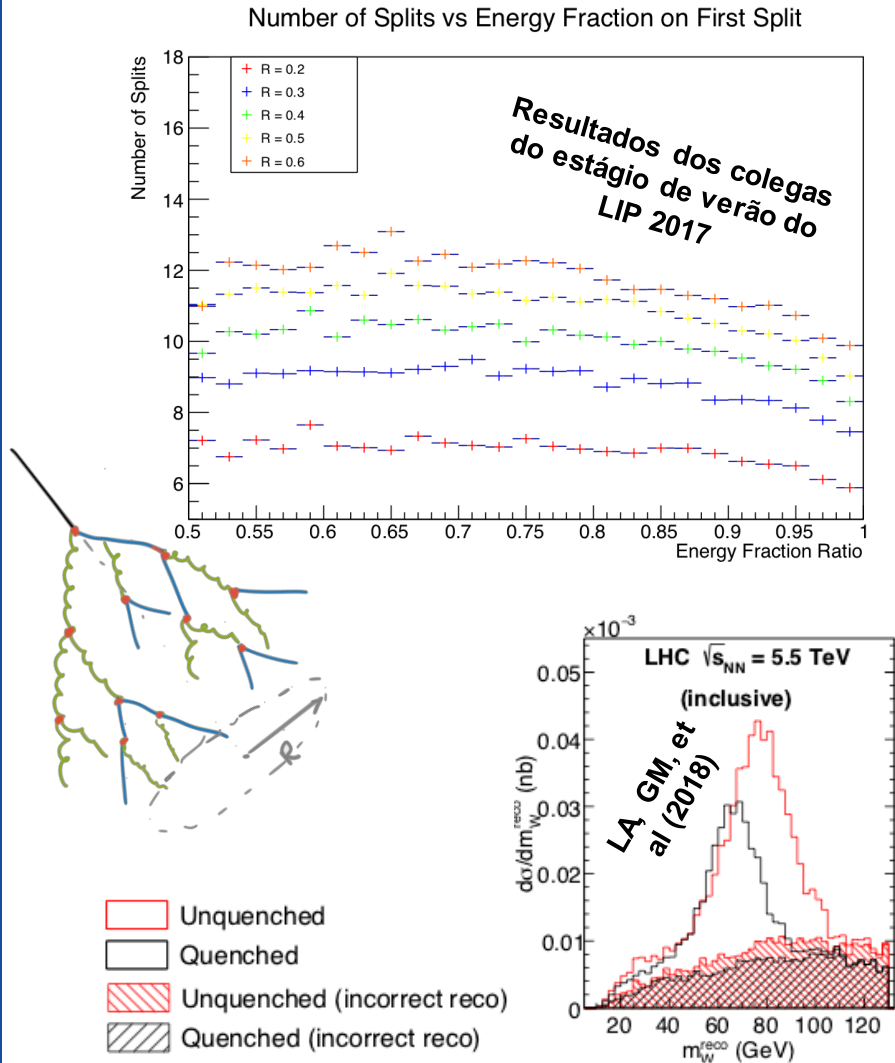
Quarks e Gluões (partões) são descritos pela teoria das interações fortes, QCD.

Numa colisão PbPb, partões rápidos atravessam o plasma e são modificados pelas interações com o meio. Através das modificações observadas, podemos avaliar as características e evolução deste estado único da matéria!

Neste estágio propomos que se juntem a nós para:

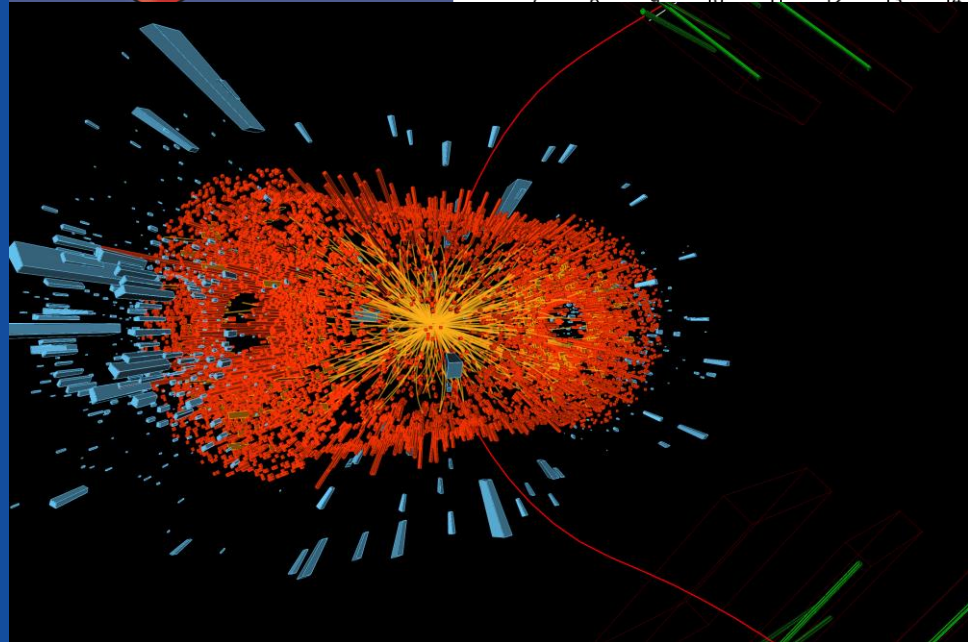
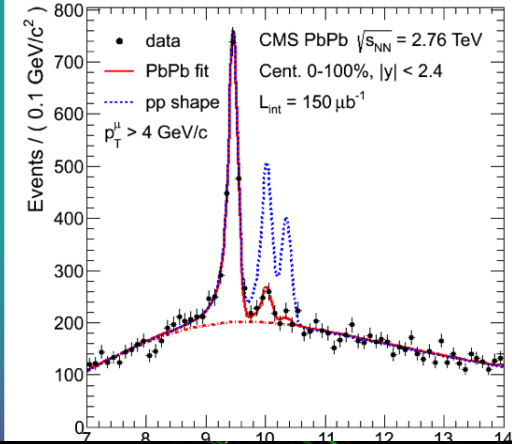
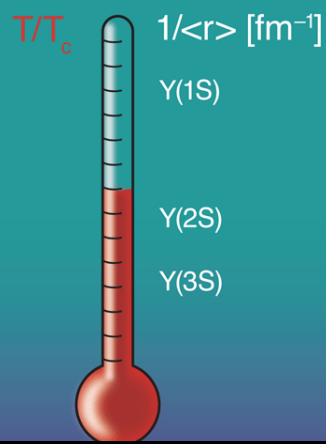
- Melhorar a descrição da QCD na presença do plasma de quarks e gluões;
- Preparar as previsões para os mais recentes dados do LHC;

Participação de até 2 estudantes. Duração: 1 a 2 meses



Hadrões como sondas do plasma primordial

- Para estudar as propriedades do QGP, utilizam-se neste projeto um novo tipo de sondas: mesões contendo quarks bottom.
- Os estados ligados quark-antiquark dissolvem-se no meio, permitindo medir a temperatura do QGP!
- Os mesões B são observados primeira vez em colisões de íões pesados!, permitindo perceber os processos de dissipação de energia no QGP
- O projecto envolve a análise de dados de colisões pp e PbPb da experiência CMS do LHC.
- Participação de até 2 estudantes.
- Período de até 2 meses, entre Julho e Setembro

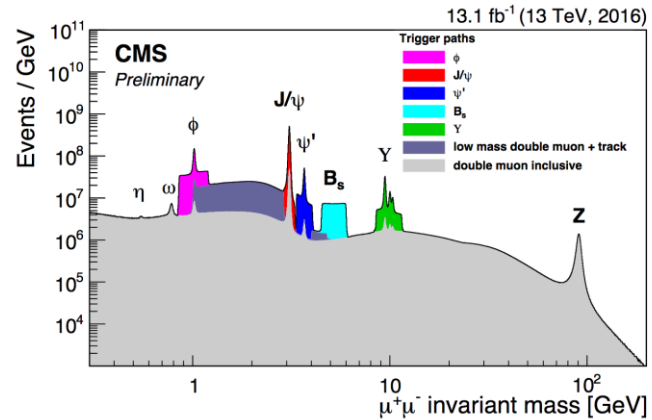
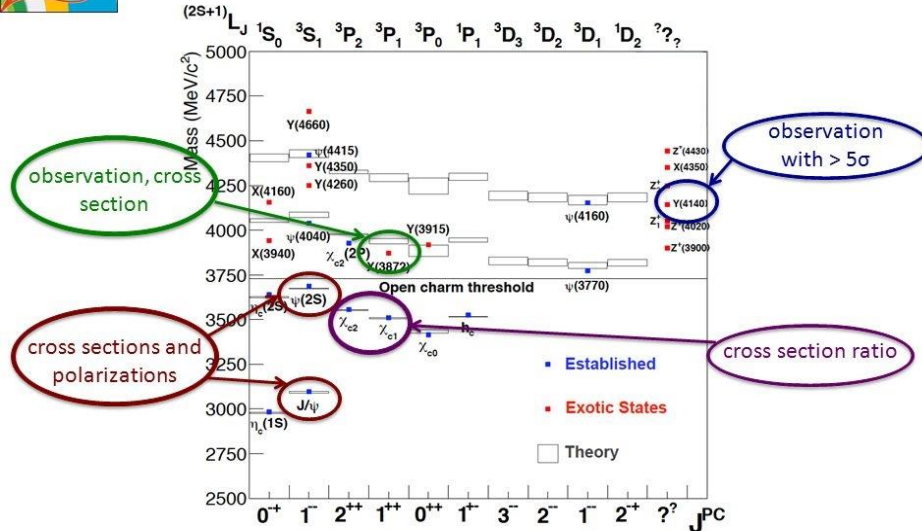




Polarização de quarkonium

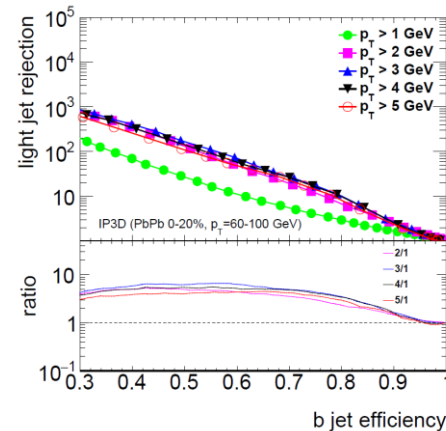
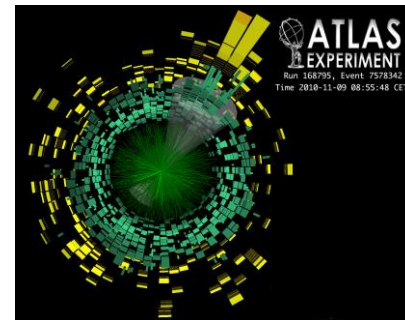
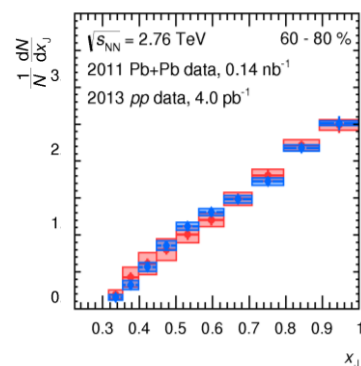
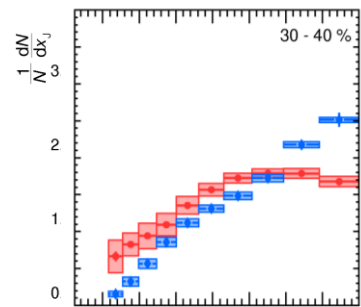
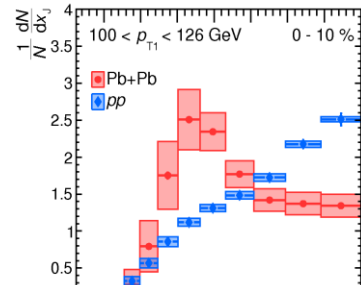
- As partículas raras formadas por pares de quarks charm ou bottom são chamadas **Quarkonia**
- Nas colisões a energias ultra-relativistas do LHC, elas formam-se em grandes quantidades.
- O projecto consiste no estudo da polarização dos mesões-vector charmonium e bottomium produzidos em CMS: o seu spin é alinhado numa direcção preferencial ou não?
- Estágio de 2 semanas, 1-15 Julho

Charmonium spectrum



Tomografia do QGP com jactos-bottom em ATLAS

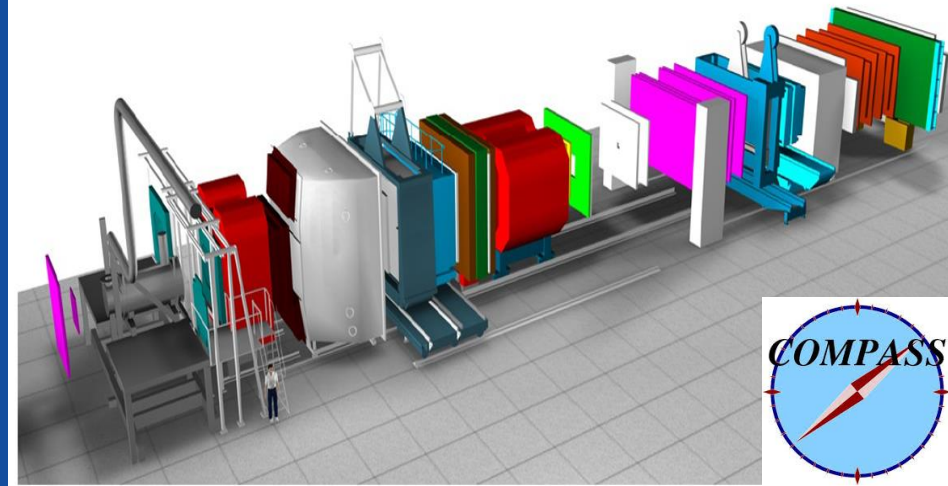
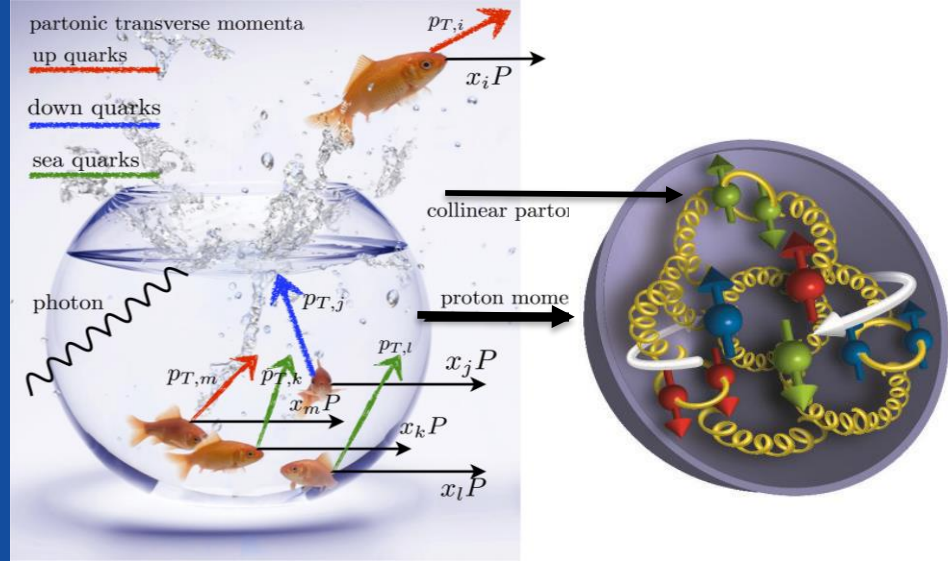
- A assimetria de dijectos contém informação sobre a diferença da perda de energia no QGP entre os dois jactos.
- A assimetria nas colisões PbPb periféricas é bem compatível com a assimetria nas colisões pp, onde o QGP não é esperado.
- A assimetria aumenta com a centralidade das colisões. O QGP é máximo nas colisões centrais.
- Os jactos-bottom são uma sonda excelente do QGP porque contêm informação sobre a natureza da perda de energia.
- O projecto consiste na caracterização dos jactos-bottom recorrendo a métodos de "machine learning".



Dois estágios, com duração de 1 a 2 meses.

A estrutura do próton

- Tudo o que nos rodeia é feito de prótons, partículas estáveis, mas não fundamentais: são constituídos por quarks e glúões.
- A dinâmica dos quarks e glúões confinados nos prótons é estudada na experiência COMPASS do CERN.
- A probabilidade de um dado quark hadronizar ou num próton, ou num outro hadrão mais leve, é também estudada em COMPASS.
- Propõe-se a análise de dados reais muito recentes, relacionada com esses dois aspectos.
- Dois estágios, com duração de 1 a 2 meses.



A estrutura da matéria nuclear

- NUC-RIA, em FAIR, estuda reacções nucleares com feixes radioactivos a energias relativistas.
- A análise dos dados experimentais usa ferramentas de análise (ROOT) e de simulação (GEANT4).
- Objetivo: estudo da interação elástica de núcleos radioativos e extração de potenciais de interação nuclear.
- Período de 6 semanas, Julho ou Setembro. Contacto: Daniel Galaviz, Elisabet Galiana (galaviz@lip.pt)

Reactions with Relativistic Radioactive Beams

