



Departamento de Física

DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

&

LIP



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



DARQ

Departamento de
Arquitetura

DCT

Departamento de
Ciências da Terra

DCV

Departamento de
Ciências da Vida

DEC

Departamento de
Engenharia Civil

DEEC

Departamento de
Engenharia
Eletrotécnica e de
Computadores

DEI

Departamento de
Engenharia
Informática

DEM

Departamento de
Engenharia
Mecânica

DEQ

Departamento de
Engenharia Química

DF

Departamento de
Física

DM

Departamento de
Matemática

DQ

Departamento de
Química

OBSERVATÓRIO

Geofísico e
Astronómico

DARQ
Departamento de
Arquitetura

DCT
Departamento de
Ciências da Terra

DCV
Departamento de
Ciências da Vida

DEC
Departamento de
Engenharia Civil

DEEC
Departamento de
Engenharia
Eletrotécnica e de
Computadores

DEI
Departamento de
Engenharia
Informática

DEM
Departamento de
Engenharia
Mecânica

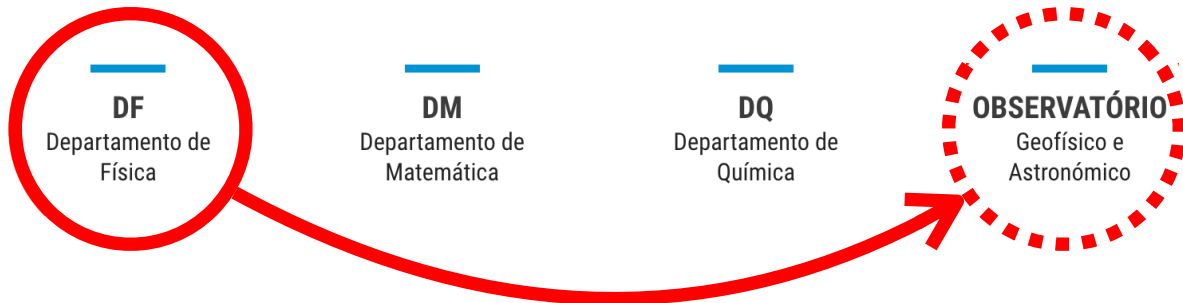
DEQ
Departamento de
Engenharia Química

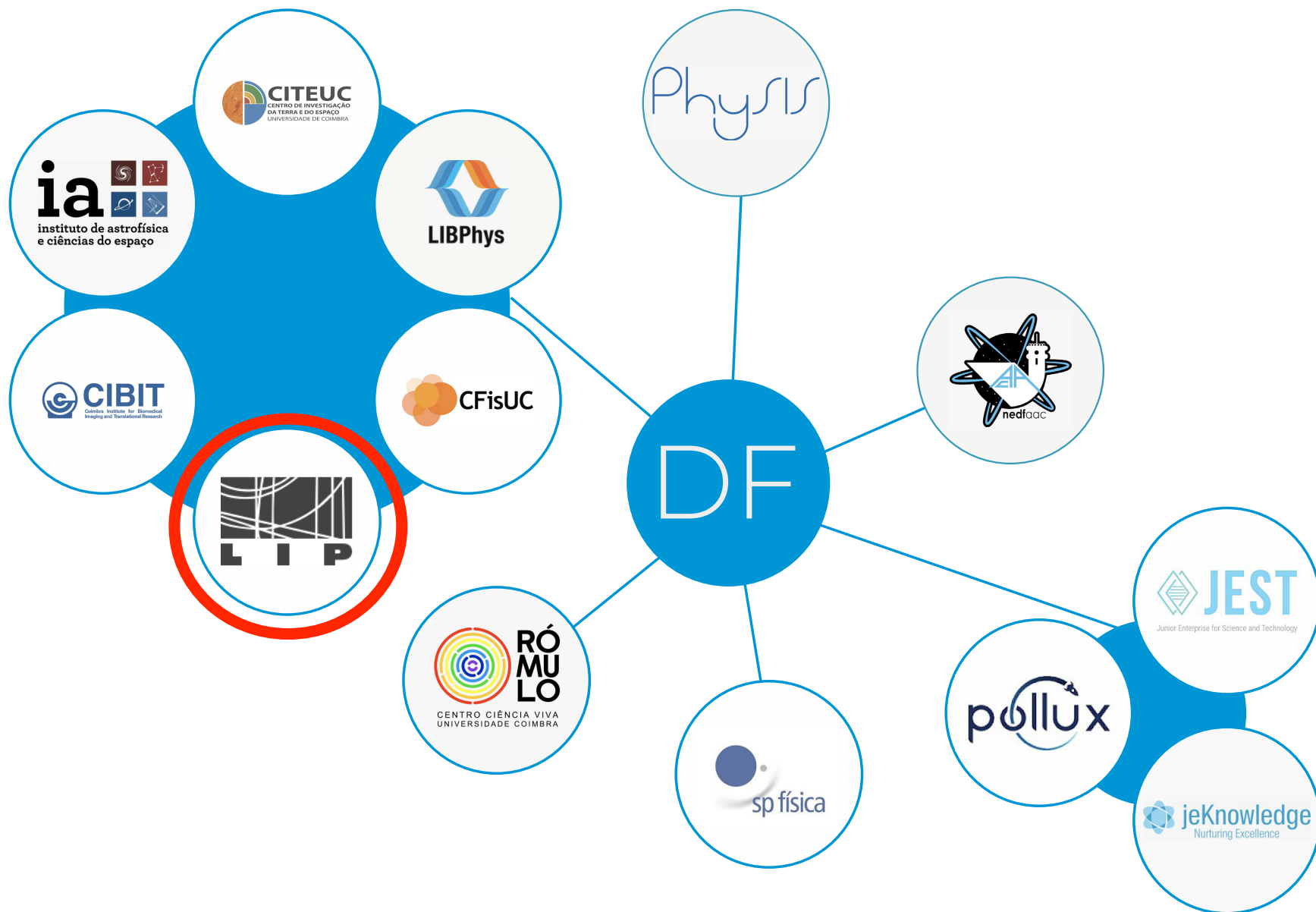
DF
Departamento de
Física

DM
Departamento de
Matemática

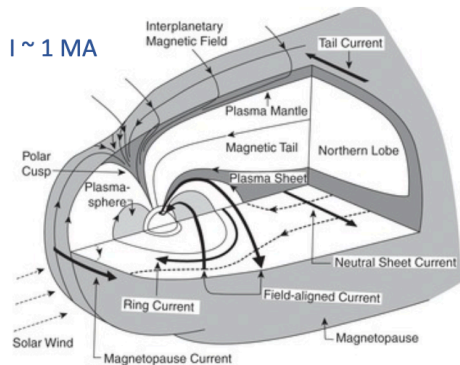
DQ
Departamento de
Química

OBSERVATÓRIO
Geofísico e
Astronómico

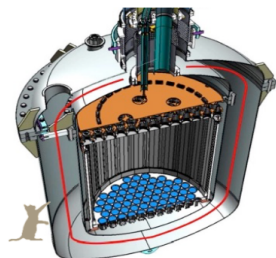




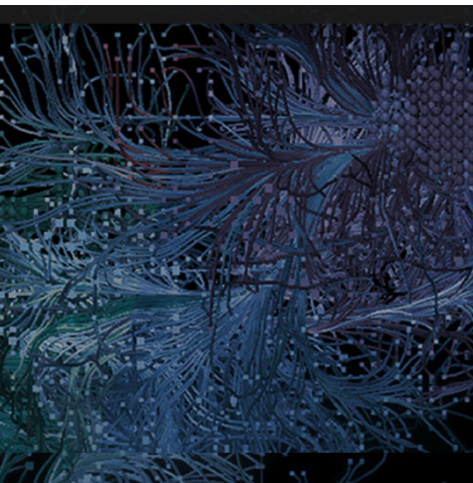
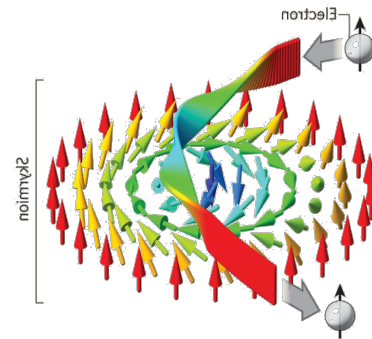
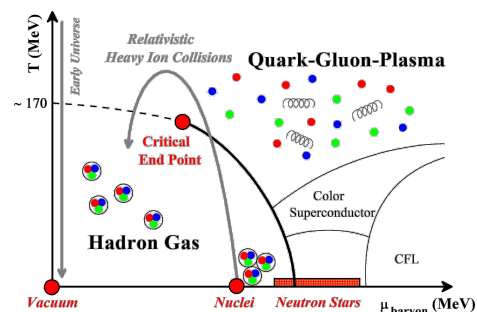
$I \sim 1 \text{ MA}$



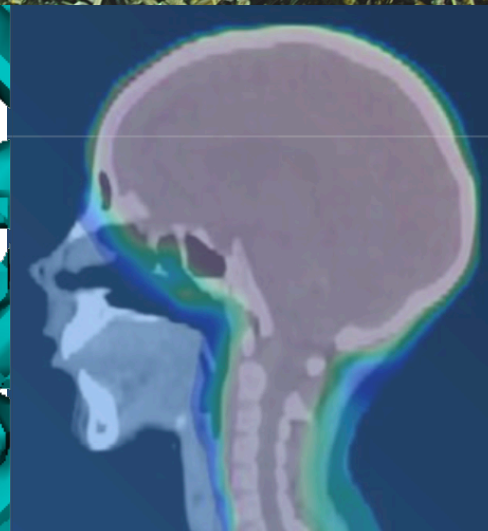
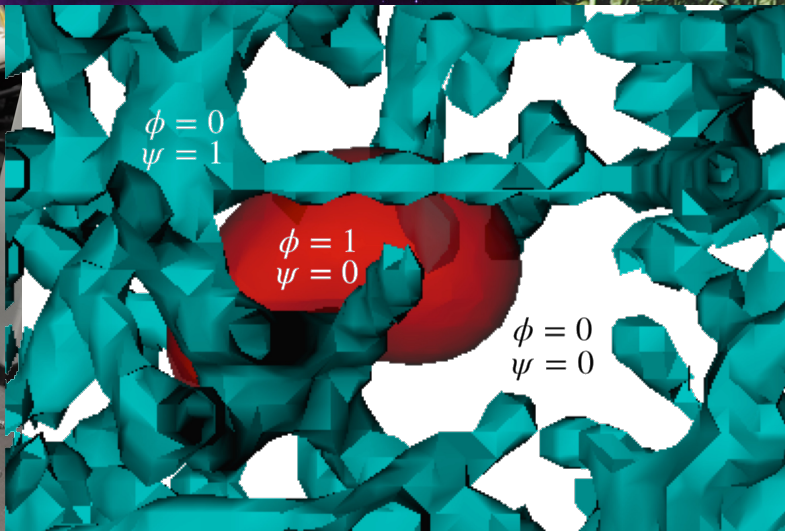
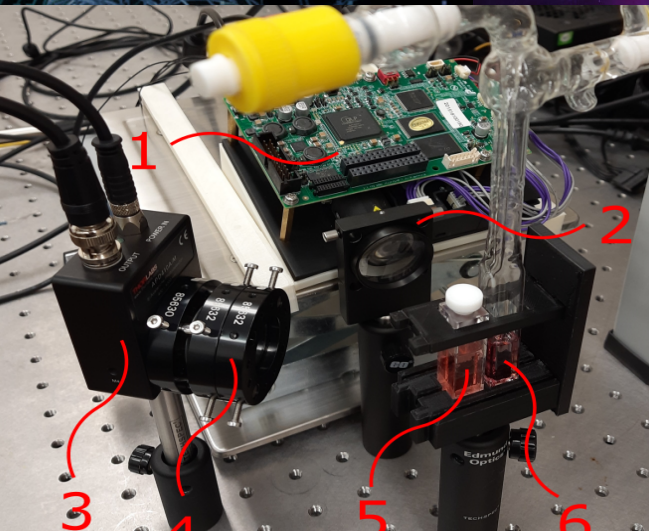
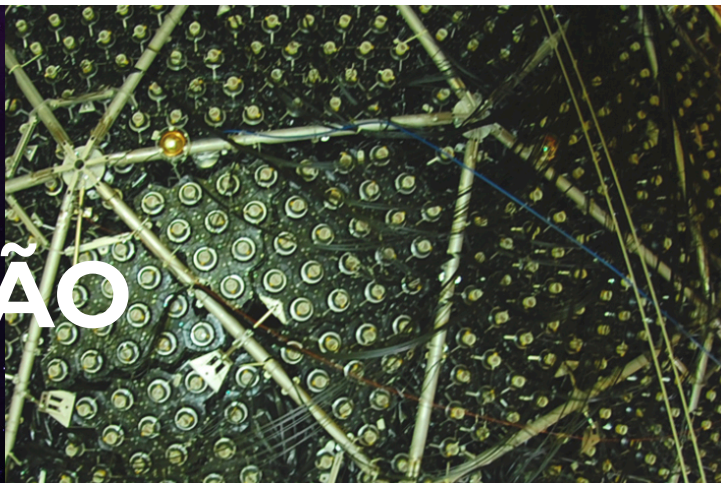
XENONnT



2019-2023



INVESTIGAÇÃO



Multidisciplinarity (last 5 years)



1069 publications, 409 LIP



LIP-COIMBRA

LIP EM COIMBRA, LISBOA E MINHO

- Ligação estreita às universidades
- 200 membros: investigadores, engenheiros, técnicos, administrativos, estudantes de pós-graduação

PÓLO DE COIMBRA

- **Física de partículas e astropartículas**
 - ✓ CERN, matéria escura, neutrinos
- **Detetores de radiação**
 - ✓ Detetores gasosos e de líquidos nobres
- **Aplicações**
 - ✓ Saúde: PET, Orto-CT, terapia com feixes de prótons
 - ✓ Astrofísica e espaço: instrumentação para polarimetria gama
 - ✓ Neutrões: detetores sem ^3He
- 35 investigadores, 15 engenheiros, técnicos e administrativos, 25 estudantes





LABORATÓRIO
DE DETETORES
DETETORES
DE RADIAÇÃO
MATÉRIA
ESCURA
NEUTRINOS
SAÚDE
CERN

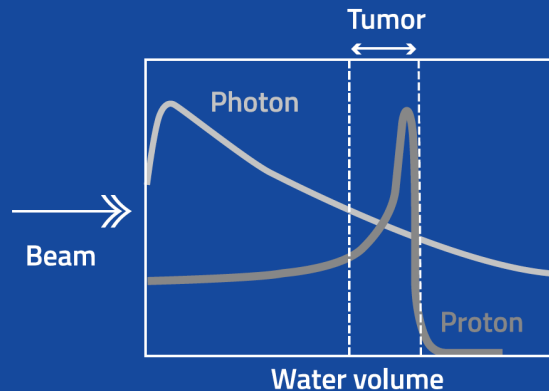
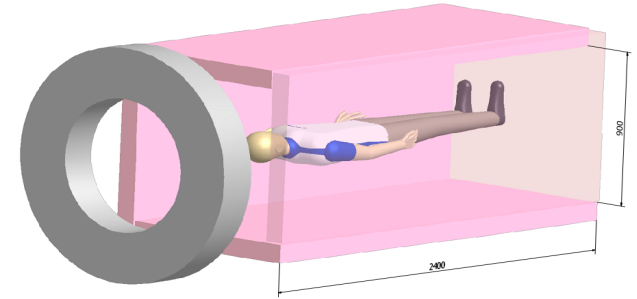
MUÕES

NEUTRÕES
TÉRMICOS

AUTOMAÇÃO
E CONTROLO
OFICINA DE
PRECISÃO
ESPAÇO

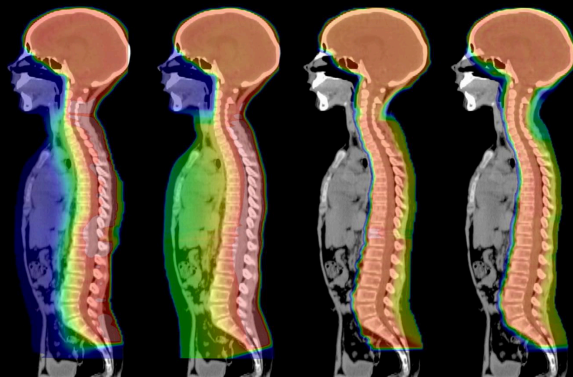
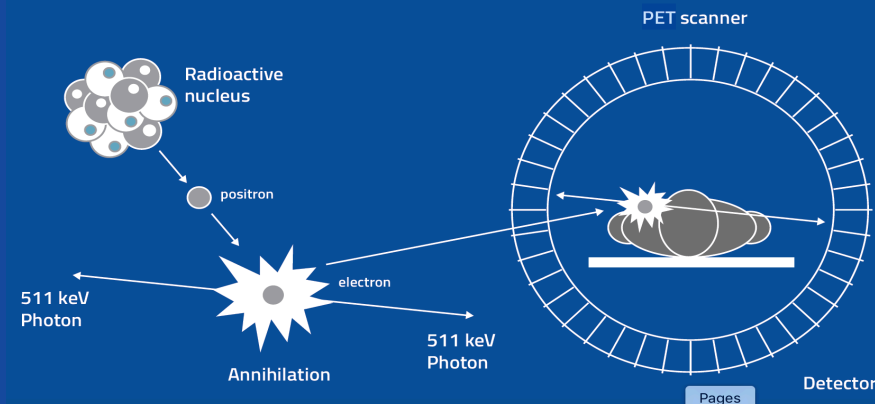
RPC-PET: planeamento de um tomógrafo PET de corpo inteiro?

- Ótima resolução espacial de RPC-PET melhora capacidade de identificação precoce de lesões



Proton-therapy

Comparison between a photon and a proton beam in what concerns energy deposition as a function of depth (J. Seco, 2019)



Instrumentação para proto-terapia

- Centro de tratamento com feixes de prótons será instalado em Coimbra (ICNAS) e Lisboa (CTN)
- Deposição localizada de energia (pico de Bragg) limita danos em tecidos sãos

INFRASTRUTURAS DE APOIO

EM COIMBRA



Laboratório de detetores

- Desenho e construção de detetores e eletrónica de aquisição

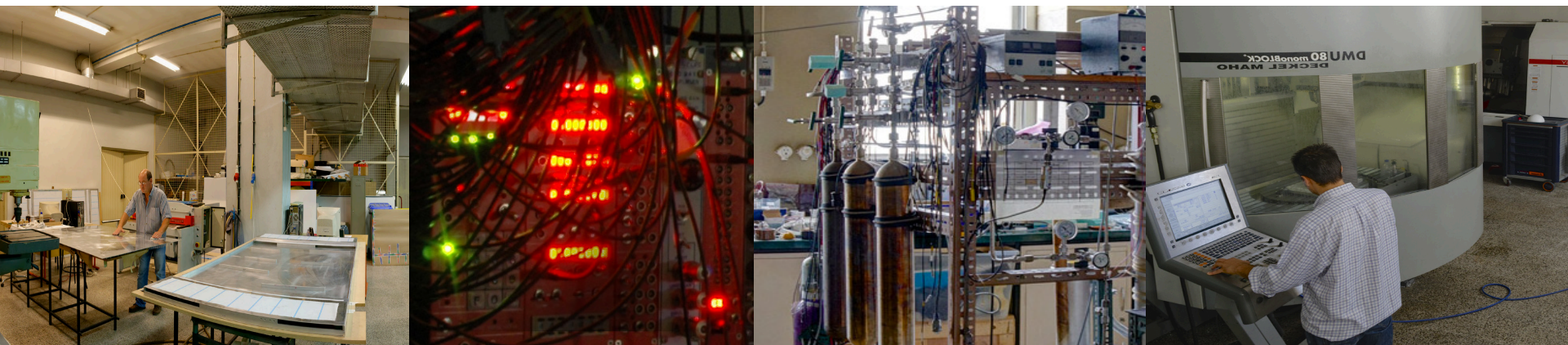
Centro de competência em monitorização e controlo

- Projetos na física experimental e instrumentação para biologia

Oficina mecânica de precisão

- Desenho e execução mecânica de precisão
- Ideal para protótipos e pequenas séries

Em todos os casos muitas colaborações com UC e exteriores



WG1: HADRON PHYSICS AND FUNDAMENTAL INTERACTIONS

Hadron phenomenology and QCD, precision QCD, Lattice QCD, interplay between particle and gravitational physics,

WG2: MULTIFUNCTIONAL MATERIALS

Multiferroic, magneto-optical, topological, thermoelectric materials, microwave spectroscopy

WG3: CHEMICAL AND APPLIED CONDENSED MATTER PHYSICS

Multidisciplinary research at the Chemistry/Physics interface, including Engineering applications (X-Ray Diffraction [XRD], Mössbauer)

WG4: SOFT AND BIOLOGICAL MATTER

Biological systems where Physics plays important role (vessel growth, tumour development, cell migration, cytoskeleton dynamics)

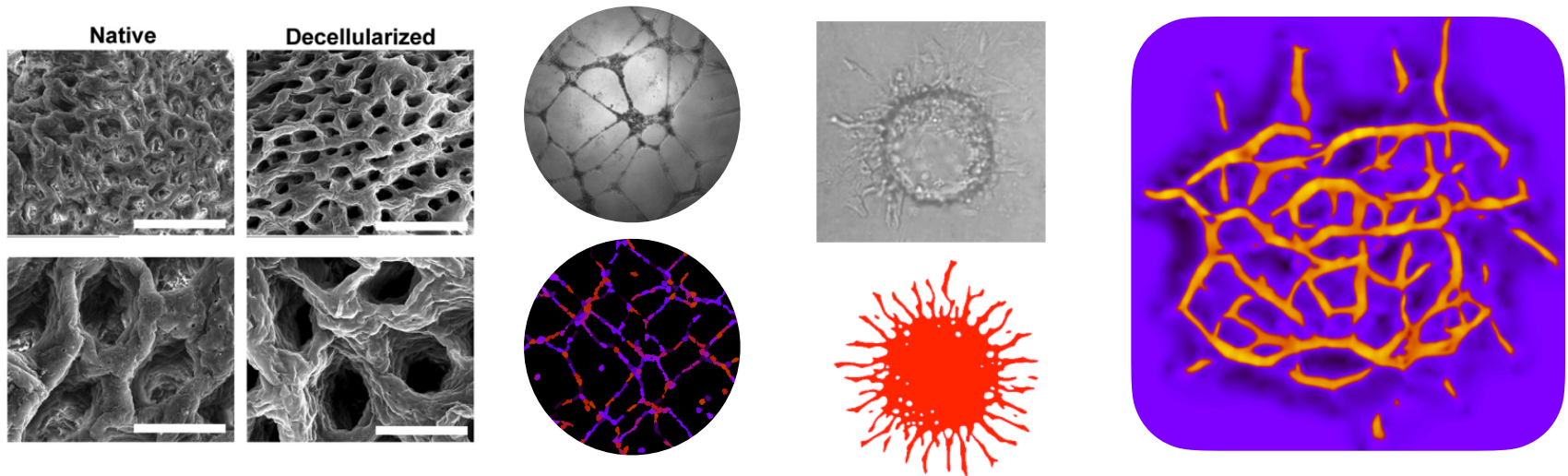
WG5: ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY

physics of white dwarfs, neutron stars and black holes, radio astronomy, exoplanets, dynamics of stellar and planetary systems, interplay between particle and gravitational physics, dark matter, dark energy, inflation, baryon asymmetry

ANGIOGENESIS IN DIABETES

COMPUTATIONAL MODEL FOR VESSEL GROWTH IN 2D AND 3D

- Reference model of angiogenesis simulation
 - Used by several groups in the community
 - Applications to tumour growth and other pathologies
- National and international collaborations



- Mechanical characterisation of decellularized tissues of diabetic mice
 - Role of tissue mechanics in vascular growth in diabetes

LIGHT CLUSTERS IN STELLAR MATTER

We developed a model for warm stellar matter with light clusters:

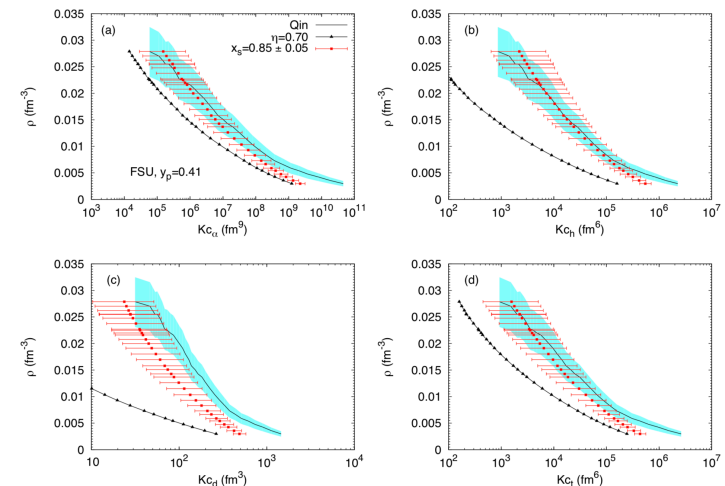
PRC85 055811 (2012), PRC91 055801 (2015)

Interest on the model:

- Gerd Roepke of the University of Rostock
- Francesca Gulminelli of LPC Caen

Improved model describing the experimental results of Qin et al., PRL108 172701 (2011) proposed in PRC97 045805 (2018), PRC99 055806 (2019)

Analysis of experimental results obtained at GANIL:
inclusion of medium effects for the first time
Pais Phys.Rev.Lett. 125 (2020)



Helena Pais, Márcio Ferreira, Constança Providência

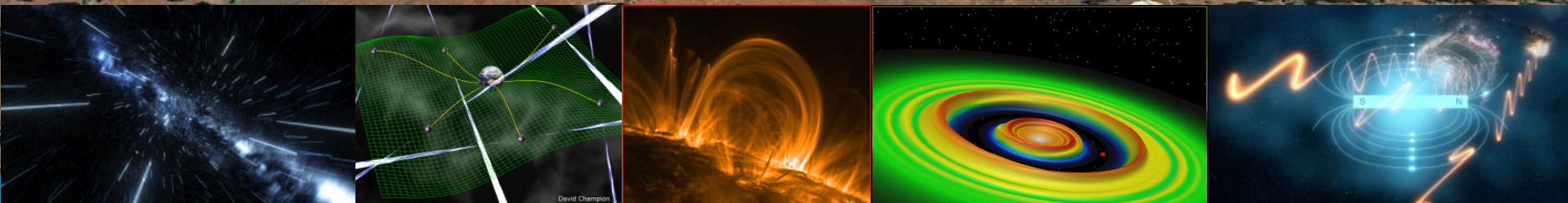
ENAbling Green E-science for SKA

Capacitation and Sustainability of
Portuguese participation in the SKA

ENGAGE
SKA
PORTUGAL

The Square Kilometre Array (SKA) is an intergovernmental radio telescope project being built in Australia and South Africa.

It will operate over a wide range of frequencies and its size will make it 50 times more sensitive than any other radio instrument.

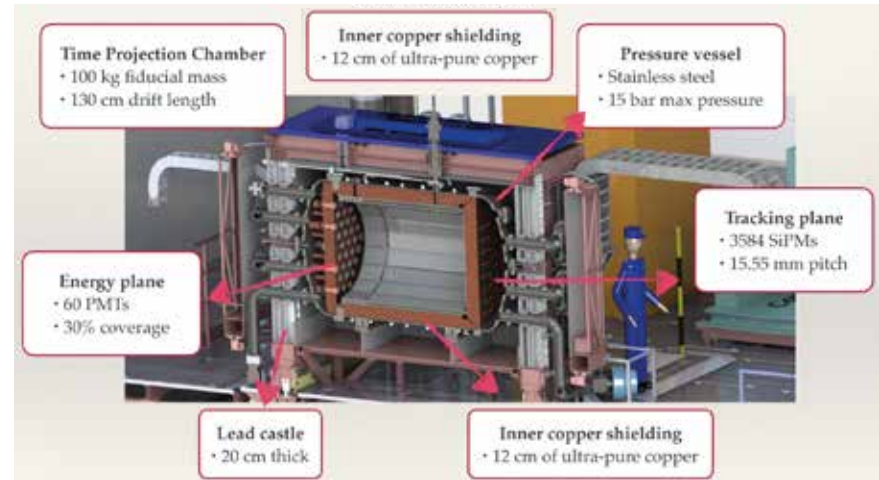


@next Neutrino Experiment with a Xenon TPC

The NEXT experiment aims to demonstrate the Majorana nature of neutrinos and access their absolute mass by detecting the neutrinoless double beta decay in ^{136}Xe .

NEXT uses a high-pressure Xe electroluminescence Time Projection Chamber (TPC), allowing to discriminate background events based on their topology.

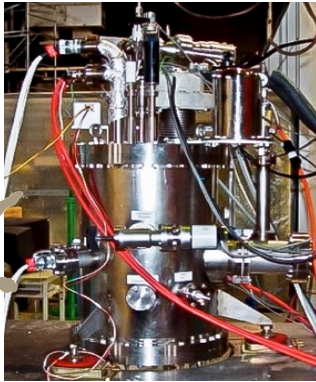
NEXT-100





LIBPhys-UC

XENON10



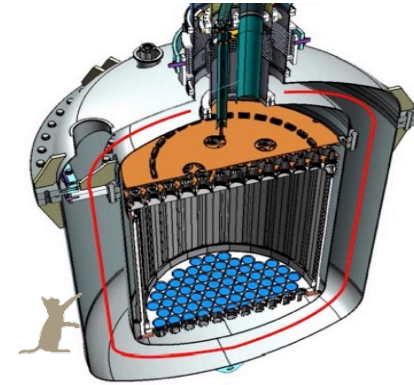
XENON100



XENON1T



XENONnT



Era

2005-2007

2008-2016

2012-2018

2019-2023

Mass

25 kg

161 kg

3200 kg

~8000 kg

Drift

15 cm

30 cm

100 cm

144 cm

Status

Achieved (2007)

Achieved (2016)

Projected (2018)

Projected (2023)

 σ_{SI} Limit
(@50 GeV/c²) $8.8 \times 10^{-44} \text{ cm}^2$ $1.1 \times 10^{-45} \text{ cm}^2$ $1.6 \times 10^{-47} \text{ cm}^2$ $1.6 \times 10^{-48} \text{ cm}^2$

In 2005 the first science prototype (**XENON10**, with circa 12 kg of Xe) installed underground below 1300m of rock in the Gran Sasso National Laboratory, in Italy.

In 2008 a new prototype, **XENON100**

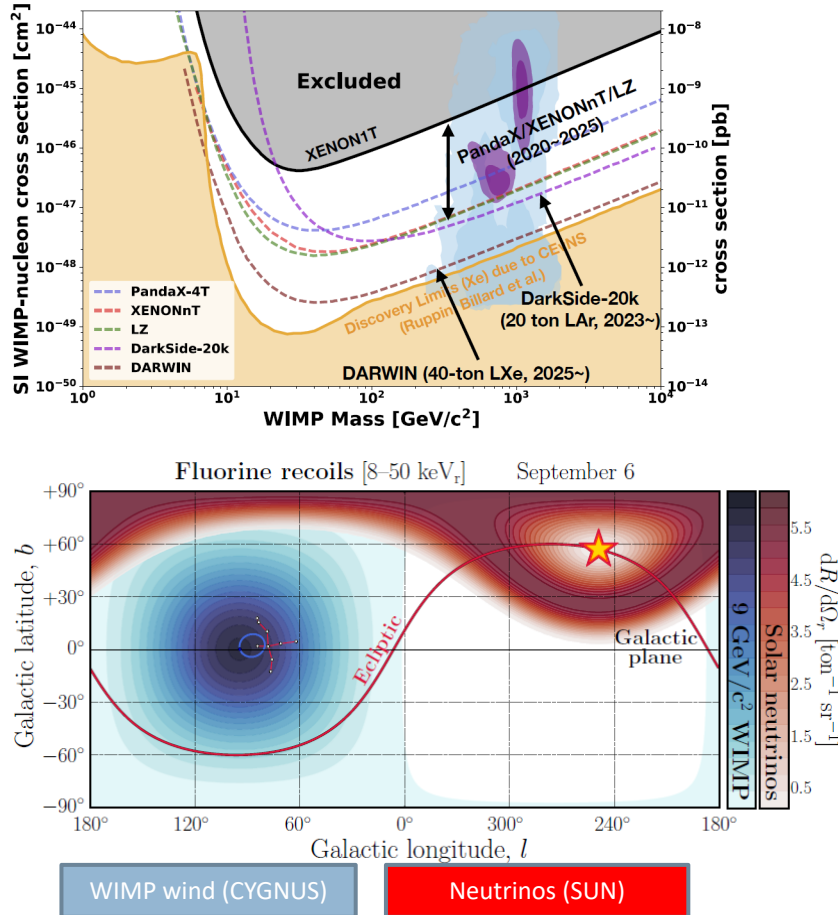
in 2016 **XENON1T**: 200 lower background radiation level than XENON100, puts XENON in the forefront of the dark matter search world race

In 2018 begins construction **XENONnT**, 8 tons of ultrapure Xe, XENONnT represents the state of the art in the field with the best prospects ever in history for the discovery of the elusive dark matter.



LIBPhys-UC

CYGNO



The search for Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) is one of modern physics most challenging experiments.

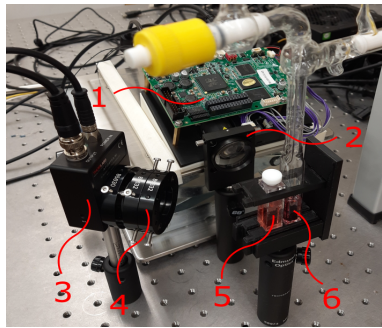
directional gaseous TPC, which record the recoil energies, the track direction, orientation and dE/dx topology of the recoils, have the potential to remove all backgrounds and prove the galactic origin of an excess over background.

This is the purpose of **CYGNUS**, an **Earth distributed network of gaseous TPC's** with a combined ton scale, which will provide means to deal with seasonal or location dependent backgrounds.

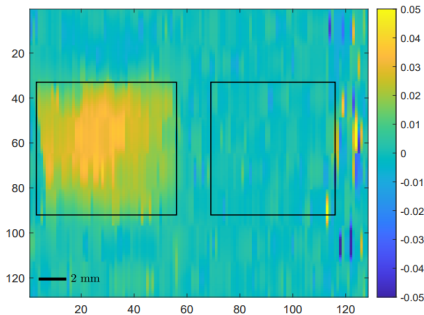
CYGNO, part of the wider CYGNUS, will operate a **high-resolution optical Time Projection Chamber (TPC)** for directional dark matter searches and solar neutrino spectroscopy.

A team of 5 researchers from LIBPhys-UC participates in the CYGNO collaboration.

Single-Pixel Compressive Sensing Imaging of Biomarker Phosphorescence Lifetime



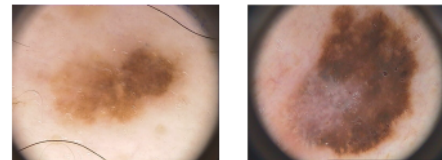
Single-Pixel camera



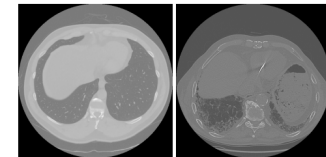
Lifetime Imaging

Multi-dimensional multiscale entropy measures: application to dermoscopic images and CT scans

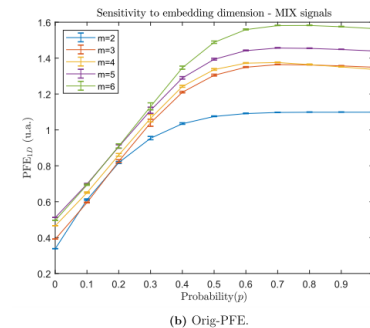
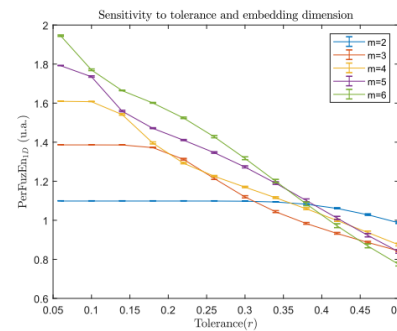
Entropy as screening tool for large Biomedical images and datasets



Dermoscopic images

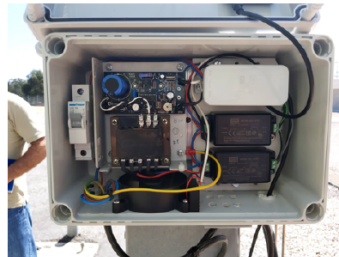
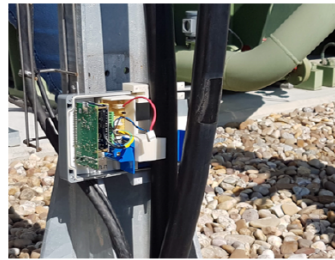
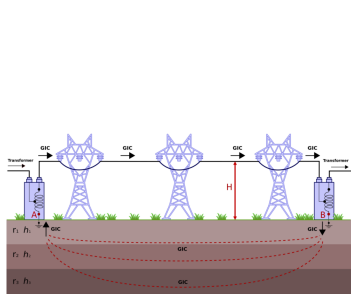


CT scans



Multi-scale entropy assessment

Space Weather - Remote sensing of Geomagnetically Induced Currents with CITEUC collaboration



Security and Process Monitoring Approaches for Large-Scale Industrial Automation & Control Systems with DEI collaboration



Supervisory, control and data acquisition (SCADA) security at the PLC ground floor. Industrial Paradigm to Physics Experiments

Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics

Remote Sensing GICs @Paraimo HV Power Station

PRESENTE E FUTURO DE

Física Solar – Projectos e colaborações



EST

Envolvimento profundo na adesão do Portugal ao projeto/ co-PI de um dos instrumentos planeados

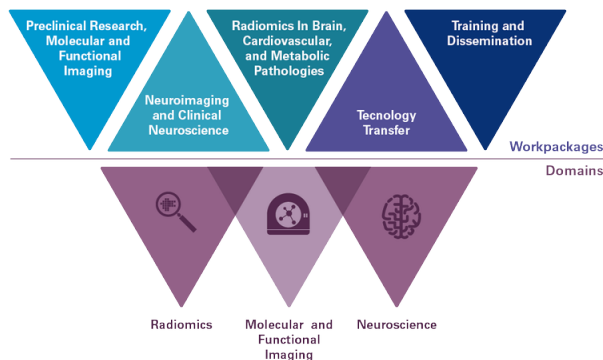


WaLSA

Um membro associado

OUTRAS ATIVIDADES

- Campanhas de observação (2020,2021), em processo de seleção competitivo no SST no valor de 30k euros
- Membro da equipa principal do grupo de desenvolvimento do novo código de inversão em condições de não equilíbrio termo hidrodinâmico local DeSIRe
- Organizadores e formadores, em parceria com o NSO, IAC e IAA, do workshop internacional em ferramentas de síntese e inversão de dados espectro polarimétricos
- Organização com a Universidade de Göttingen do primeiro workshop sobre os dados da Parker Solar Probe em Portugal: dar a conhecer à comunidade científica os dados fornecidos pelo satélite e estabelecer colaborações.
- Membro da equipa do projecto PRIME (Portuguese Regional Ionosphere ModEl)



CIBIT: unidade líder em imagiologia biomédica multimodal.
Sedie ICNAS – Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde.

Avaliação FCT: Excelente.

Foco: **imagiologia biomédica, Investigação translacional.**

Desenvolvimento de biomarcadores de imagem molecular e funcional para Neurociências, Cardiologia e Oncologia.

Imagiologia RM, PET e OCT clínica e pré-clínica.

Neurofisiologia.

Desenvolvimento de sondas moleculares.

Scanners RM Siemens PRISMA 3 Tesla (humanos) e Bruker 9.4 T (animal)

Scanner PET/CT Siemens BIOGRAPH mCT

Scanner PET animal

Dois ciclotrões: IBA 18/9 MeV e IBA Kiube

EEG de alta densidade

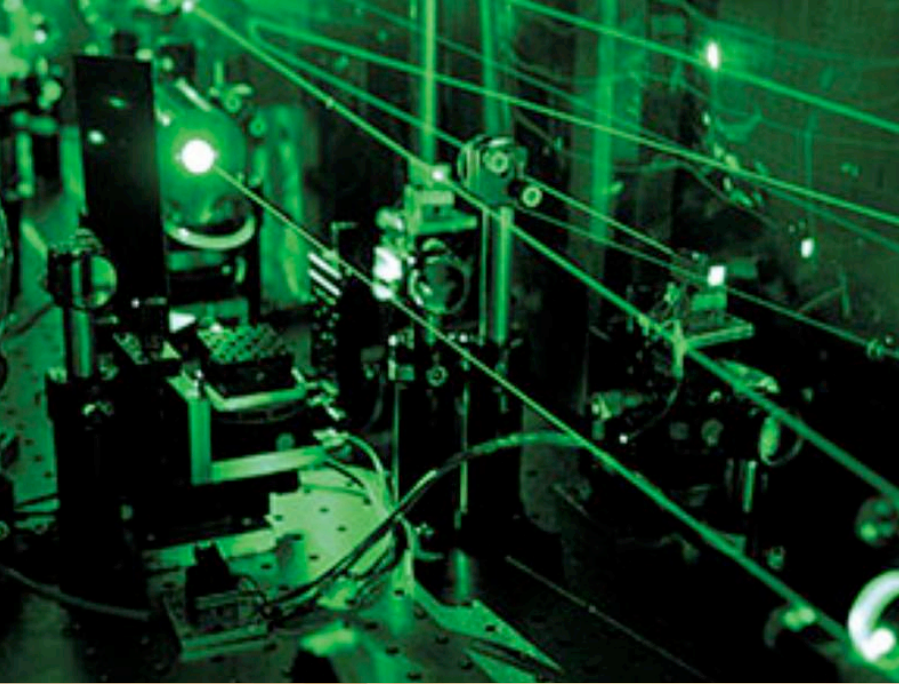
Estimulação magnética transcraniana

Imagiologia NIR funcional

Interfaces cérebro-máquina de 64 canais

Imagiologia de bioluminescência/fluorescência

Tomógrafos de Coerência Óptica (OCT): Zeiss Cirrus SD-OCT 5000 (humanos) e Micron IV OCT System (animal)



ENSINO

DM

DQ



**LICENCIATURA
EM FÍSICA**

DF

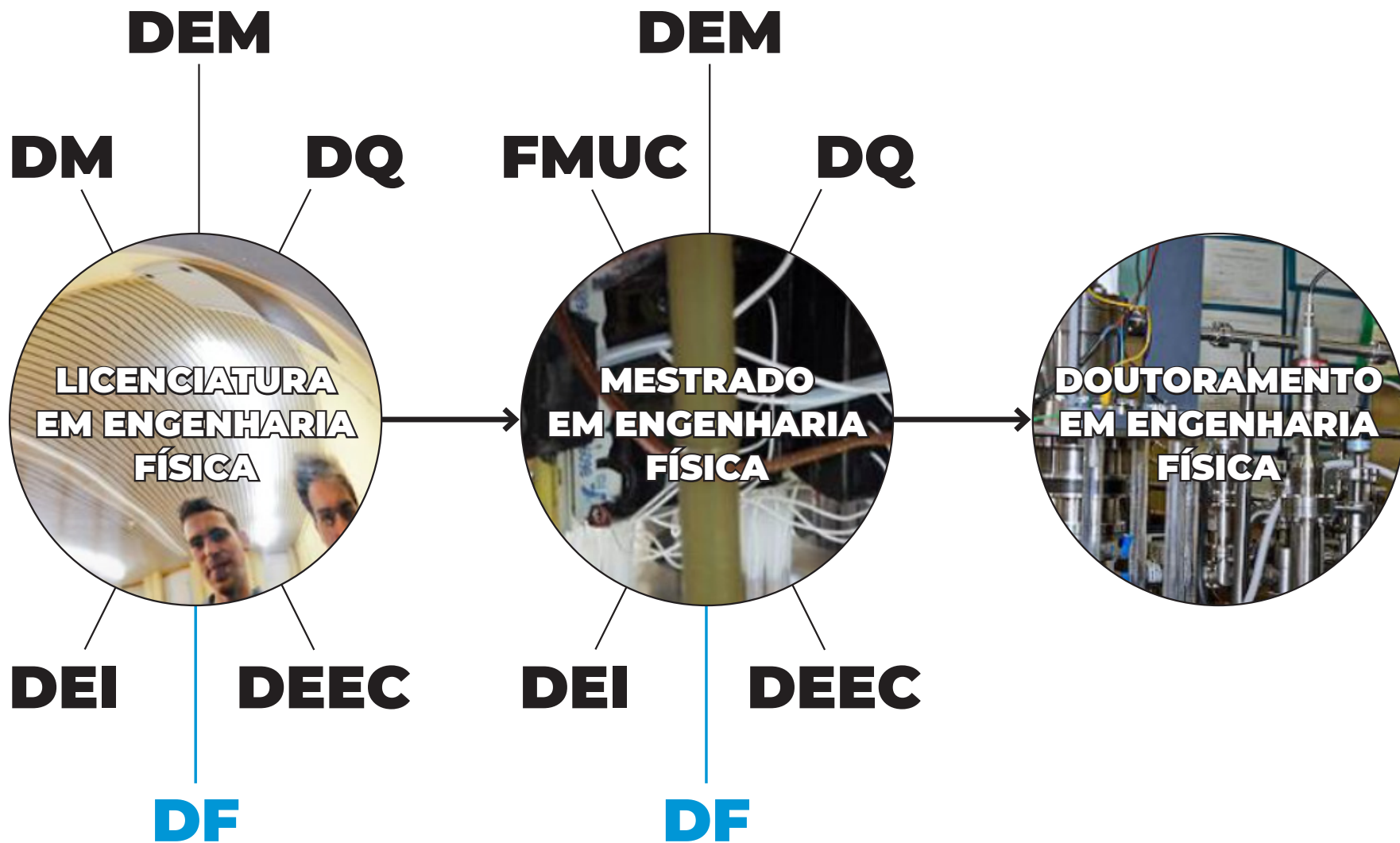


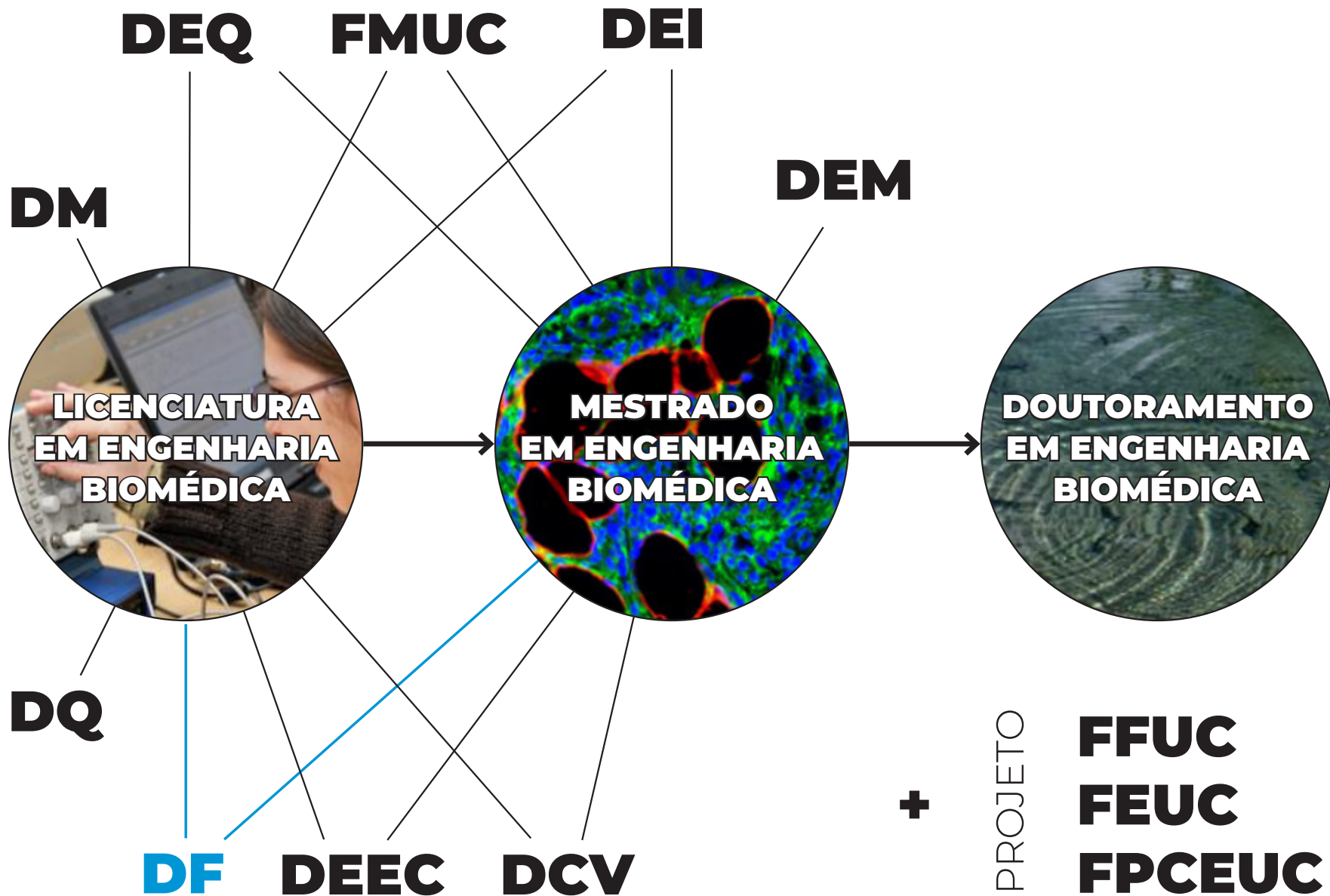
**MESTRADO
EM FÍSICA**

DF



**DOCTORAMENTO
EM FÍSICA**







LIP & Ensino no DF

- Contribui com disciplinas de especialização essenciais para cursos atrativos
- Contribui com disciplinas em áreas emergentes
- Essencial nos cursos MAIE, MFM, MF, MEF
- Orientação de teses de MSc e de PhD

INOVAÇÃO NO ENSINO

Estágios de verão em UI&D e empresas

Integração nas UI&D através da oferta regular de bolsas BII e BI

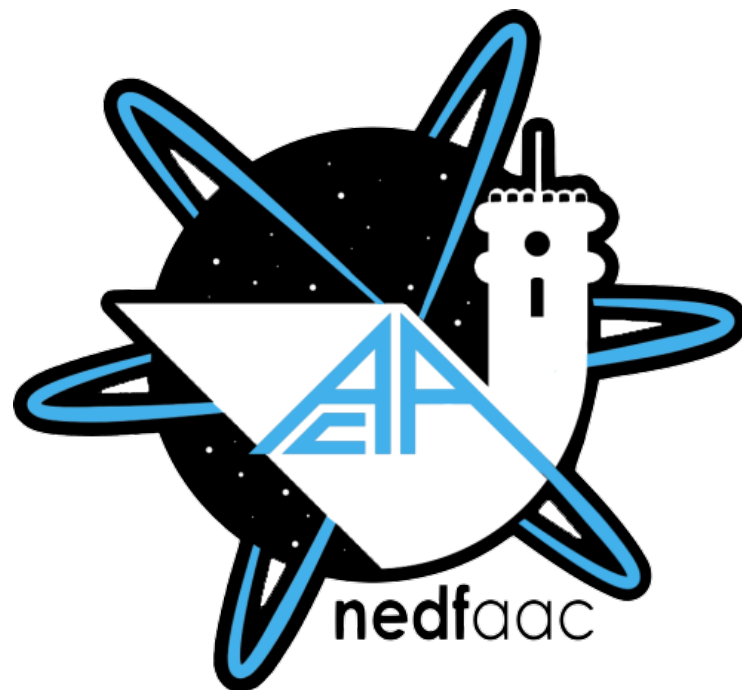
Integração no DF de juniores empresas e juniores iniciativas

Estímulo à participação no programa Erasmus



ESTUDANTES





**NÚCLEO DE ESTUDANTES DO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**
DA ASSOCIAÇÃO ACADÉMICA DE COIMBRA

O NEDF/AAC

Fundado a
19 de março
de 1997

Representa
cerca de 800
alunos

Zelar pelos
Interesses dos
estudantes

Proporcionar
diversas
atividades



DESDE 1991

Associação Portuguesa de Estudantes de Física

Representa todos os estudantes de Física e de Engenharia Física, e de outros cursos diretamente relacionados com a Física do Ensino Superior português, operando a nível nacional.



DESDE 2008

Junior Empresa

Tem o objetivo de proporcionar aos alunos da FCTUC a oportunidade de aplicar os seus conhecimentos académicos em projetos internos e externos, aprendendo novas competências e praticando com situações da vida real.



Junior Empresa

Enraizada na FCTUC. Nasceu do interesse em aprender trabalhando e da vontade de o fazer. Com uma equipa multidisciplinar com especialistas e entusiastas em diversas áreas, desde a programação ao design gráfico.



DESDE 2021

Associação de estudantes de tecnologias do espaço

Iniciativa que simplifica e apoia a relação entre a indústria espacial e os estudantes. Pretendendo preparar os seus membros para a sua carreira profissional, colocando o seu esforço e aplicando competências em projetos.



SOCIEDADE



TRANSFERÊNCIA

PHYSICS EDUCATION AND SCIENCE OUTREACH

- * Promotion of physics and excellence in science education
- * "Quark!"-school for talented high-school students
- * Strong collaboration with SPF
- * Coordination of the Physics Olympiads (national & IPhO, OIbF)
- * Outreach activities: projeto Big Bang
- * Centre “Ciência Viva Rómulo de Carvalho”
- * Physics text-books for middle- and high-school scholars



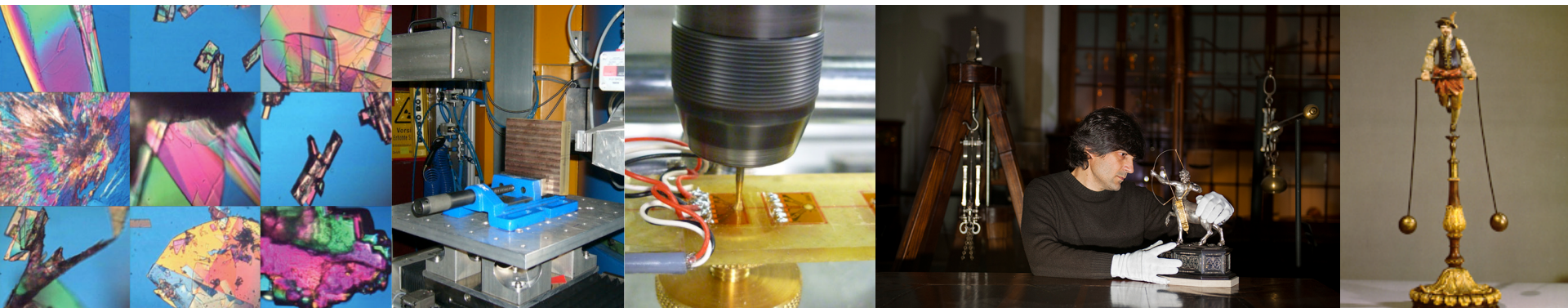
TRANSFERÊNCIA

PHYSICS IN WORLD HERITAGE

- * History of Science in Coimbra (World Heritage Site, EPS historic site)
- * Rehabilitation of historical scientific instruments and sites

PHYSICS FOR INDUSTRY

- * Analytical services, quality control, R&D for Pharmaceutical, Chemical and Electromechanical industries
- * R&D: co-crystals for drug delivery, hybrid compounds for OLEDs, hydrogen storage technology



TRANSFERÊNCIA

Centro de competências em monitorização e controlo

Instrumentação para muografia geológica

Deteção de contrabando em contentores

Respiradores de emergência no início da pandemia



MISSÃO DO RÓMULO

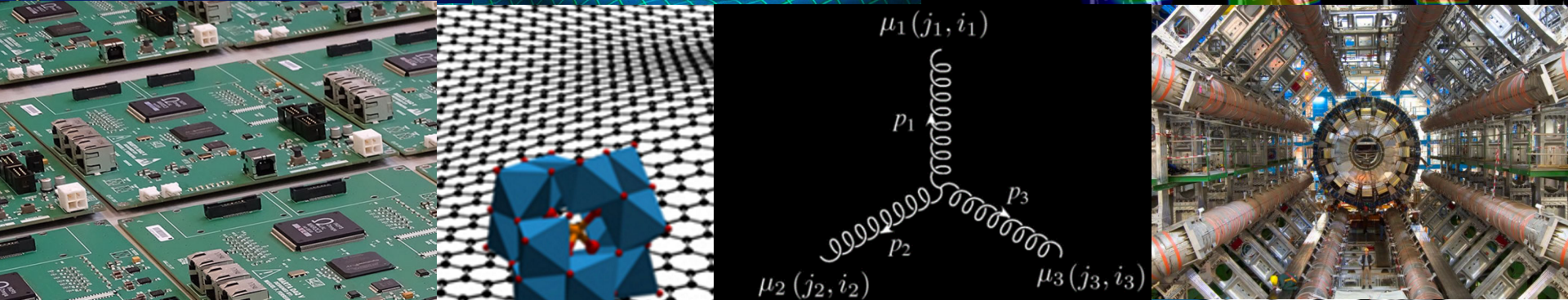
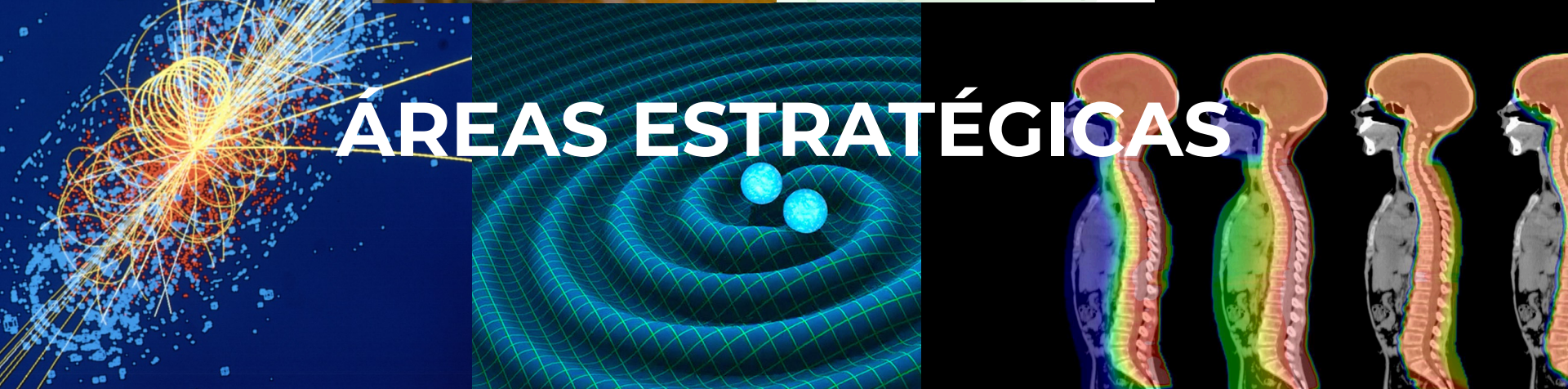
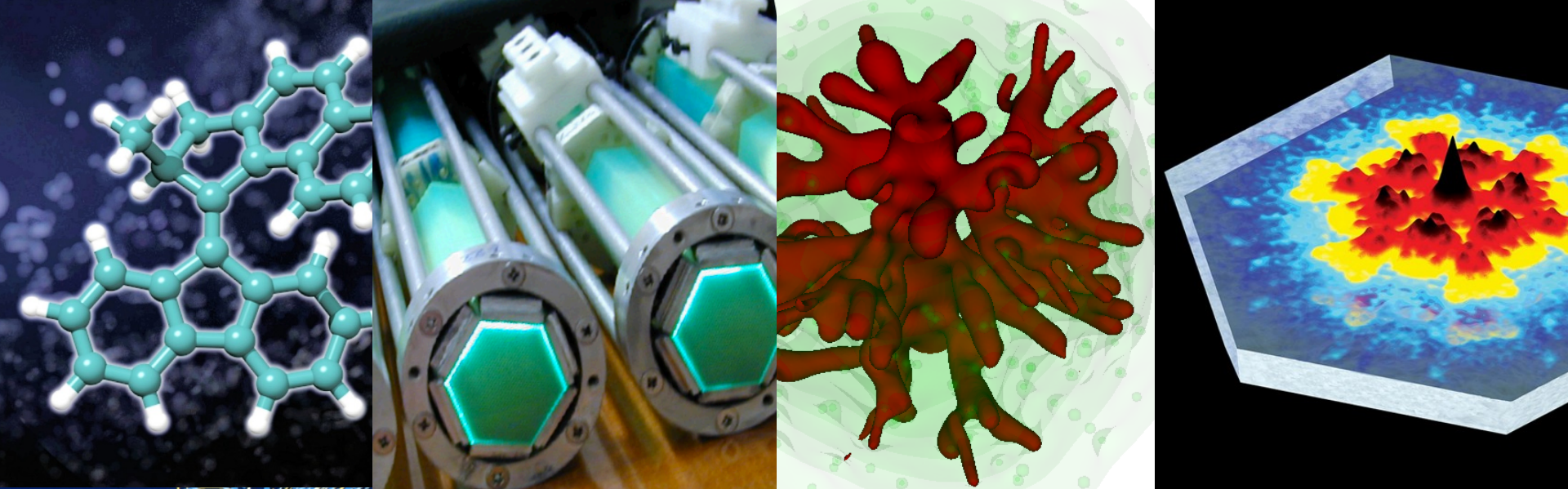
Contribuir para a divulgação da cultura científica e tecnológica nacional;

Valorizar a riqueza inter e pluridisciplinar;

Aproximar a ciência de todos os tipos de público;

Motivar e atrair mais os jovens para a ciência





ÁREAS ESTRATÉGICAS

ÁREAS ESTRATÉGICAS

Instrumentação de ponta: detetores de radiação, tecnologias para a saúde



Materiais topológicos e materiais funcionais

Espectroscopia rotacional



Armazenamento de energia/ materiais para a energia

Crescimento patológico de vasos sanguíneos



Física de partículas: matéria escura, neutrinos, QCD, BSM

Espaço: SKA, Exoplanets, estrelas de neutrões, **tecnologia para o espaço**, Física solar, rede GeoPlanet



HPC

Muões



Automação e controlo

Sociedade, ensino pré-universitário



SUMMING UP

O Departamento de Física é um departamento multidisciplinar onde os saberes se cruzam, fortemente ligados aos outros departamentos da FCTUC e faculdades da UC e com forte internacionalização

LIP tem uma contribuição essencial para a missão do DF

O Departamento de Física está empenhado em

- Realizar investigação de excelência estabelecendo fortes colaborações internacionais
- Desenvolver instrumentação de ponta com aplicações variadas
- Criar um ambiente de ensino de excelência, atrativo para os estudantes, com espaço para a inovação e desenvolvimento de soft skills
- Abrir-se ao exterior através de outreach, colaboração com empresas, intervenção no património.

OBRIGADA!