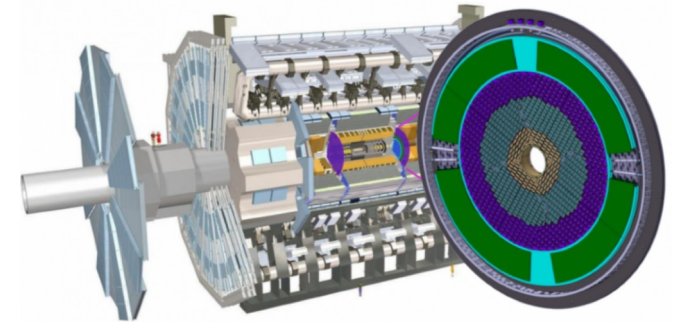
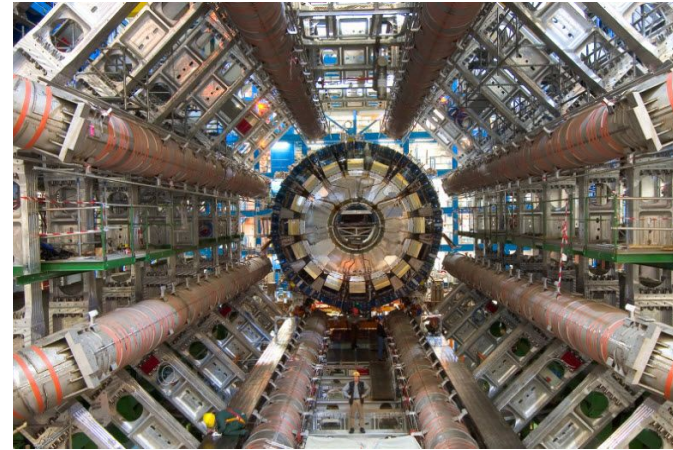


ATLAS - PT



ATLAS - PT

- Experiência ATLAS do LHC (CERN)
 - Medidas, fenomenologia e procura de **nova física** com o bosões de **Higgs** e quarks **top**
 - **Grid** - Computação distribuída
- Upgrades de ATLAS
 - Fase de alta luminosidade do LHC: 2026-2040
 - LIP responsável por várias áreas do calorímetro, trigger, e novo detetor de alta resolução temporal
- FCC – Futuro Acelerador Circular do CERN
 - Estudo internacional para o desenho de uma instalação experimental para suceder o LHC
 - FCC-ee (colisionador e^+e^-) seguido de FCC-hh (p-p)
 - Estudo até 2025; possível início do FCC em 2040
 - LIP: estudos de fenomenologia e desenvolvimento de detetores de cintilação resistentes à radiação



Grupo LIP Dark Matter



Isabel Lopes (PI)



Vladimir Solovov



Francisco Neves



Alexandre Lindote



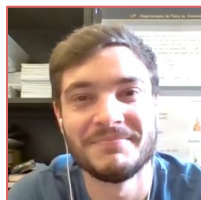
Claudio Silva



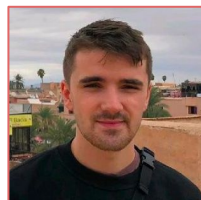
Paulo Brás



Guilherme Pereira



Sandro Saltão



Kai Jenkins



Departamento de Física gabs. **E5, E16 e G5**

lip.pt

lz.lbl.gov

lz.slac.stanford.edu

sanfordlab.org

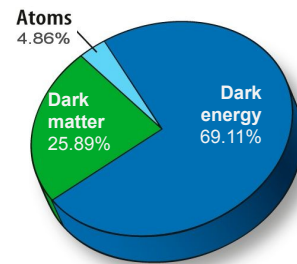
Twitter [@lzdarkmatter](https://twitter.com/lzdarkmatter)



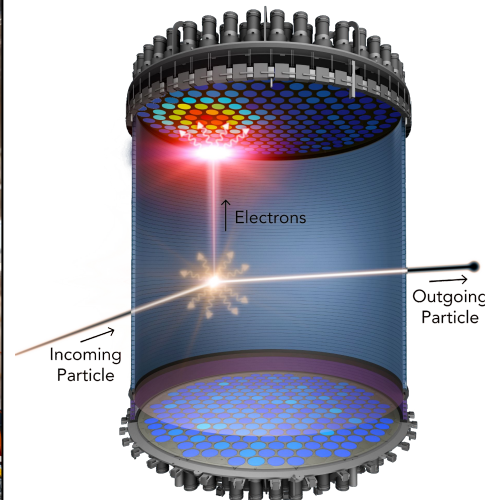


Procura da matéria escura

Cerca de 85% da matéria do universo é **matéria escura**. Um detector na Terra tenta medir interações de **matéria escura** com núcleos atômicos de um alvo.



- LZ é uma experiência de 7 toneladas de Xénon líquido para detecção directa de matéria escura.
- Com apenas 60 dias de dados adquiridos, dos 1000 projectados, é atualmente **o detector de matéria escura na forma de WIMPs mais sensível do mundo**.
- A nova geração de detectores de Xénon multi-tonelada (G3) já está a ser planeada pelo consórcio **XLZD** (XENON, LZ, Darwin).



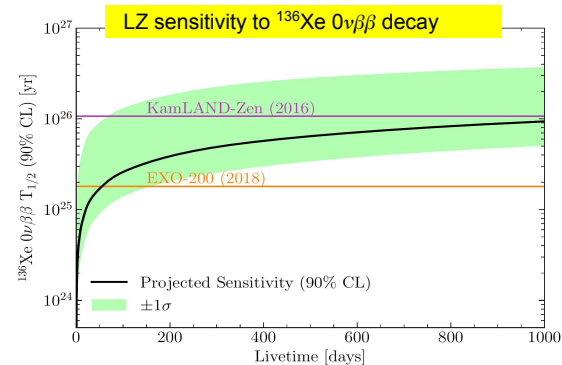
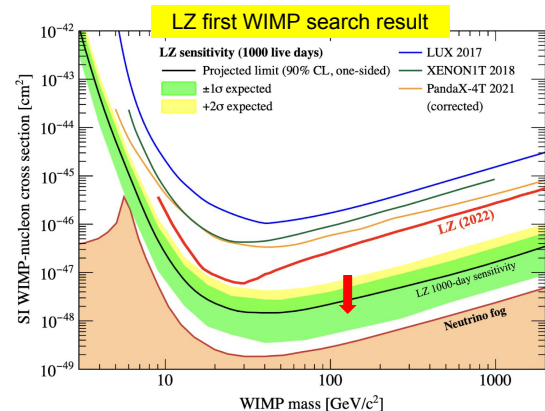
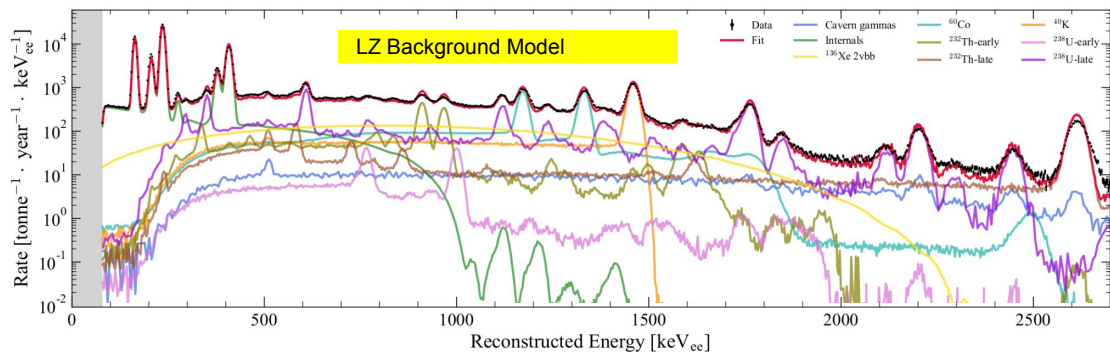
Várias oportunidades para participação em estudos de física de vanguarda na próxima década



Procura da matéria escura

O grupo de DM do LIP está directamente envolvido em várias actividades críticas em LZ:

- Análise de dados e caracterização da resposta do detector
- Simulação e estudo de fundos radiogénicos
- Estudo de decaimentos raros em LZ
 - ($^{136}\text{Xe } 0\nu\beta\beta$, $^{134}\text{Xe } 2\nu\beta\beta$, $^{124}\text{Xe } 2EC$)
- Física de neutrinos (solar and supernova neutrinos, CE ν NS)
- Estudo do efeito Migdal



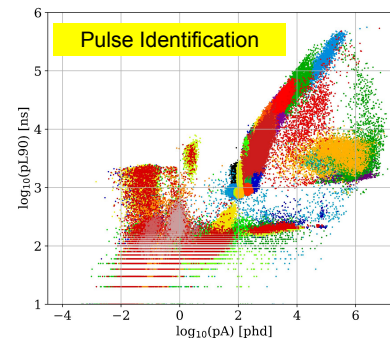
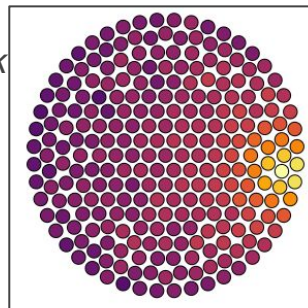


Procura da matéria escura

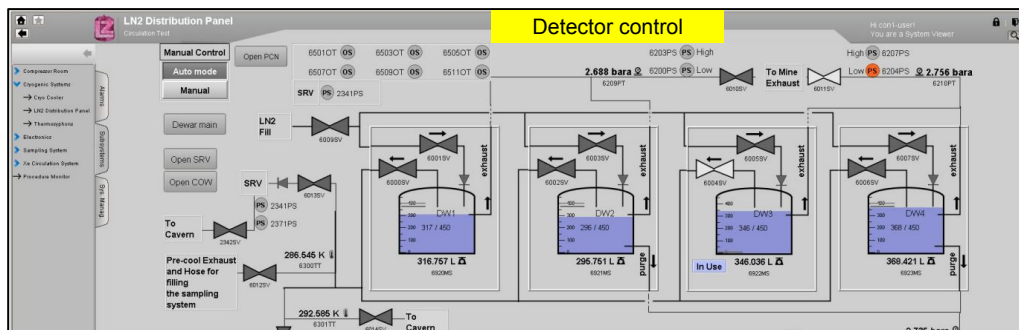
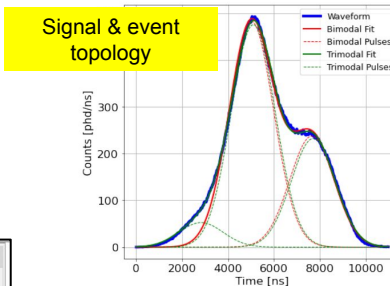
O grupo de DM do LIP está directamente envolvido em várias actividades críticas em LZ:

- Produção de algoritmos dedicados para a *framework* de processamento de dados de LZ
- Machine learning e data mining
- Algoritmos de reconstrução de posição
- Identificação/classificação de pulsos/eventos
- Ferramentas de controlo dos sistemas críticos de LZ

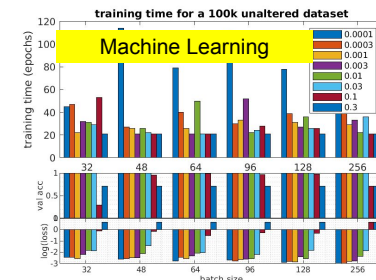
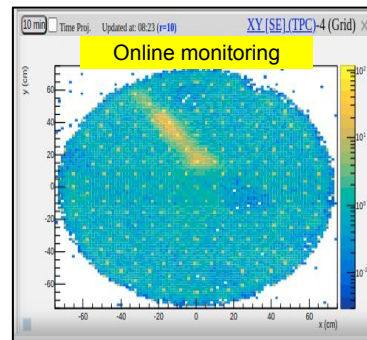
Position reconstruction



Signal & event topology



Online monitoring



Desenvolvimento de câmaras de planos resistivos (RPCs)



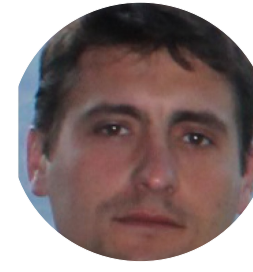
Alberto Blanco



Paulo Fonte



Luís Lopes



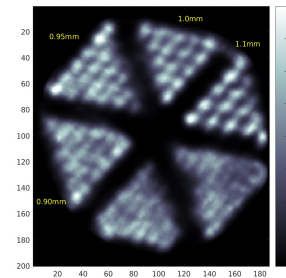
João Saraiva

O que investigamos?

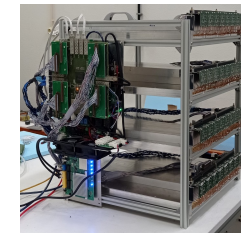
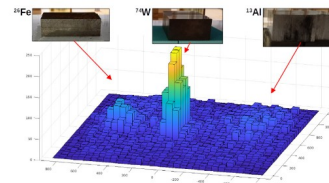
- Aplicações médicas. RPC-PET



- RPCs para física de altas energias. CERN, GSI/FAIR



- RPCs para medicação de raios cósmicos.
Tomografia muões.



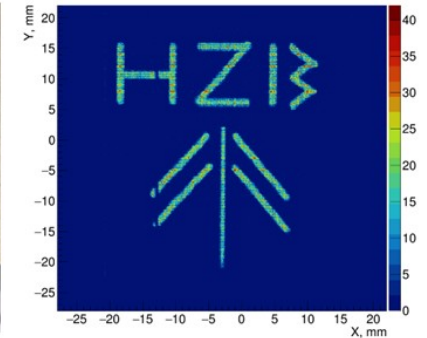
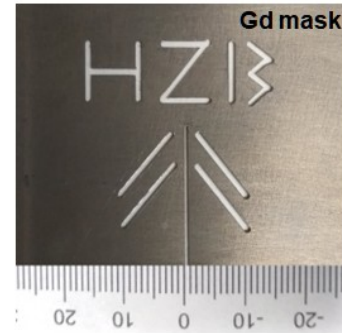
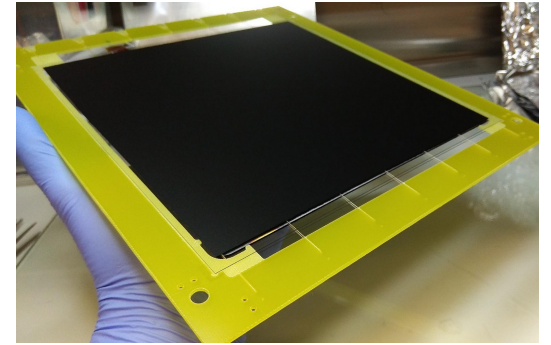
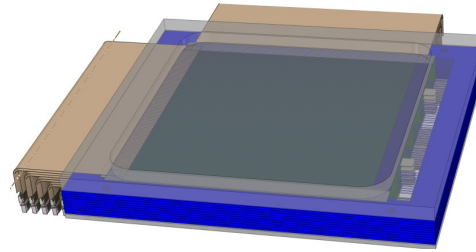
Desenvolvimento de detetores de neutrões



Luís Margato



Andrey
Morozov



O que investigamos?

Desenvolvimento de uma nova tecnologia de deteção de neutrões baseada em RPCs

- Aplicações em ciência de dispersão de neutrões (NSS), como, por exemplo, difração de neutrões, reflectometria de neutrões e eco de spin de neutrões.
- Detetores de neutrões rápidos para a física nuclear, por exemplo, para experiências de emissão de neutrões com atraso beta

Desenvolvimento de detetores de Xénon Líquido



Vitaly Chepel



Vladimir
Solovov



Francisco
Neves

O que investigamos?

Estudo de processos desencadeados pela interação de partículas com o xénon líquido e nas tecnologias associadas.

- Estudo todos os processos eletrónicos, óticos e moleculares gerados num detetor de xénon líquido devido a interações de partículas no meio.
- Aplicações, detetores criogénicos para acontecimentos raros.
- Software e simulação.

LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS LIP COIMBRA – GRUPO GAS DETECTORS R&D



Filomena Santos, PhD



Filipa Borges, PhD



José Escada, PhD



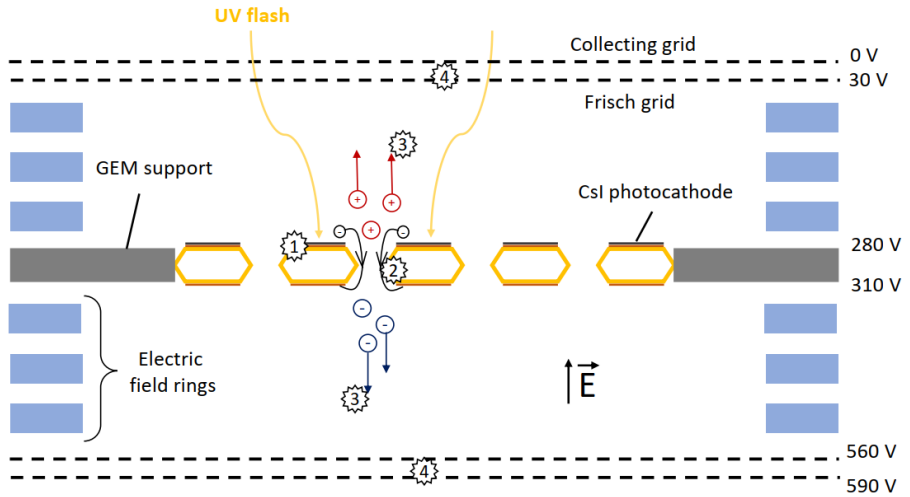
Alexandre Trindade, PhD



Afonso Marques, MSc

LIP COIMBRA | DEPARTMENT OF PHYSICS | 4th FLOOR | ROOMS G.17 & G.18

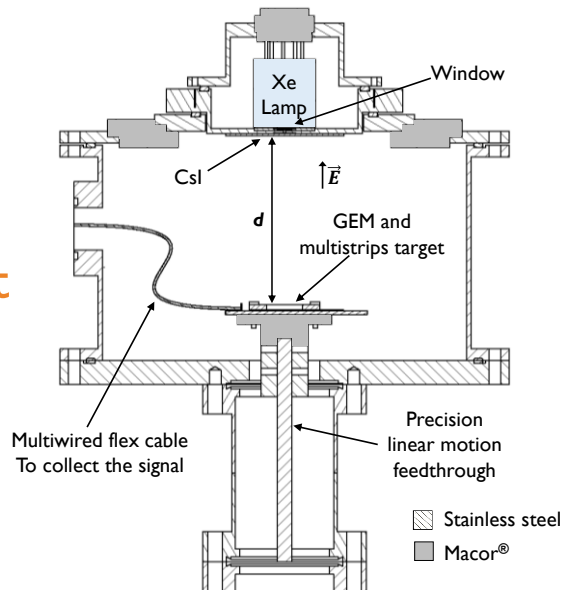
GASEOUS DETECTORS R&D



Dual Polarity

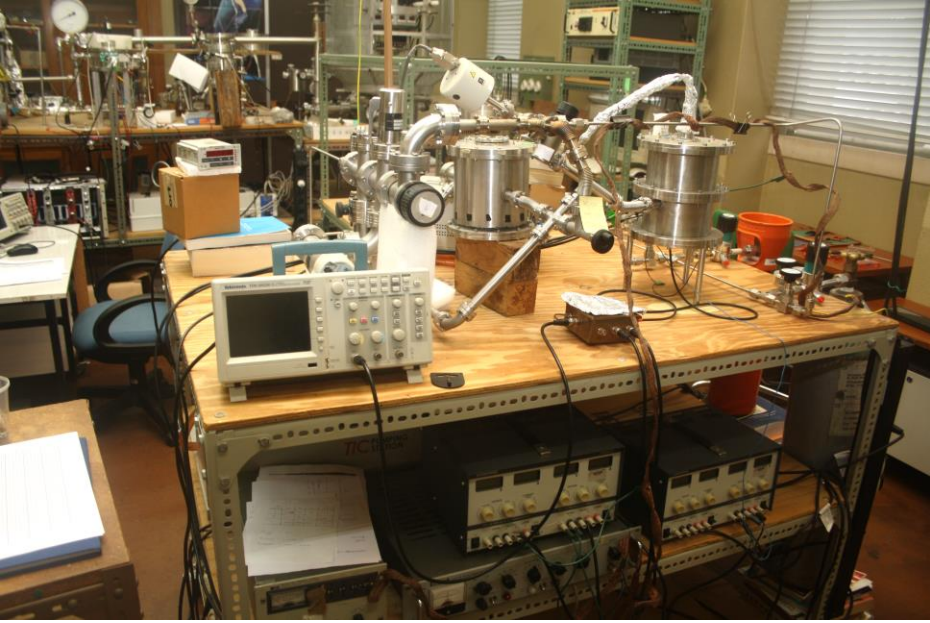
Ion Drift Chamber

Electron
Diffusion
Measurement
Chamber



- Design, planning and optimization of gas detectors;
- Study of gas mixtures: optimize electron diffusion, stopping power, energy resolution – without compromising other interesting properties of the mixtures;
- Study of the drift of electrons and ions in gases;
- Electroluminescence in noble gases and mixtures;
- Monte Carlo simulation to:
 - understand/optimize experimental results;
 - predict/understand physical behaviors

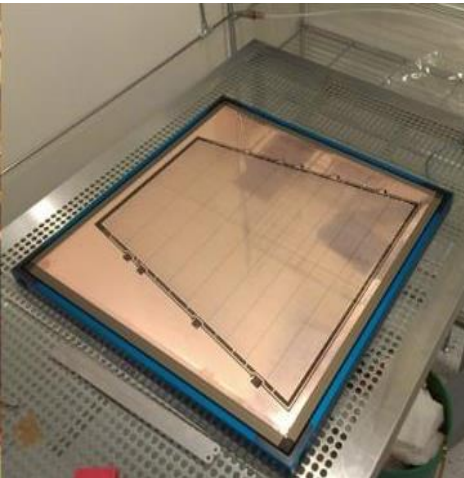
OUR LAB



NEXT



RD5 I



GASEOUS DETECTORS R&D

Current work:

- **Negative Ions as Charge Carriers in Gaseous Detectors;**
 - Experimental and simulation to anticipate results
- **Dual Polarity Ion Drift Chamber (DP-IDC);**
 - Experimental and simulation to clarify results
- **Electron Diffusion Measurement Chamber;**
 - Experimental and simulation to understand results
- **Multi-Grid High Pressure Gas Proportional Scintillation Counter**

International collaborations :

- **NEXT** (Neutrino Experiment with a Xe TPC); <https://next.ific.uv.es/next/>
- **RD5 I*** (CERN Collaboration); <https://rd5i-public.web.cern.ch/>
*(DRD1, soon, the new acronym)



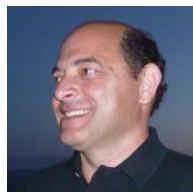
LIBPhys-UC

GIAN – Grupo de Instrumentação Atómica e Nuclear

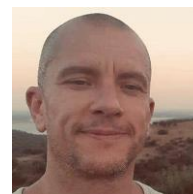
Investigadores



Joaquim Santos



José Matias



António Bento

Luís Fernandes

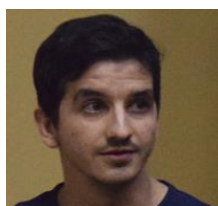


Cristina Monteiro

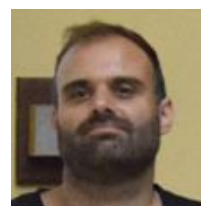


Carlos Henriques

Alunos de doutoramento/mestrado/projeto de licenciatura



Daniel Mano



Pedro Silva



Rita Roque



Joana Teixeira



João Azevedo



Ana Isabel



José Neves

O que investigamos? Como o fazemos?

- Estudo e desenvolvimento de instrumentos para deteção de radiação/partículas (raios-x, raios-gama, neutrões, neutrinos, wimp, eletrões, ...)
- Estudo de processos físicos em gases e misturas gasosas (cintiladores ou produtores de carga)
- Estudo de processos de amplificação de sinais de ionização
- Estudo e desenvolvimento de novos fotosensores
- Aplicações a diversas áreas (astrofísica, física atómica, átomos exóticos, imagiologia, ...)

- Experimental (desenho e projeto de instrumentos, procedimentos de montagem, testes de vácuo, aquisição de dados/imagem)
- Processamento de dados e/ou de imagem (MATLAB, Python, Machine Learning,...)
- Simulação (GEANT4, MAGBOLTZ, DEGRAD, SRIM, ANSYS,...)

Física
Matemática
Computação
Engenharia

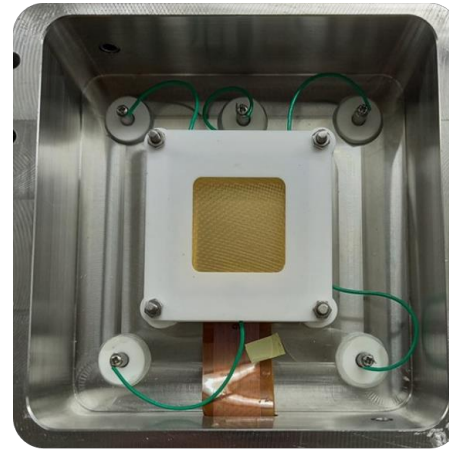
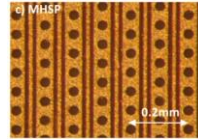
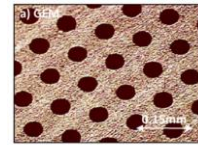
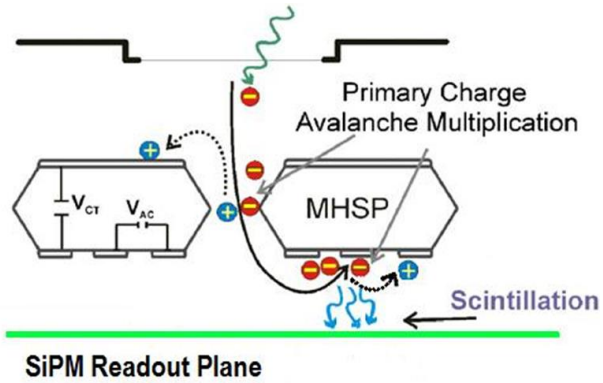
Colaborações Internacionais

- CREMA – investigação em átomos exóticos (H-muónico, He-muónico,...)
- NEXT – deteção de decaimento beta duplo sem emissão de neutrinos (Xe alta pressão, **amplificação do sinal por cintilação**)
- XENON – deteção direta de matéria escura (Xe, **amplificação do sinal por cintilação**)
- DARWIN – deteção direta de matéria escura (Xe, **amplificação do sinal por cintilação**)
- XLDZ – deteção direta de matéria escura (Xe, **amplificação do sinal por cintilação**)
- CRESST – deteção direta de matéria escura (cintilador inorgânico CaWO_4)
- CYGNO – deteção de matéria escura direcional (TPC + GEM + He-CF₄, **amplificação do sinal por cintilação**)
- CERN RD51 – R&D de microestruturas (GEM-100, MHSP, Cobra, amplificação do sinal por avalanche de eletrões)

Doutoramentos em curso

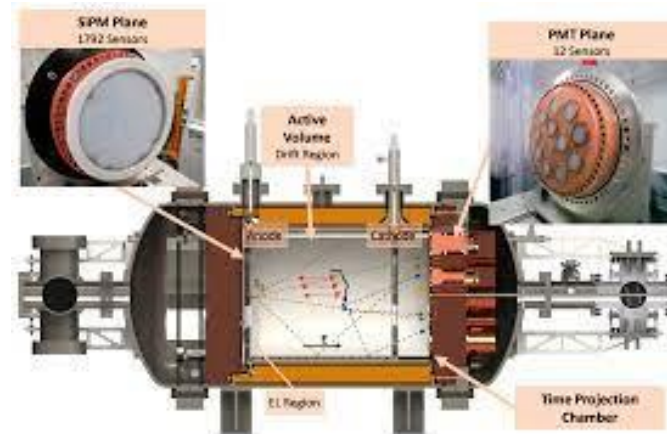
- Contador Gasoso de cintilação proporcional com enchimento a cripton
- Um contador gasoso de cintilação proporcional com ânodo anelar
- Cintilação secundária de misturas de He-CF₄ com aditivos ricos em hidrogénio: contribuições para a Experiência CYGNO
- Estudo da emissão de Neutral Bremsstrahlung e cintilação primária em xénon e árgon (NEXT)
- Cintiladores plásticos para deteção de neutrões térmicos
- Estudo e caracterização de fibras óticas para o TPC NEXT-HD

PISA – Photon Induced Scintillation Amplifier



Aplicação: capacidade de imagem 2D (imagiologia médica)

Aplicação: Fotosensor para detetores de eventos raros (astrofísica)



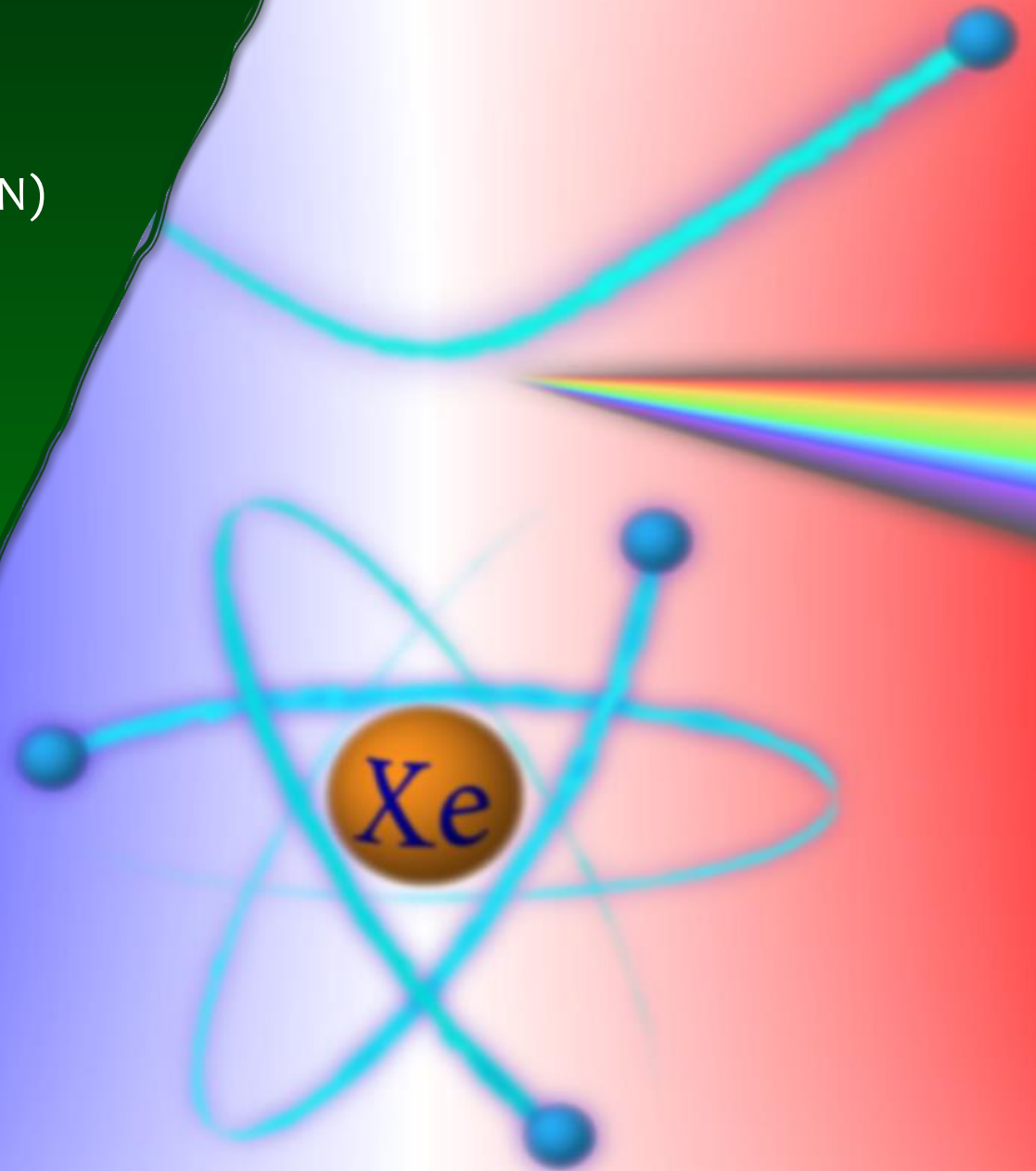
LIBPhys-UC

Grupo de Instrumentação Atómica e Nuclear (GIAN)

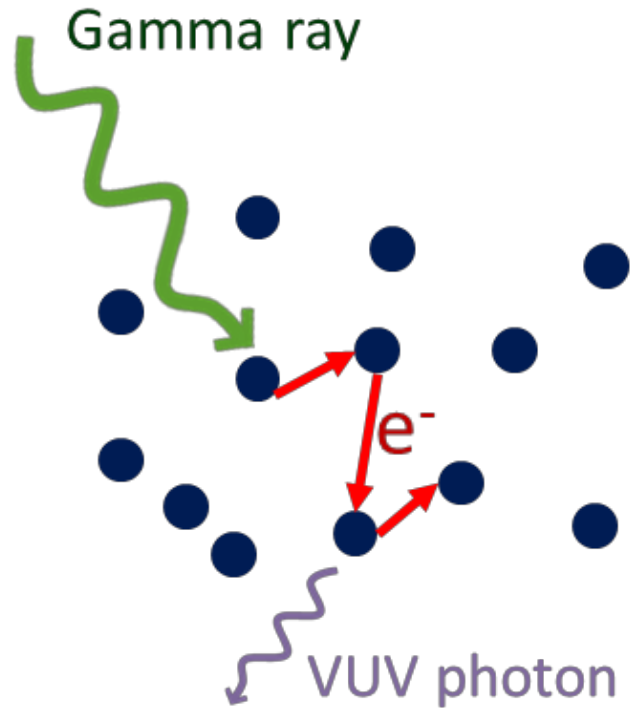
Estudos de cintilação



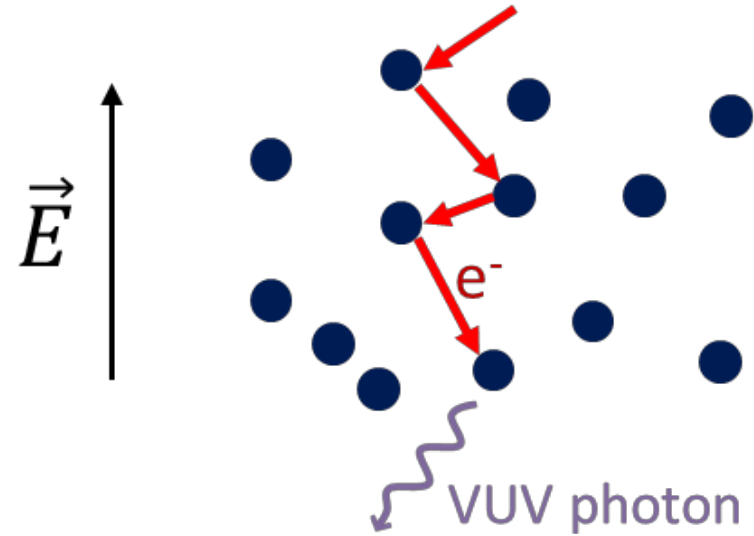
LIBPhys-UC

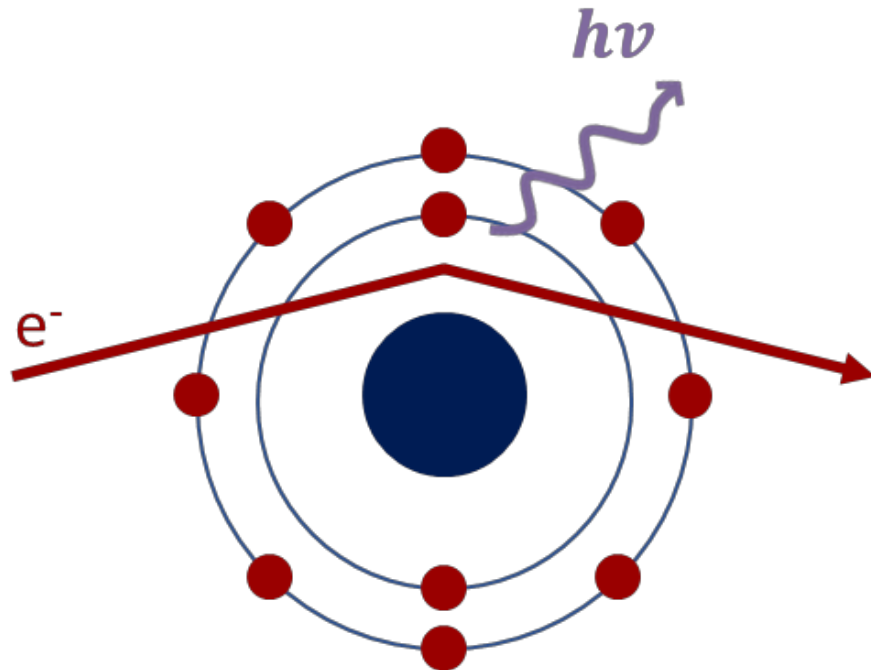


Cintilação primária

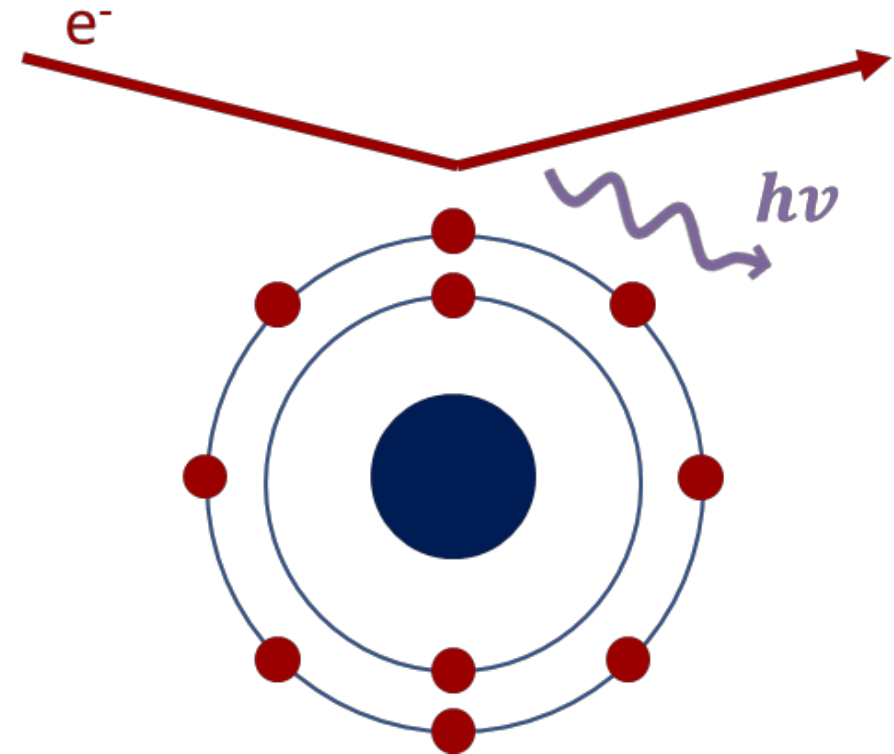


Cintilação secundária





Bremsstrahlung comum



Neutral Bremsstrahlung



PHYSICAL REVIEW X 12, 021005 (2022)

Neutral Bremsstrahlung Emission in Xenon Unveiled

C. A. O. Henriques,^{1,†} P. Amedo,² J. M. R. Teixeira,¹ D. González-Díaz,² C. D. R. Azevedo,³ A. Para,⁴ J. Martín-Albo,⁵ A. Saa Hernandez,² J. J. Gómez-Cadenas,^{6,7,‡} D. R. Nygren,^{8,‡} C. M. B. Monteiro[Ⓞ],^{1,*} C. Adams,⁹ V. Álvarez,¹⁰ L. Arazi,¹¹ I. J. Arnquist,¹² K. Bailey,⁹ F. Ballester,¹⁰ J. M. Benlloch-Rodríguez,^{6,5} F. I. G. M. Borges,¹³ N. Byrnes,⁸ S. Cárcel,⁵ J. V. Carrión,⁵ S. Cebrián,¹⁴ E. Church,¹² C. A. N. Conde,¹³ T. Contreras,¹⁵ G. Díaz,² J. Díaz,⁵ M. Diesburg,⁴ J. Escada,¹³ R. Esteve,¹⁰ R. Felkai,^{11,16,5} A. F. M. Fernandes,¹ L. M. P. Fernandes,¹ P. Ferrario,^{6,7} A. L. Ferreira,³ E. D. C. Freitas,¹ J. Generowicz,⁶ S. Ghosh,¹⁵ A. Goldschmidt,¹⁷ R. Guenette,¹⁵ R. M. Gutiérrez,¹⁸ J. Haefner,¹⁵ K. Hafidi,⁹ J. Hauptman,¹⁹ J. A. Hernando Morata,² P. Herrero,⁶ V. Herrero,¹⁰ Y. Ifergan,^{11,16} B. J. P. Jones,⁸ M. Kekic,^{2,5} L. Labarga,²⁰ A. Laing,⁸ P. Lebrun,⁴ N. López-March,^{10,5} M. Losada,¹⁸ R. D. P. Mano,¹ A. Martínez,^{5,6} M. Martínez-Vara,⁵ G. Martínez-Lema,^{5,2,8} A. D. McDonald,⁸ F. Monrabal,^{6,7} F. J. Mora,¹⁰ J. Muñoz Vidal,^{5,6} P. Novella,⁵ B. Palmeiro,^{2,5} J. Pérez,²¹ M. Querol,⁵ A. B. Redwine,¹¹ J. Renner,^{2,5} J. Repond,⁹ S. Riordan,⁹ L. Ripoll,²² Y. Rodríguez García,¹⁸ J. Rodríguez,¹⁰ L. Rogers,⁸ B. Romeo,^{6,21} C. Romo-Luque,⁵ F. P. Santos,¹³ J. M. F. dos Santos,¹ A. Simón,¹¹ C. Sofka,^{23,||} M. Sorel,⁵ T. Stiegler,²³ J. F. Toledo,¹⁰ J. Torrent,⁶ A. Usón,⁵ J. F. C. A. Veloso,³ R. Webb,²³ R. Weiss-Babai,^{11,¶} J. T. White,^{23,*} K. Woodruff,⁸ and N. Yahlali⁵

(NEXT Collaboration)

Há novas pistas para detectar matéria escura

O trabalho foi idealizado e realizado por Cristina Monteiro e Carlos Henriques, do Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física da Radiação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra no âmbito de uma colaboração internacional.

Lusa

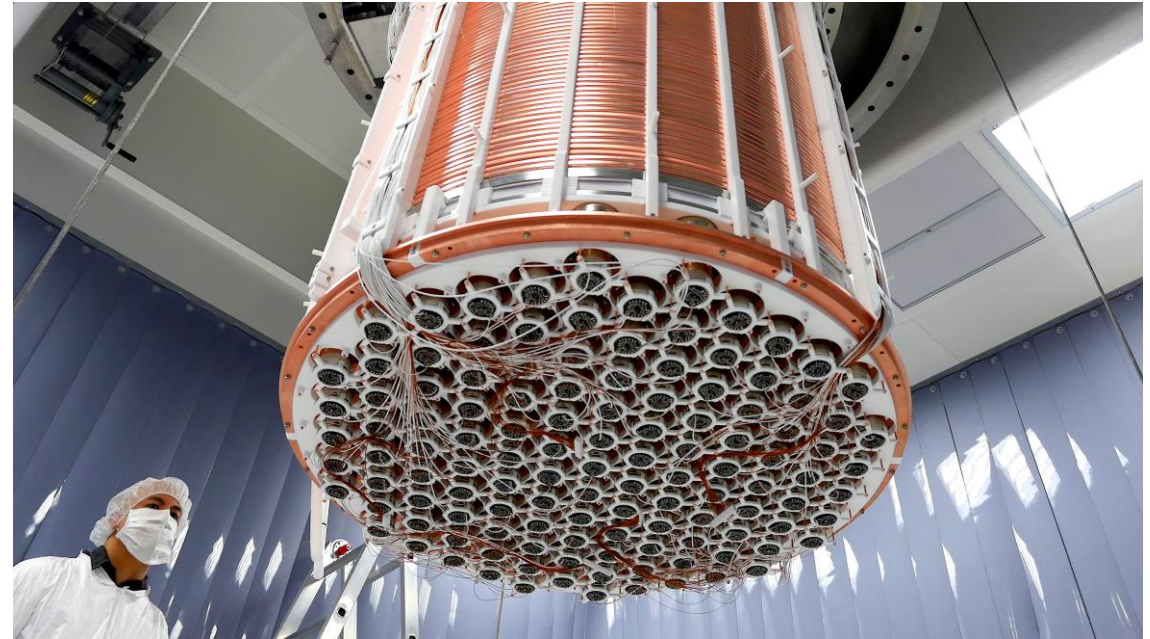
12 de Abril de 2022, 18:15



Da esquerda para a direita, os autores do trabalho: Carlos Henriques, Cristina Monteiro e Joana Teixeira DR

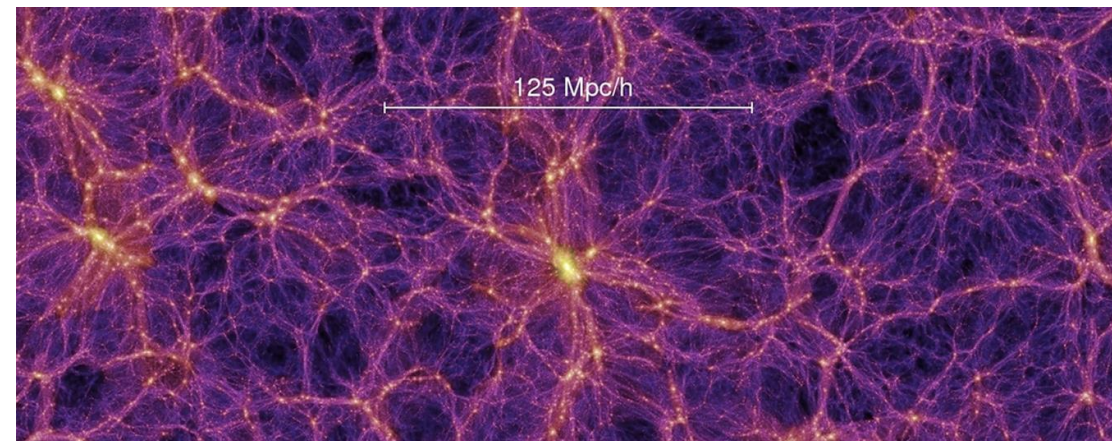
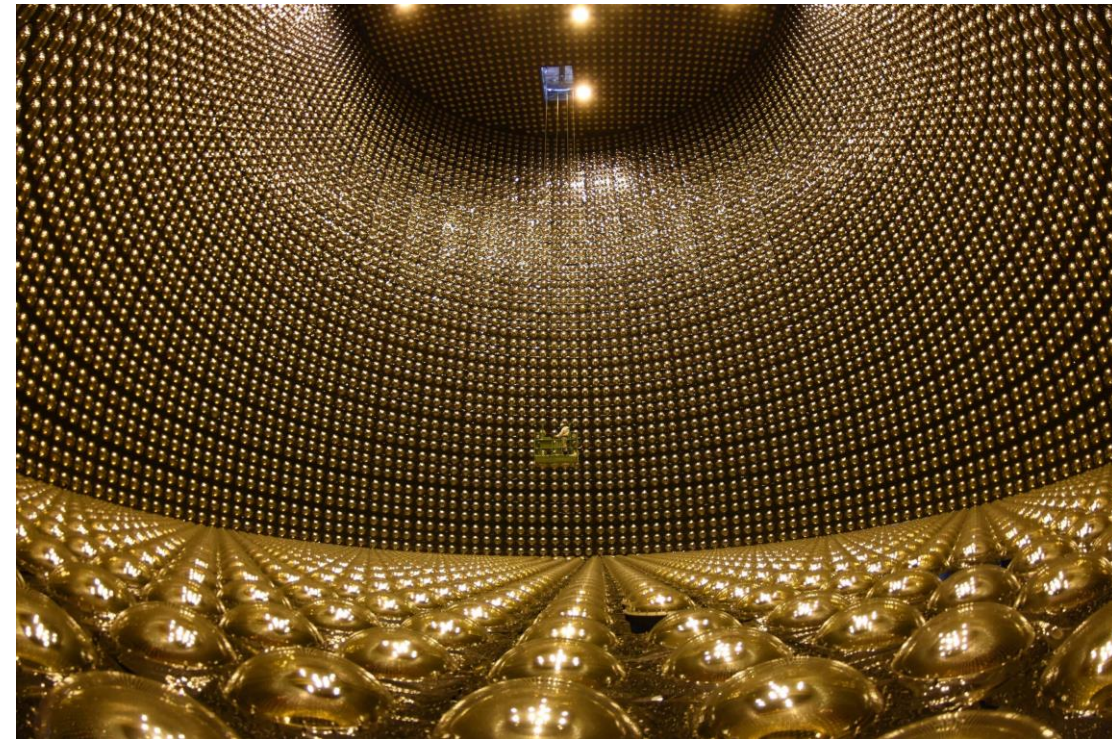
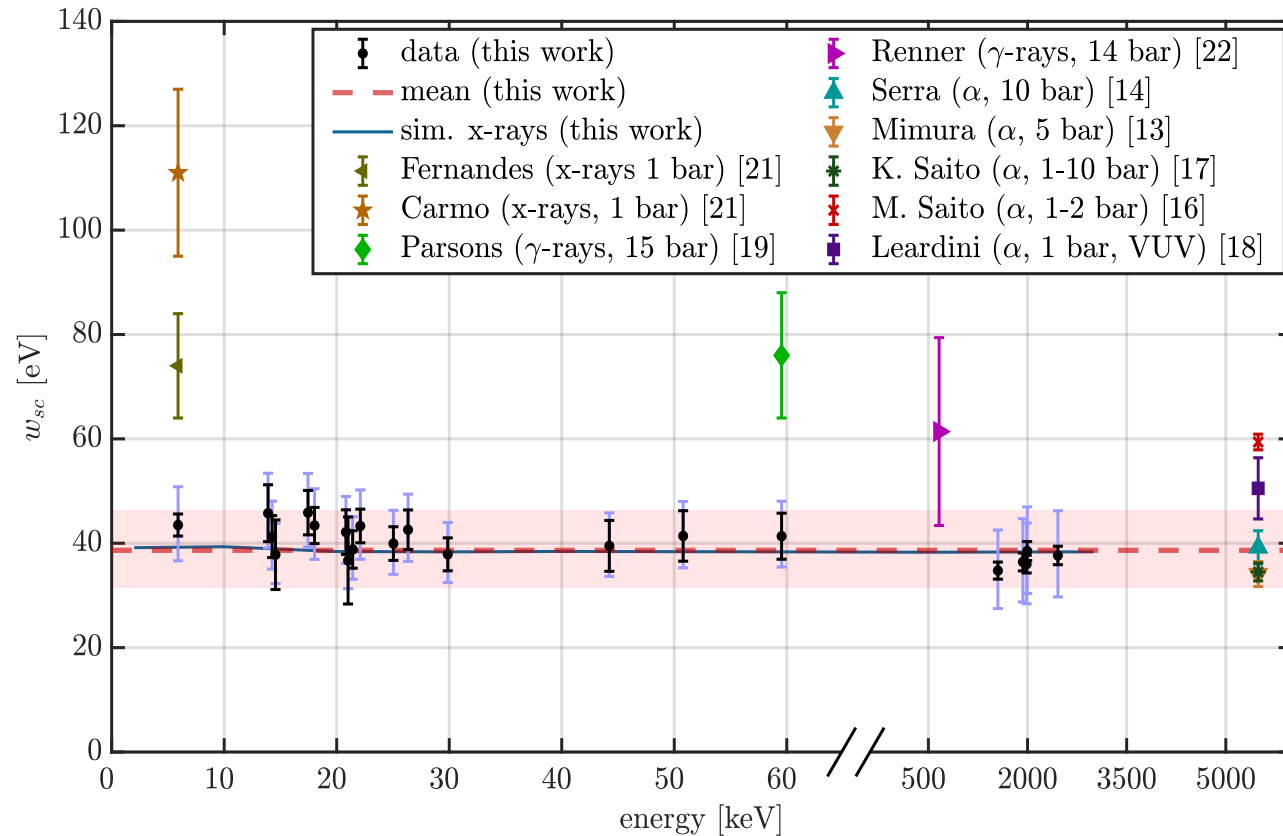
Neutral Bremsstrahlung – Futuro

- Estudo de neutral Bremsstrahlung em outros gases e misturas (e.g. Argon)
- Explorando possíveis aplicações na indústria e ciência



Parâmetros fundamentais de cintilação

- Cintilação de terceiro contínuo em Ar
- Cintilação primária em Xe



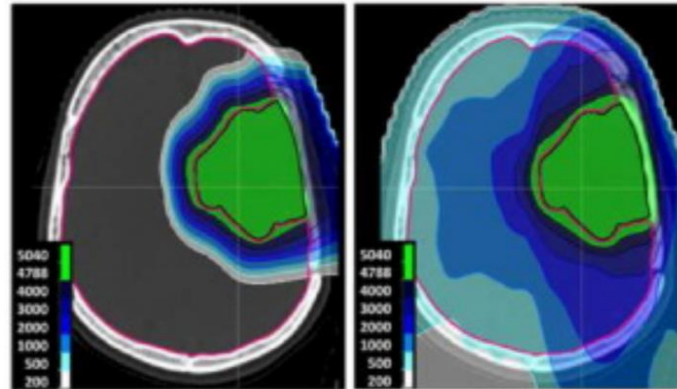
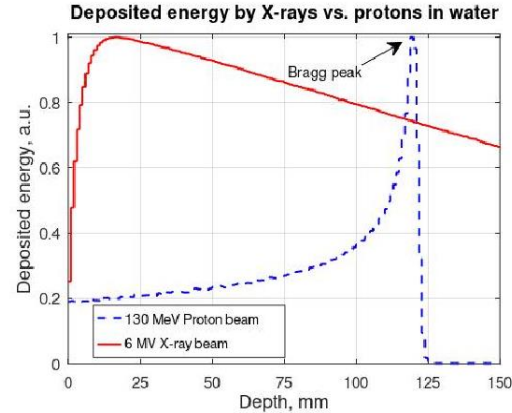
ORIMAG: Orthogonal Ray Imaging for Radiotherapy Improvement Group



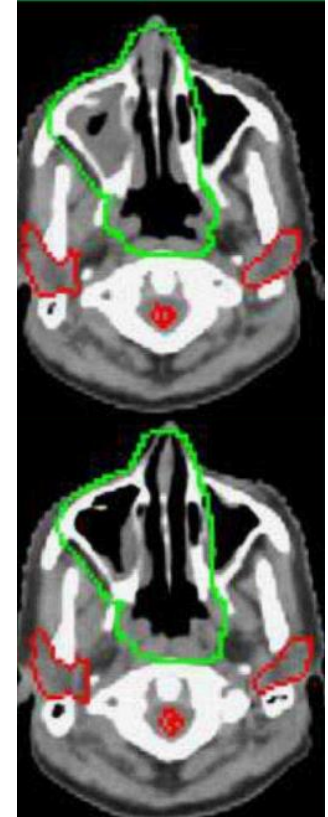
Francisco Miguéis

Receção ao alunos 2023/24
12 Setembro 2023
hugo.simoes@coimbra.lip.pt

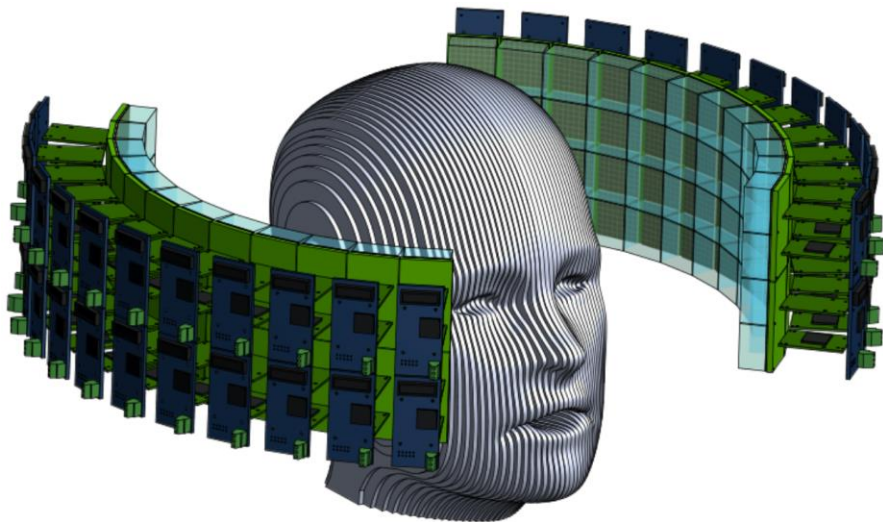
Proton therapy vs. X-rays radiotherapy



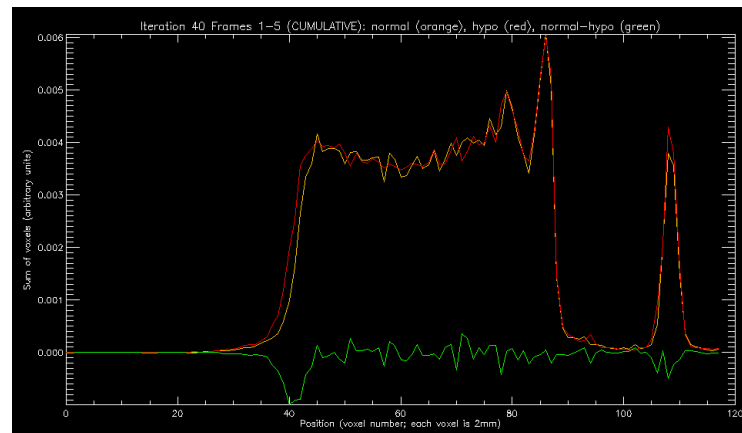
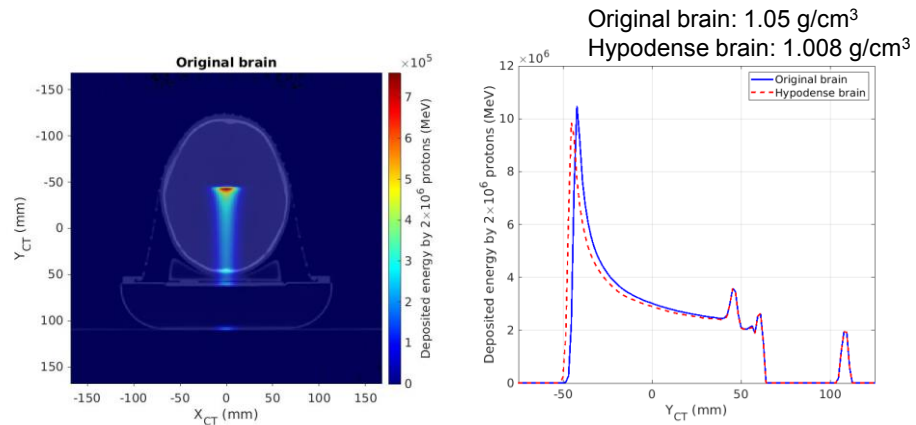
Rationale for imaging in radiotherapy



TPPT: In-beam Time-of-Flight (TOF) Positron Emission Tomography (PET) for proton radiation therapy

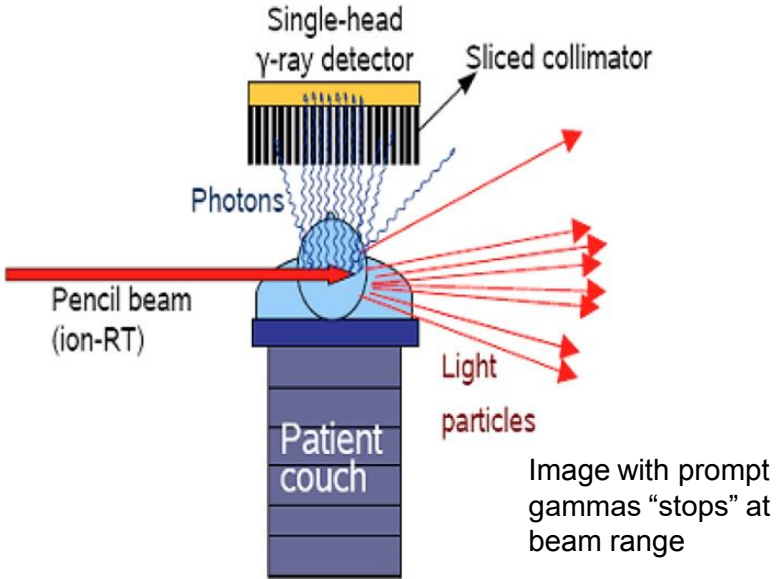


- Consortium between PETsys Electronics (Lisbon), LIP (Lisbon & Coimbra), ICNAS-UC, IST, Un. Texas at Austin, USA, MDACC (Houston), USA

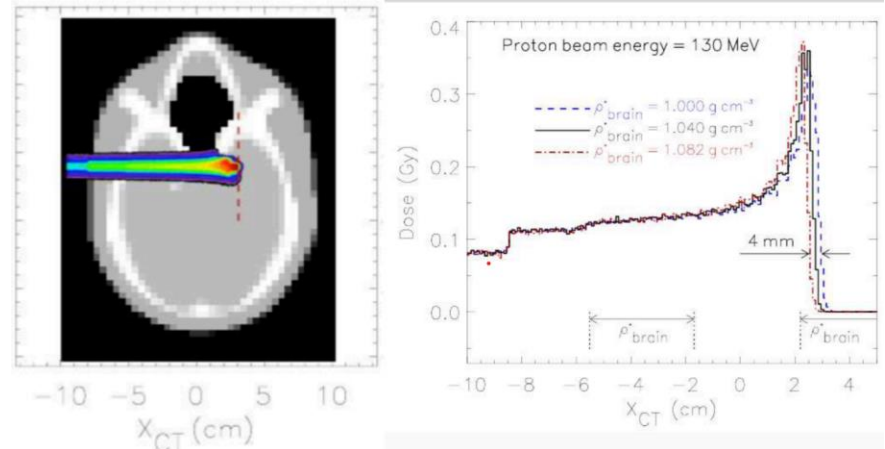


OPGI: Orthogonal prompt-gamma imaging

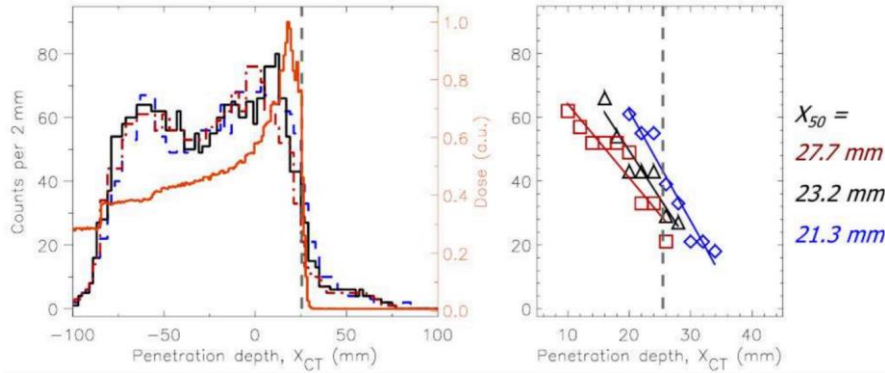
Provides real-time images of selected region without rotation of beam source



- Collaboration between LIP (Lisbon & Coimbra), UC, IST, FCUL, LMU Munich, Germany, TU Delft, The Netherlands (running proton therapy facility)



Monte Carlo results with proposed detector (Geant4)





LIBPhys-UC

<https://libphys.pt/>



LIBPhys-UC

Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física da Radiação

Grupo de Electrónica e Instrumentação (Dep. Física – piso AB)



Desenvolvimento de Instrumentação aplicada a Física e Biomedicina

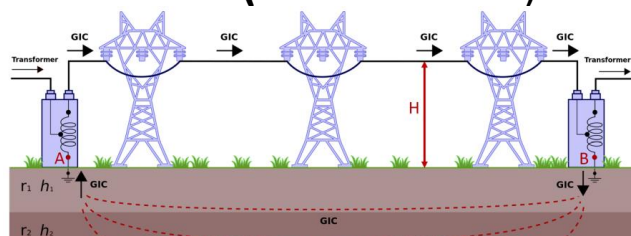
- Sistemas de Aquisição de Dados e de Controlo.
- Sensores e métodos de detecção inovadores para processos físicos e biológicos.
- Processamento de dados e categorização automática de informação.

Projectos em Física e Engenharia Física



LIBPhys-UC

Space Weather – Instrumentação para medição remota de correntes geomagneticamente induzidas (colab. CITEUC)



Telemetria de GICs
Sub-estação HV @Paraimo-Aveiro

Segurança e monitorização de processos para sistemas de industriais de média e larga escala
Aplicação na Detecção de Matéria Escura
Experiência XENON



Sistemas SCADA – Supervisão, control e aquisição de dados em Física Experimental (XENONnT e futuro!)

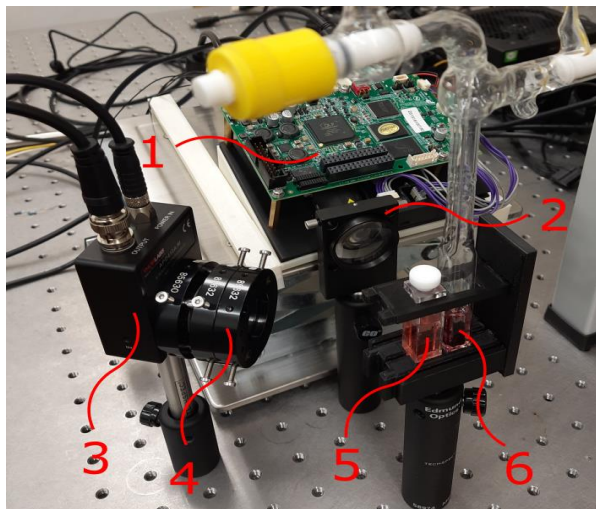
Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física da Radiação

Projectos em Engenharia Biomédica



LIBPhys-UC

Câmaras de pixel-único para imagiologia de fosforescência de biomarcadores



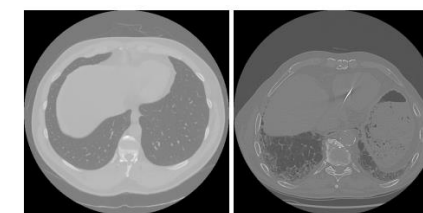
Single-Pixel camera

Análise multi-escalar e multi-dimensional de entropia de informação: aplicação em dermatoscopia e tomografia

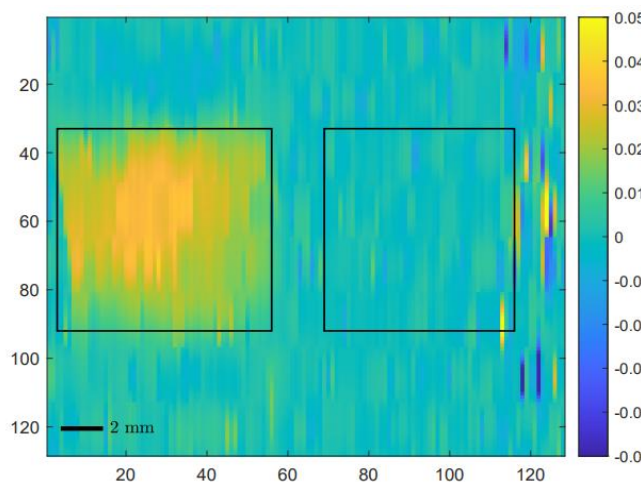
Entropia como ferramenta de monitorização e rastreio de datasets biomédicos



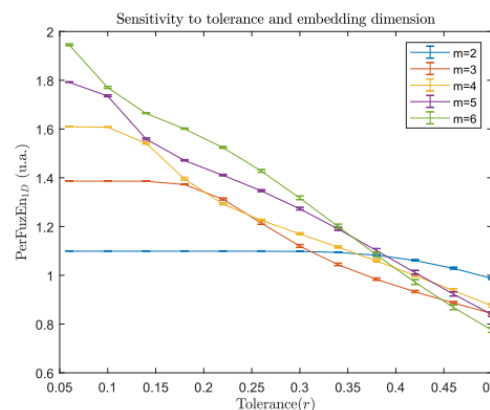
Images de dermatoscopia



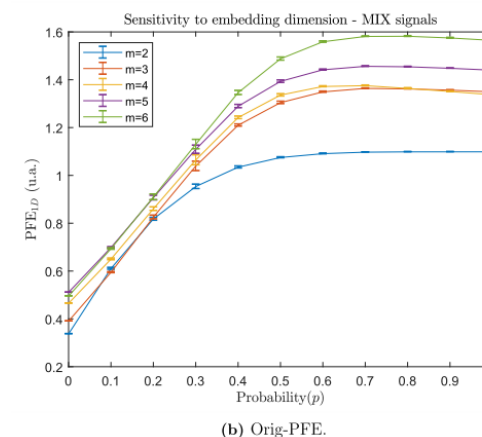
Tomografia



Imagiologia de tempo de vida



Análise multi-escalar de entropia



No nosso grupo desenvolvemos métodos baseados em Tomografia de Coerência Óptica (OCT) e Elastografia de Coerência Óptica (OCE) da retina para a detecção precoce da neurodegeneração.

É uma das linhas de investigação em que usamos o olho como um janelas para o interior do corpo



Life Sciences 306 (2022) 120861



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Life Sciences

journal homepage: www.elsevier.com/locate/lifescie

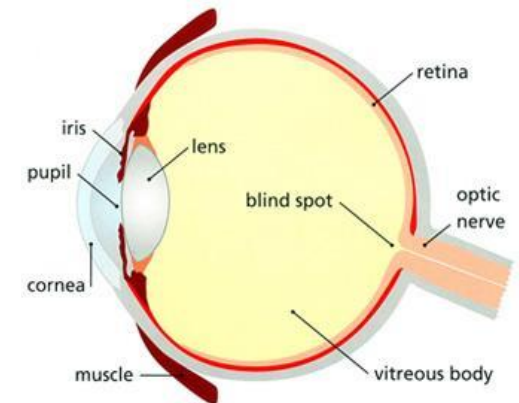


Review article

Alzheimer's disease failed clinical trials

Shreya Asher, Ronny Prierer*

Massachusetts College of Pharmacy and Health Sciences, Boston, MA 02115, United States



antagonist which blocks the effects of high glutamate levels; and the combination of donepezil and memantine [10]. Overall, there is an alarmingly 99.6 % failure rate for drugs targeting AD [11]. Herein, is a review of all failed AD clinical trials that have been reported. Unlike other review articles that have had discussions regarding drug trials for

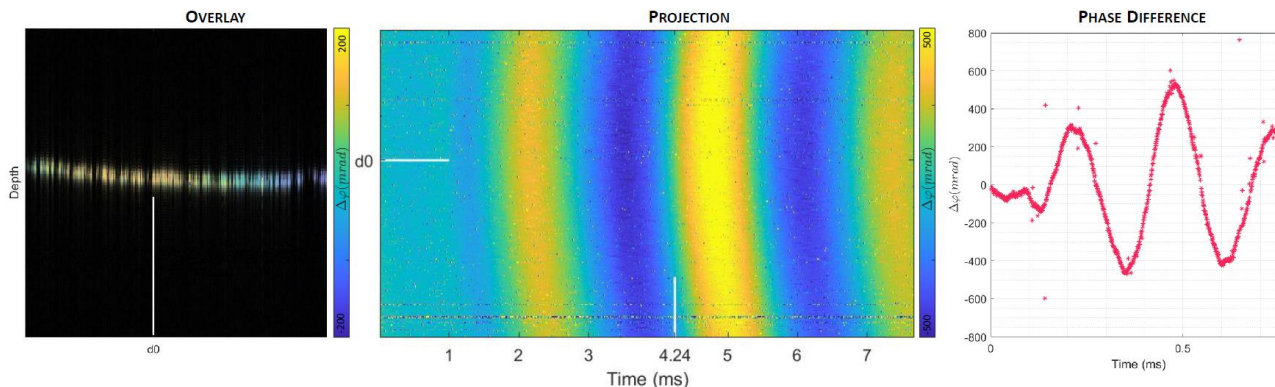
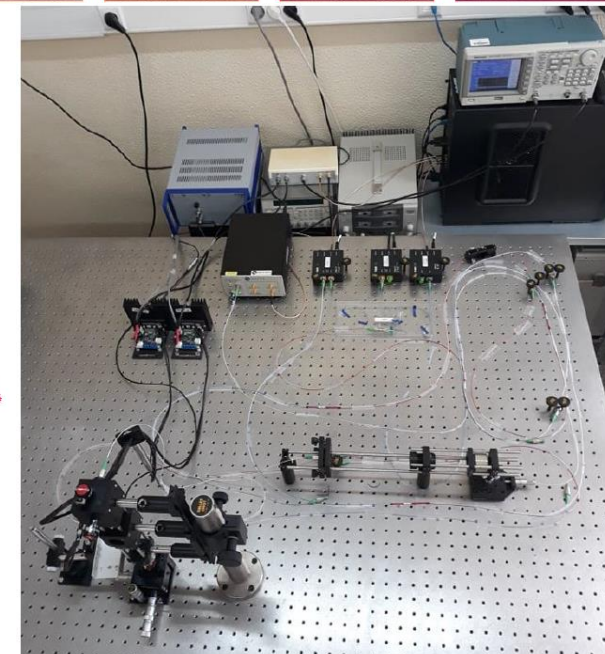
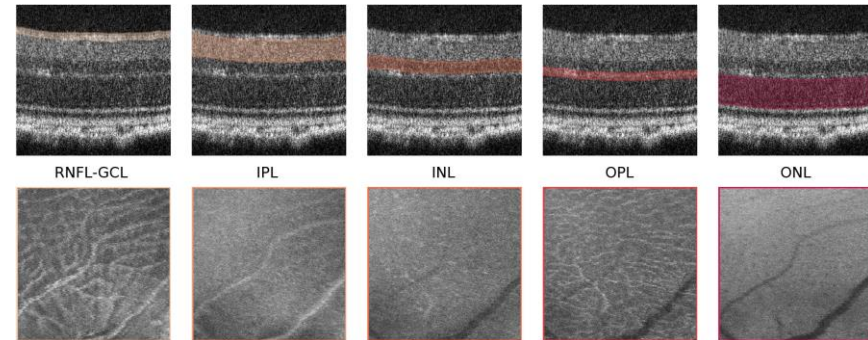
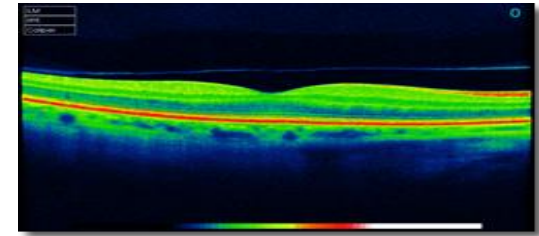
A OCT é uma técnica de interferometria. Produz volumes de imagens de secções transversais da retina.

O contraste da imagem advém das variações locais de índice de refração.

A retina pertence ao **Sistema Nervoso Central (SNC)**.

Extraímos parâmetros de textura das imagens e usamos técnicas de Inteligência Artificial para detectar neurodegeneração.

Com OCE medimos as propriedades mecânicas da retina: palpar com luz



Modelos animais de Alzheimer (AD):

Diferenças de textura logo ao 1 mês de idade e que se mantêm ao longo de, pelo menos, 16 meses.

Pode-se treinar uma rede neuronal para aprender características do SNC comuns a todas as idades e usá-las para identificar casos de AD fora do intervalo de treino.

Humanos:

Sensibilidade na discriminação simultânea entre saudáveis (87.7%), doentes com Alzheimer (79.5%) e doentes com Parkinson (75.9%).

92.8% dos indivíduos que receberam a mesma classificação em ambos os olhos, foram classificados no grupo correcto.

Retinal imaging in animal models: Searching for biomarkers of neurodegeneration

Ana Batista^{1†}, Pedro Guimarães^{1†}, Pedro Serranho^{1,2}, Ana Nunes¹, João Martins^{1,3,4,5}, Paula I. Moreira^{4,5,6}, António Francisco Ambrósio^{3,4,5}, Miguel Morgado^{1,7}, Miguel Castelo-Branco^{1,5} and Rui Bernardes^{1,5*}

¹University of Coimbra, Coimbra Institute for Biomedical Imaging and Translational Research (CIBIT), Institute for Nuclear Sciences Applied to Health (ICNAS), Coimbra, Portugal, ²Universidade Aberta, Department of Sciences and Technology, Lisbon, Portugal, ³University of Coimbra, Coimbra Institute for Clinical and Biomedical Research (iCIBR), Faculty of Medicine (FMUC), Coimbra, Portugal, ⁴University of Coimbra, Center for Innovative Biomedicine and Biotechnology (CIBB), Coimbra, Portugal, ⁵University of Coimbra, Clinical Academic Center of Coimbra (CACC), Faculty of Medicine (FMUC), Coimbra, Portugal, ⁶University of Coimbra, Center for Neuroscience and Cell Biology (CNC), Coimbra, Portugal, ⁷University of Coimbra, Department of Physics, Faculty of Sciences and Technology (FCTUC), Coimbra, Portugal

Swept-source Phase-Stabilized Optical Coherence Tomography Setup for Elastography

Ana Batista^{1ⓐ}, Carlos Correia^{1ⓑ}, Sílvia Barbeiro^{2ⓒ}, João Cardoso^{3ⓓ}, José P. Domingues^{1,3ⓔ}, Rafael Henriques^{2ⓕ}, Custódio Loureiro^{3ⓖ}, Mário J. Santos^{4ⓗ}, Pedro Serranho^{1,5ⓙ}, Rui Bernardes^{1,6ⓚ} and Miguel Morgado^{1,3,*ⓛ}

¹University of Coimbra, Coimbra Institute for Biomedical Imaging and Translational Research (CIBIT), Institute for Nuclear Sciences Applied to Health (ICNAS), Coimbra, Portugal

²University of Coimbra, CMUC, Department of Mathematics, Coimbra, Portugal

³University of Coimbra, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Coimbra, Portugal

⁴University of Coimbra, Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Science and Technology, Coimbra, Portugal

⁵Universidade Aberta, Mathematics Section, Department of Science and Technology, Lisbon, Portugal

⁶University of Coimbra, Clinical Academic Center of Coimbra (CACC), Faculty of Medicine (FMUC), Coimbra, Portugal

Equipas multidisciplinares

CIBIT/ICNAS-Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde



INSTITUTO DE
CIÊNCIAS NUCLEARES
APLICADAS À SAÚDE
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Investigação básica e translacional e desenvolvimento e exploração de novas tecnologias e instrumentação para imagiologia. Foco nas neurociências clínicas e no desenvolvimento de biomarcadores, Instalação completa de produção para PET com dois ciclotrões e radioquímica.

Investigação animal:

Ressonância magnética (MRI) 9.4T

PET animal (RPC-PET - LIP/DF)

Tomografia de Coerência Óptica (OCT)

Imagiologia funcional NIR

Investigação em humanos:

Scanner PET/CT: Philips Gemini GXL

Scanner MRI: Siemens Trio Tim 3T

EEG de alta densidade compatível MRI

Estimulação Magnética Transcraniana

tDCS (Transcranial Direct Current Stimulation)

Interfaces Cérebro-Computador

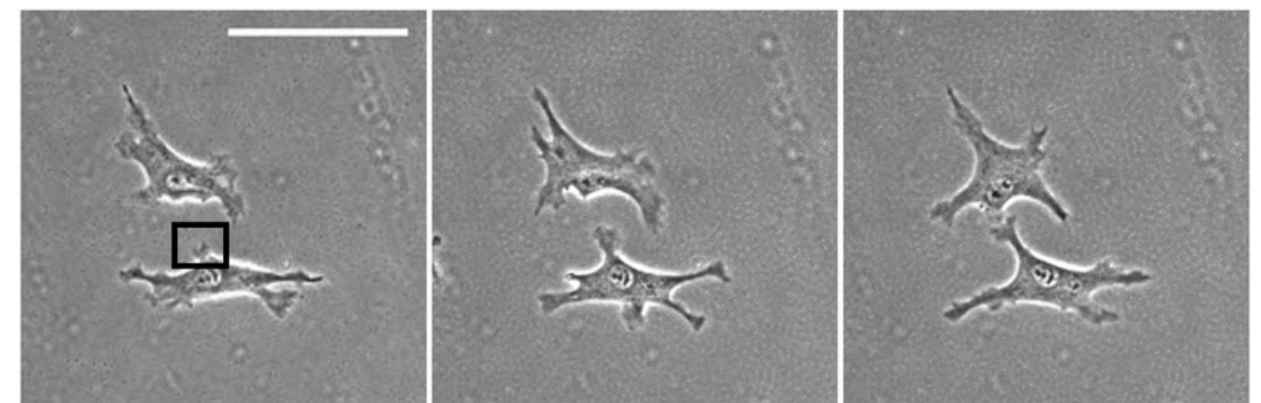
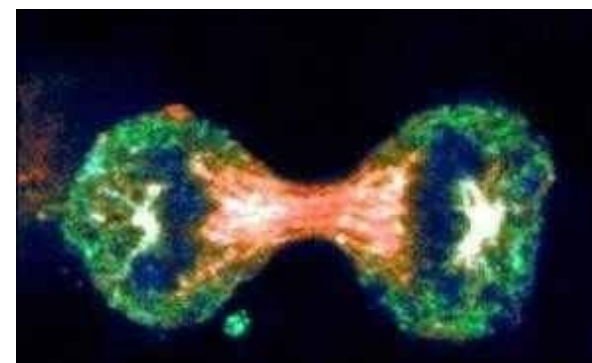
Tomografia de Coerência Óptica (OCT)



Soft & Biological Matter



- Muitos processos biológicos são regulados por **mecanismos físicos**
 - Migração Celular
 - Crescimento tumoral
 - Batimento do coração
 - Desenvolvimento embrionário
 - Comunicação entre neurónios
 - ...



Metodologia

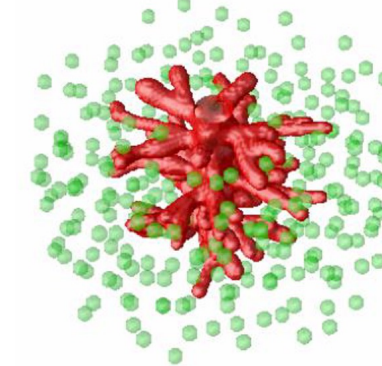
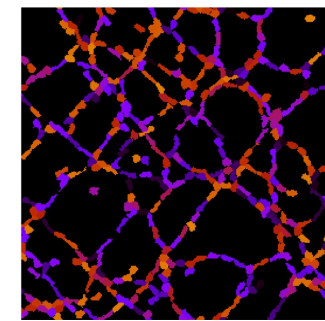
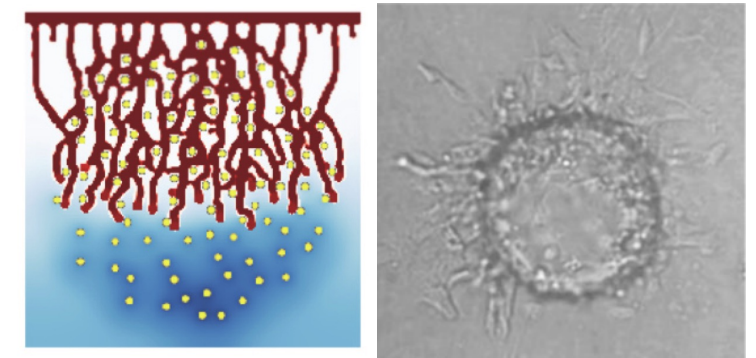
Física
Matemática
Biologia
Computação
Engenharia
Bioquímica
Medicina
Farmácia

- Pergunta Biológica/Médica!
- Identificação de mecanismos a considerar
- Desenvolvimento de **modelo teórico**
 - Mecânica (forças, deformações, pressão, velocidade)
 - Transporte (difusão, caudal sanguíneo, etc.)
 - Biologia / Bioquímica (proliferação celular, cinética química, polimerização de fibras, etc.)
- **Simulação computacional**
 - Desenvolvimento de código (Python, C++, Fortran, Matlab)

Células - Movimento, Proliferação, Comunicação

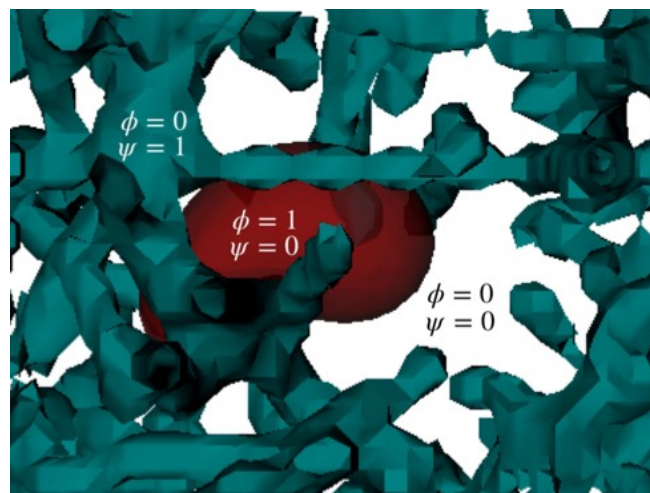
Crescimento vascular em 2D e em 3D

- Identificação de células que lideram vascularização
- Previsão de irrigação de tecidos
- Formação de lúmen
- Colaborações nacionais e internacionais

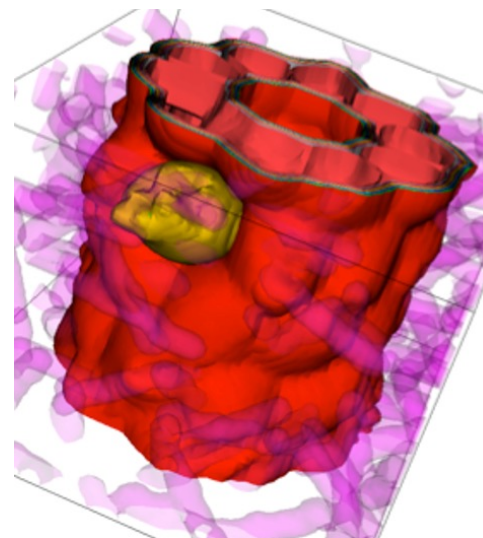


Movimento celular

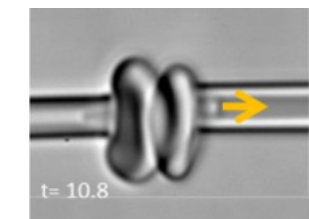
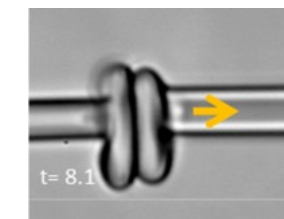
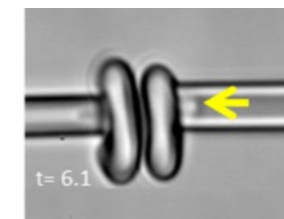
- Adesão de células e migração celular em diferentes tecidos



Migração Celular



Metástases Tumorais

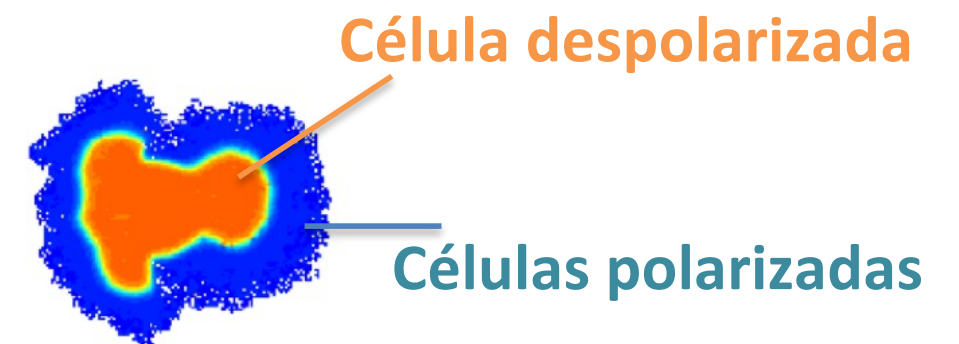
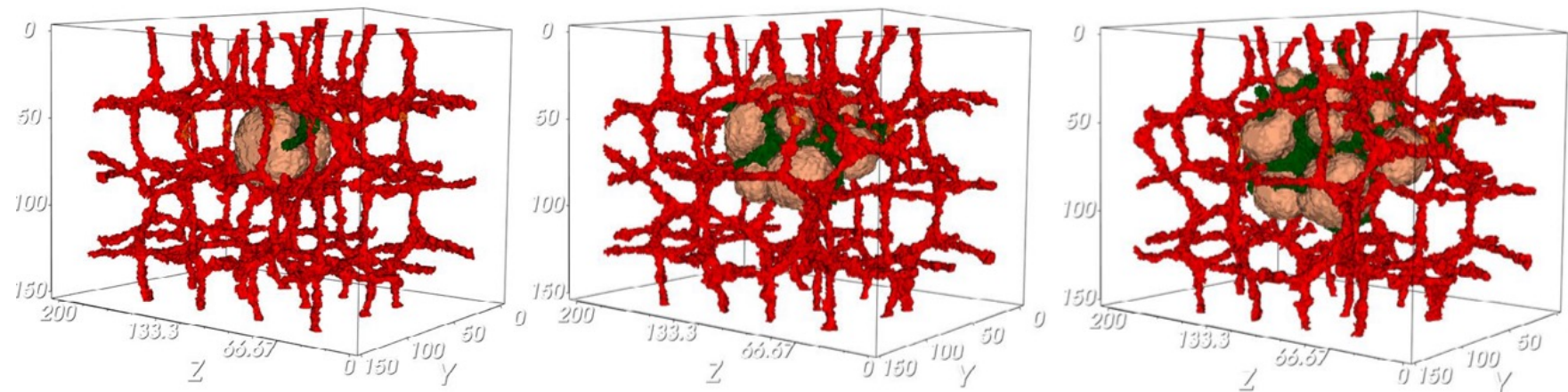
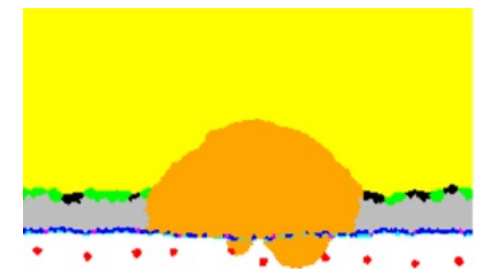
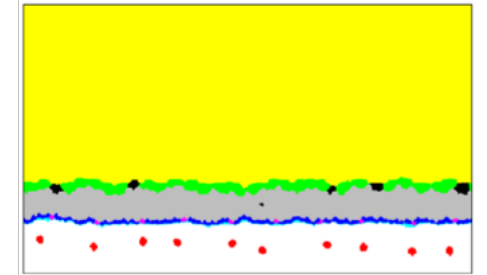


Adesão entre Glóbulos Vermelhos

Células - Movimento, Proliferação, Comunicação

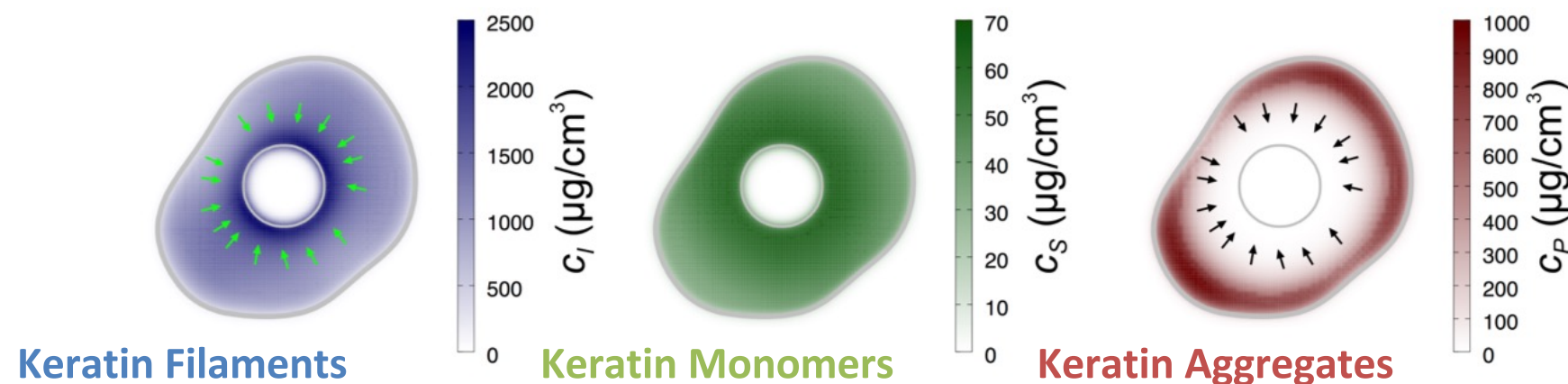
Modelos Matemáticos de Crescimento Tumoral

- Modelos multi-escala que incluem a proliferação celular, a vascularização e heterogeneidade do tecido
 - Plataforma para simulação de terapias
 - Bioeletricidade: Simulação da polarização elétrica das células tumorais e consequências para terapia



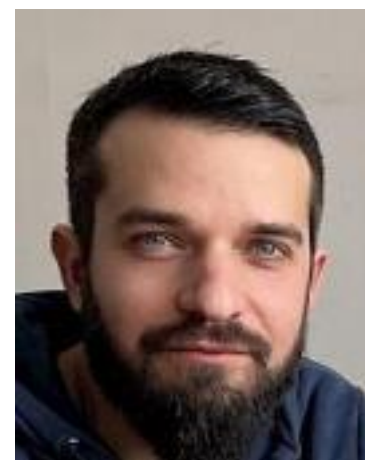
Dinâmica de constituintes do citoesqueleto celular

- Distribuição de filamentos e monómeros de queratina nas células



Física da Matéria Condensada

Teoria/Computação...



Fernando Nogueira, Tiago Cerqueira, Pedro Borlido, Jaime Silva, ...

Estado Sólido: a.k.a. resolver a Equação de Schrödinger para **átomos**, **moléculas** e **cristais** de modo a prever e perceber as suas propriedades

$$\hat{H}\Psi_m = E_m \Psi_m$$

Le Schrödinger Equation

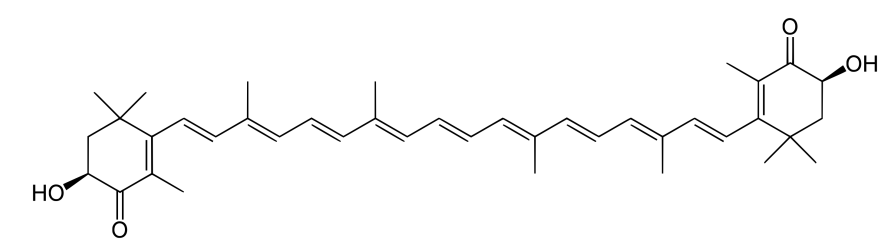


Le Computer: Navigator, no piso -2 do DF

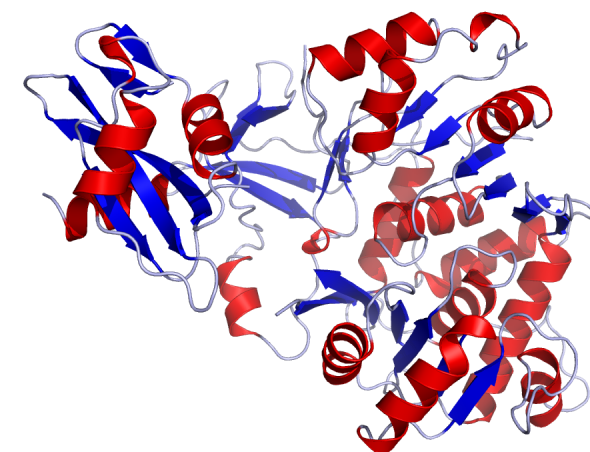


Supercondutividade*,
Magnetismo,
Fonões,
Absorção Óptica,
Plasmões,
Ondas de Spin,
 ...

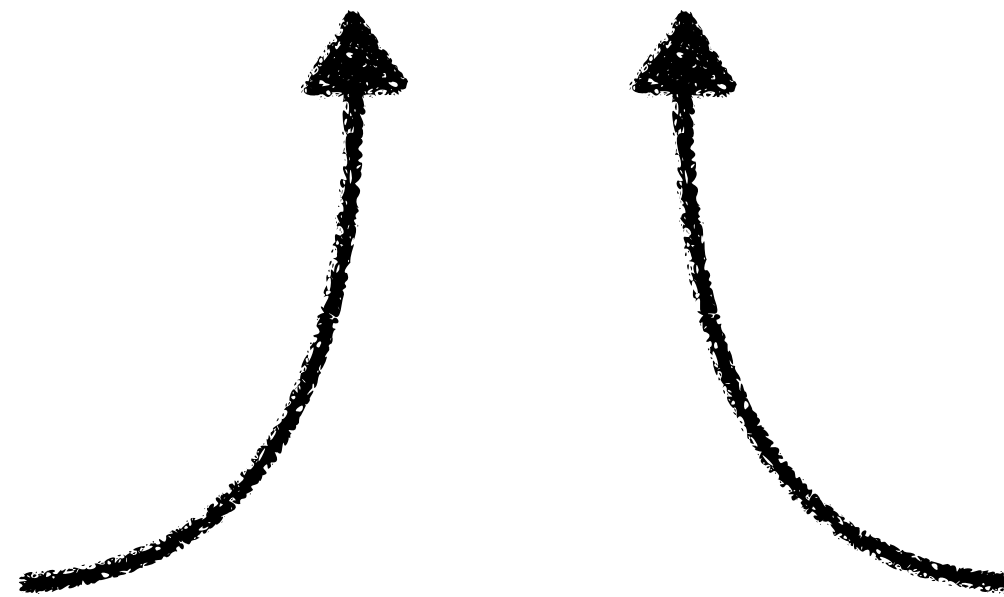
O que se pode calcular?



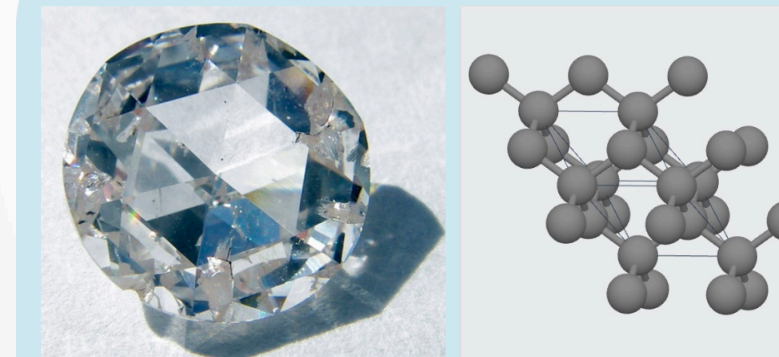
Porque é que as lagostas ficam vermelhas ao cozer?



É possível modificar as proteínas dos pirilampos para cores específicas?

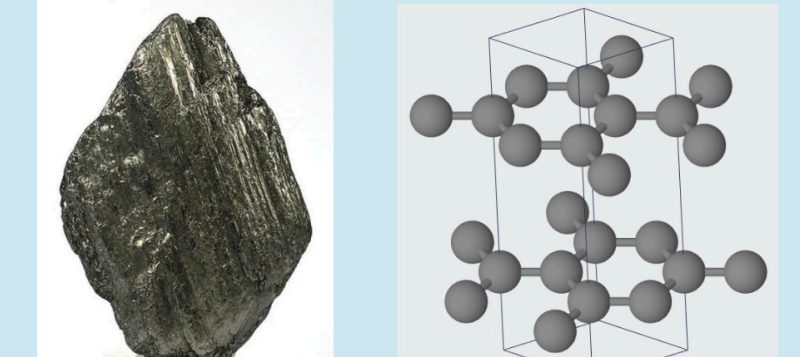


Diamante



- Duro
- Isolador eléctrico
- Bom condutor térmico

Grafite



- Suave
- Metálico
- Mau condutor térmico

Ambos feitos de Carbono!

Crystal Structure Prediction : Que materiais estão ainda por descobrir?

Previsão de estrutura: utilizar o computador para procurar novos materiais

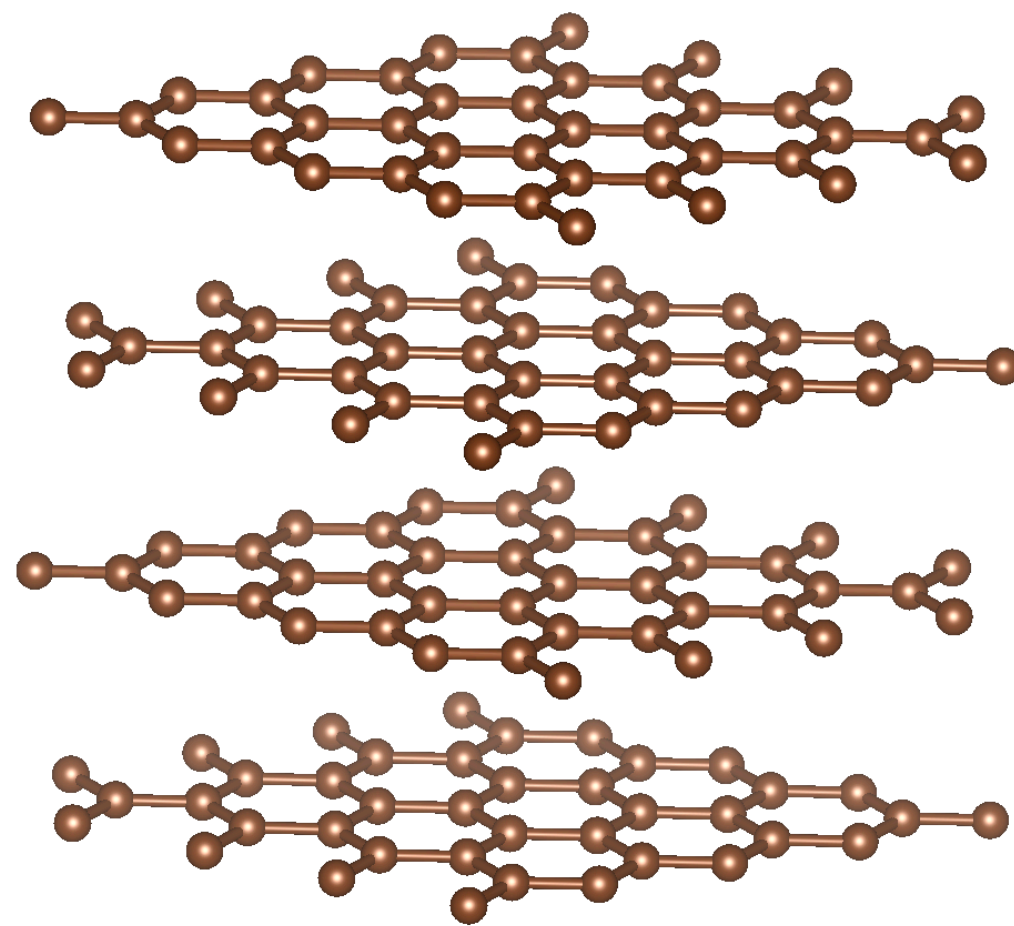
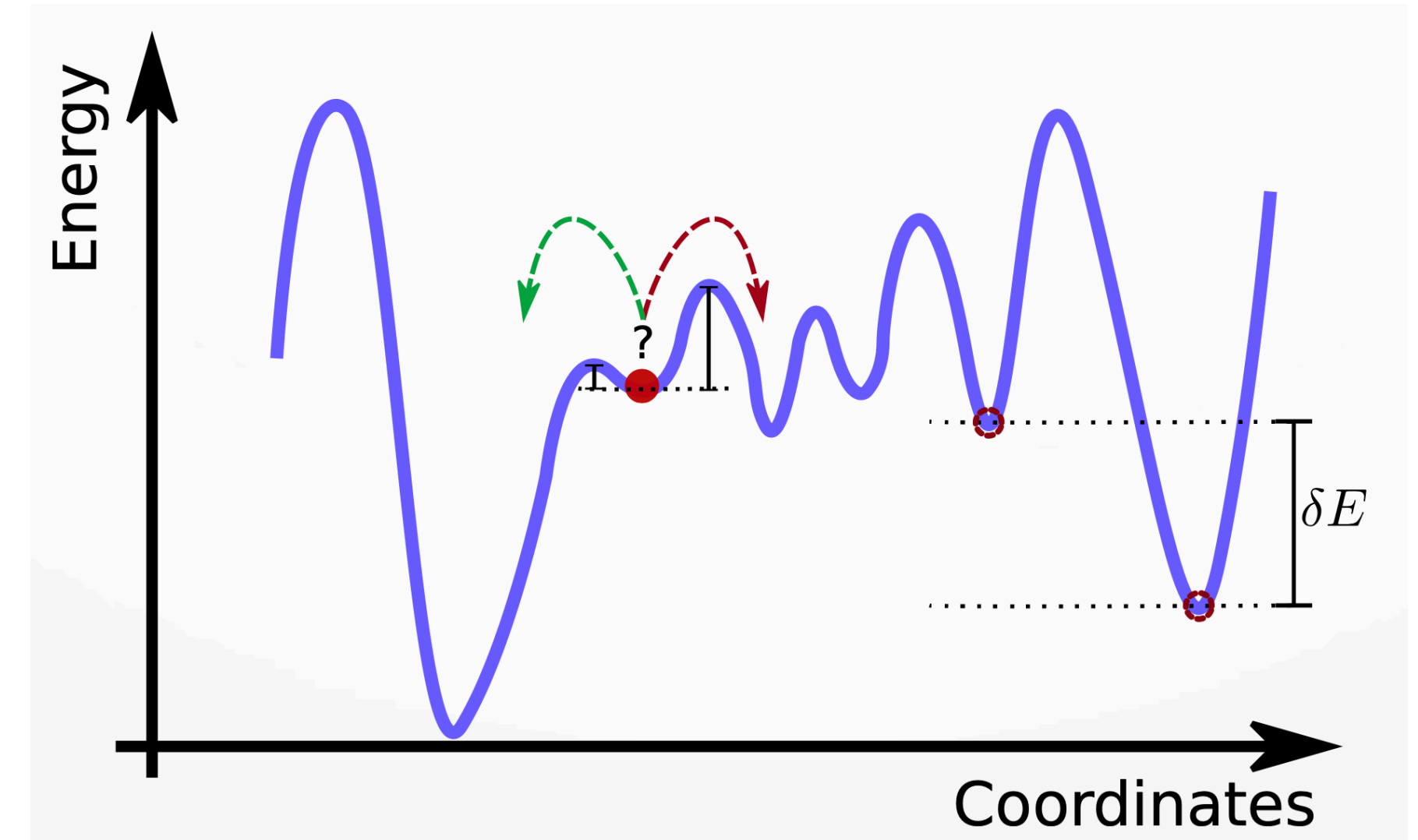
- Diferentes estruturas, diferentes energias
- Estruturas estáveis = mínimos de energia
- Procurar mínimos com métodos numéricos!

$$E(\{\mathbf{R}_I\}, \{Z_I\}, \{\mathbf{a}_i\})$$

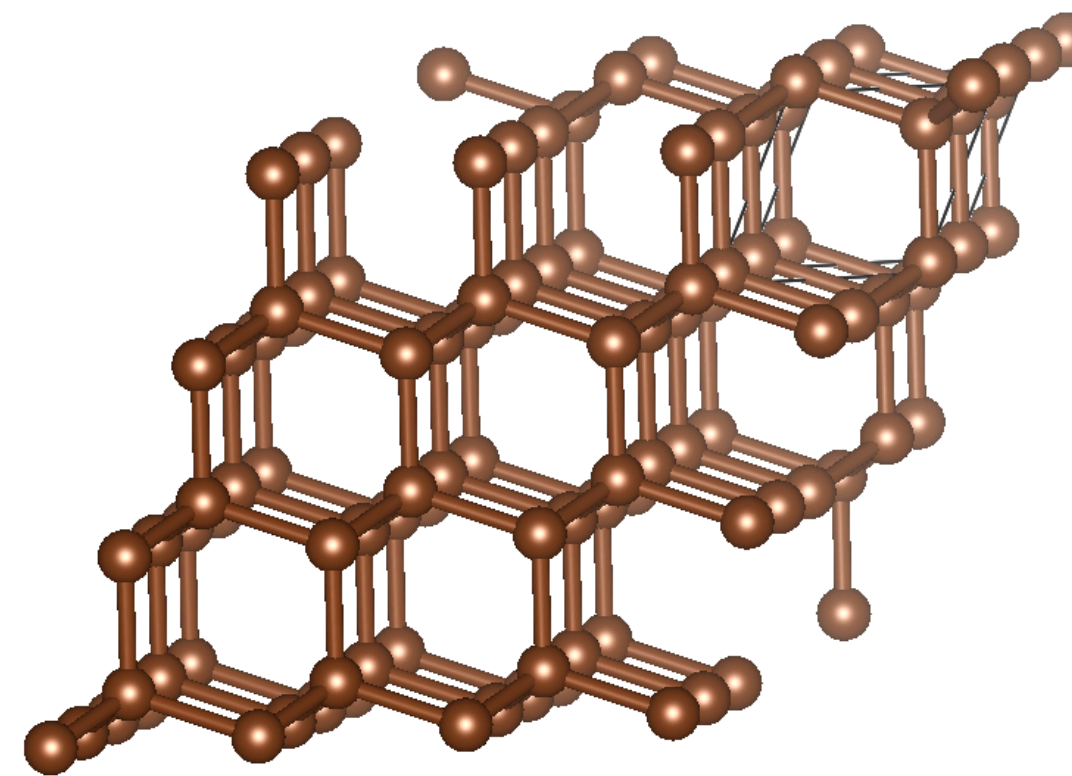
Energia do sistema

$$\mathbf{F}_I = -\nabla_I E$$

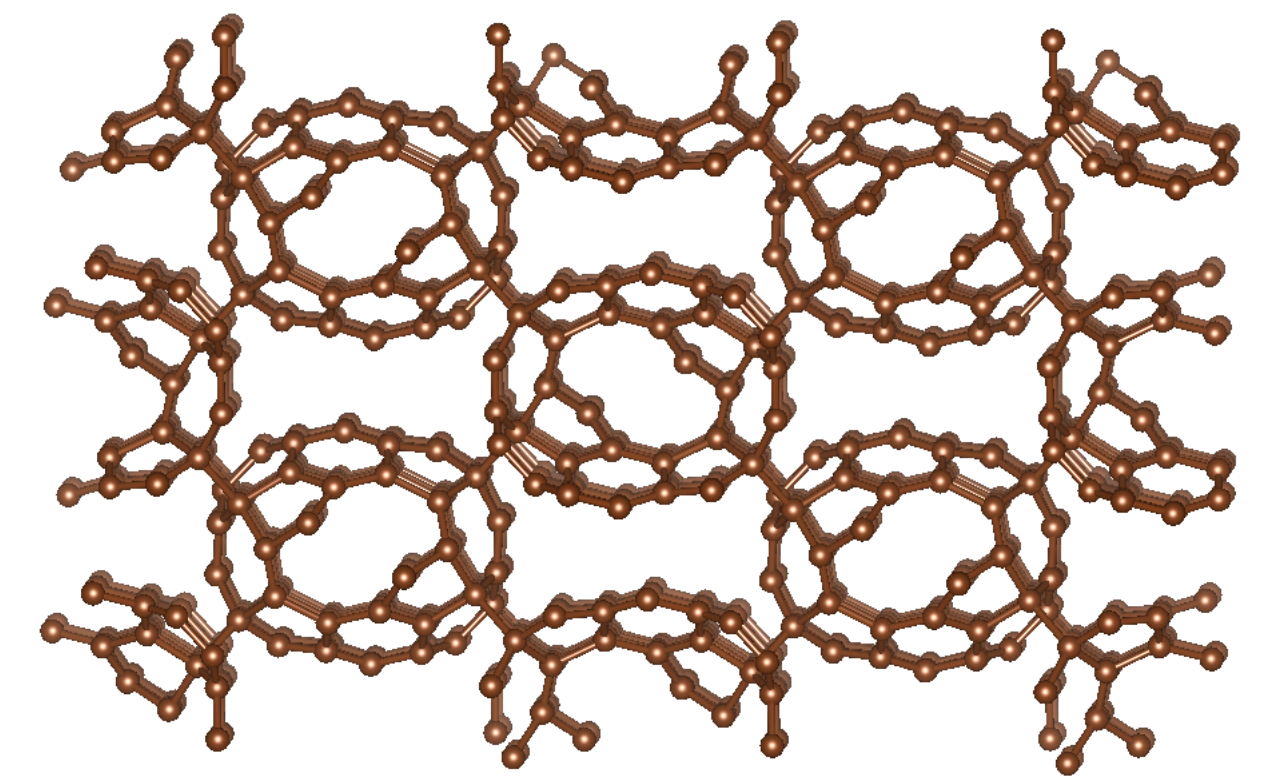
Forças nos átomos



Grafite:
o estado fundamental



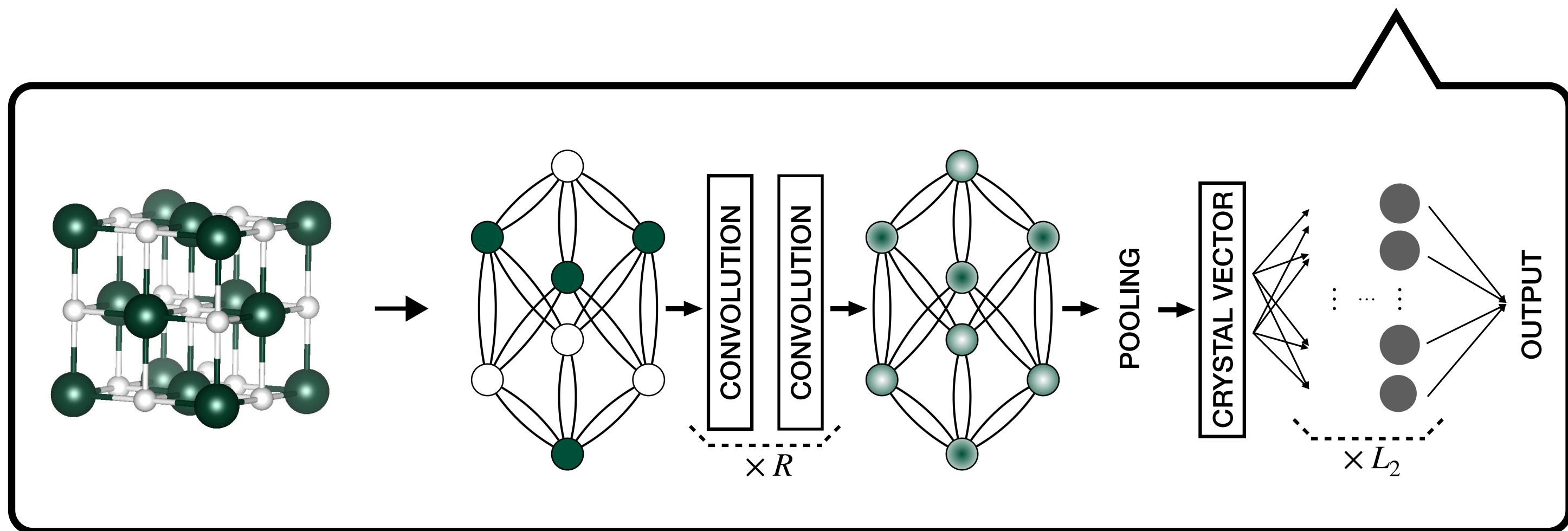
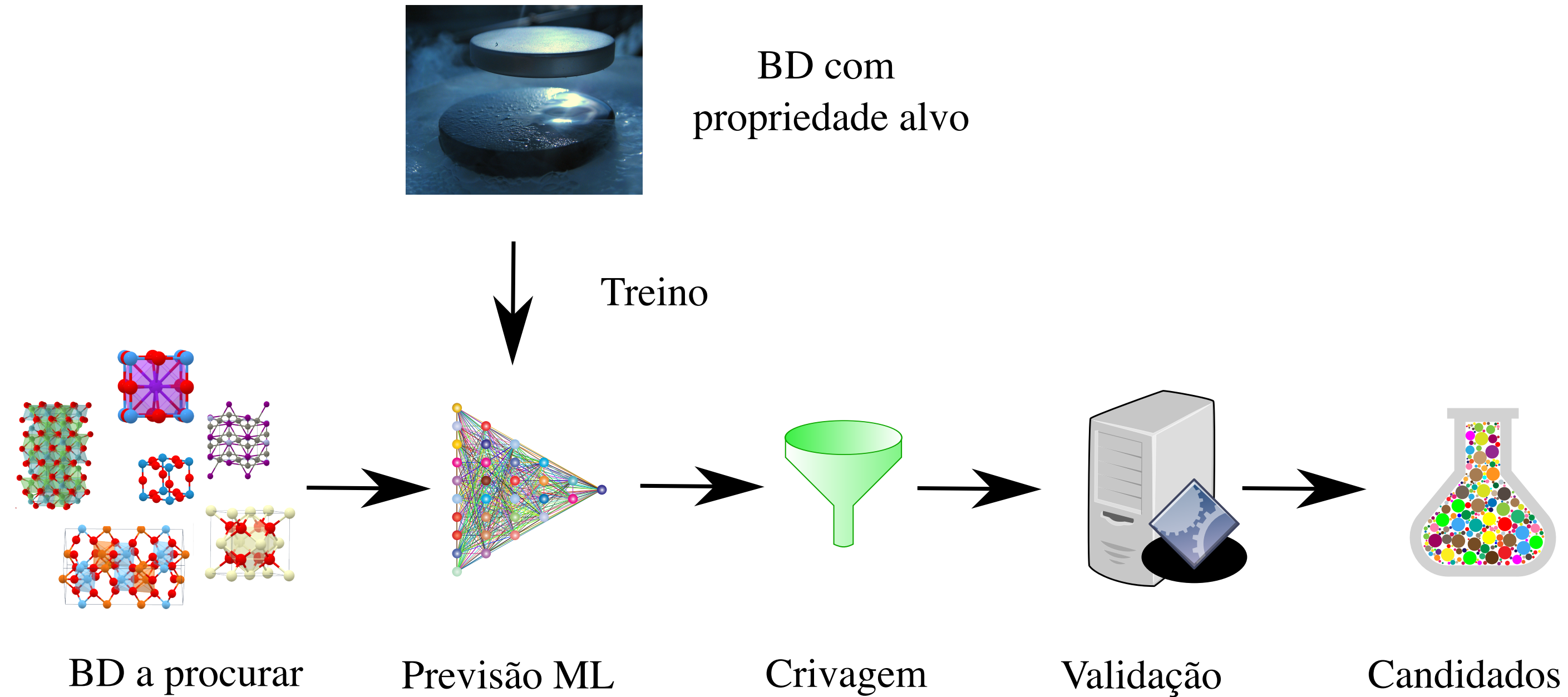
Carbono cúbico, a.k.a. diamante



∩_(ツ)_∩: uma forma mais instável de carbono

Machine learning: acelerar modelação com boa precisão

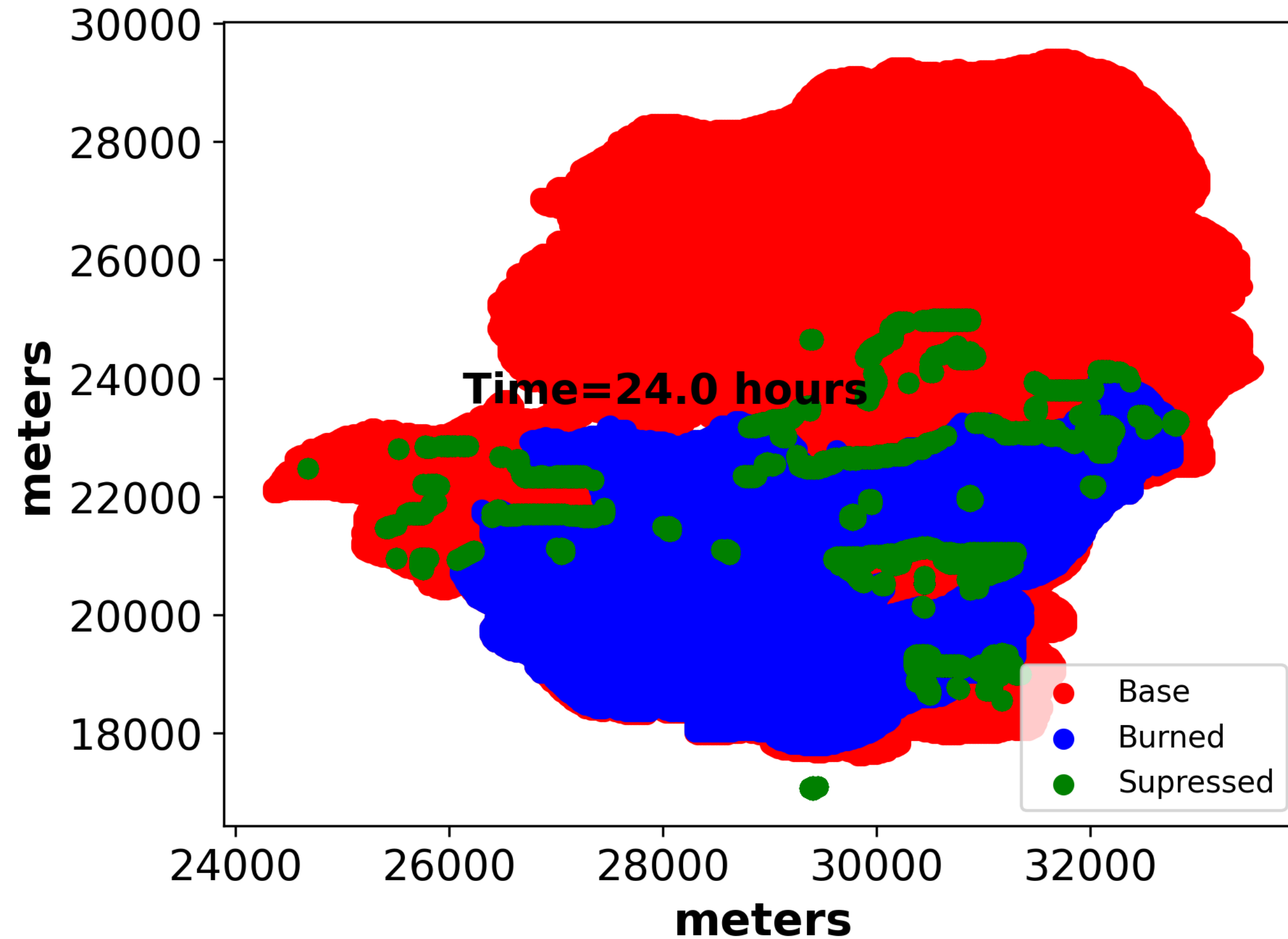
	<p>DFT, DFPT, GW</p> <p>Métodos exactos, precisos mas caros</p>
	<p>Machine learning</p> <p>Métodos aproximados mas baratos</p>



- Quantidade a prever é genérica*!
- Como representar a estrutura?
(E.g. CGATs)
- Aplicar modelos mais recentes/complicados
(E.g. GPT-3)

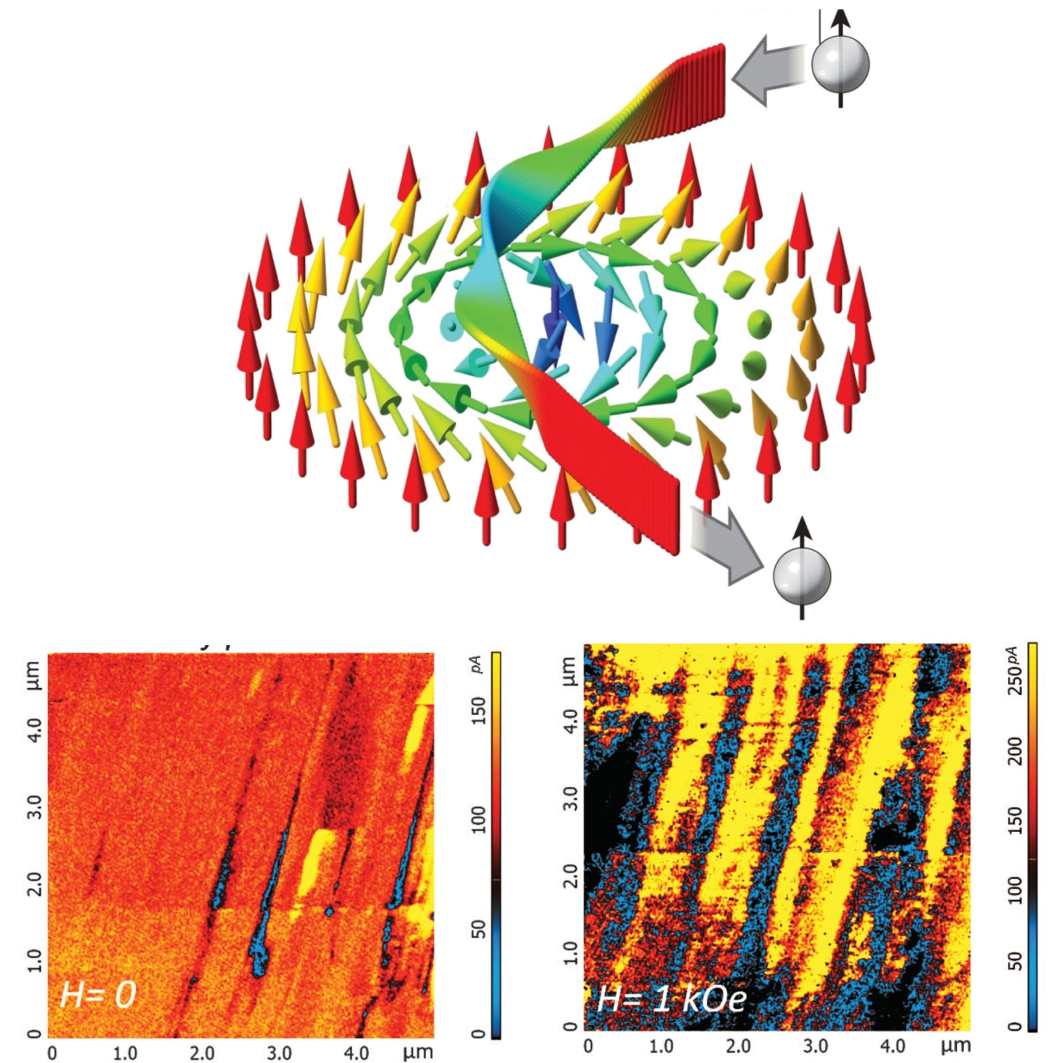
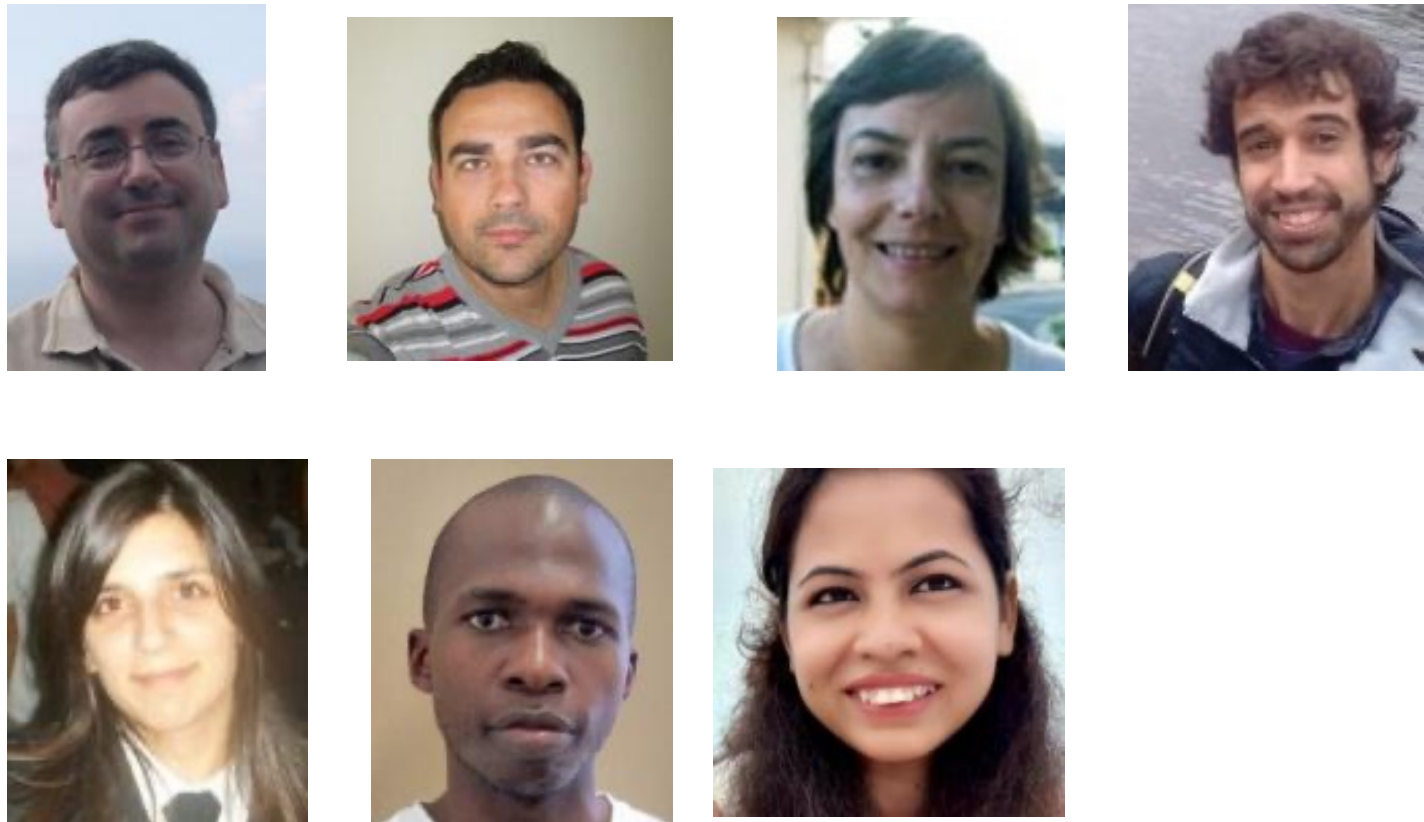
* desde que haja suficientes dados para treinar!

Previsão de Fogos: transferibilidade dos métodos numéricos



- Busca dos pontos ideais para suprimir (apagar...) um incêndio
- As competências de um físico são bastante transferíveis 😎

Materiais Multifuncionais

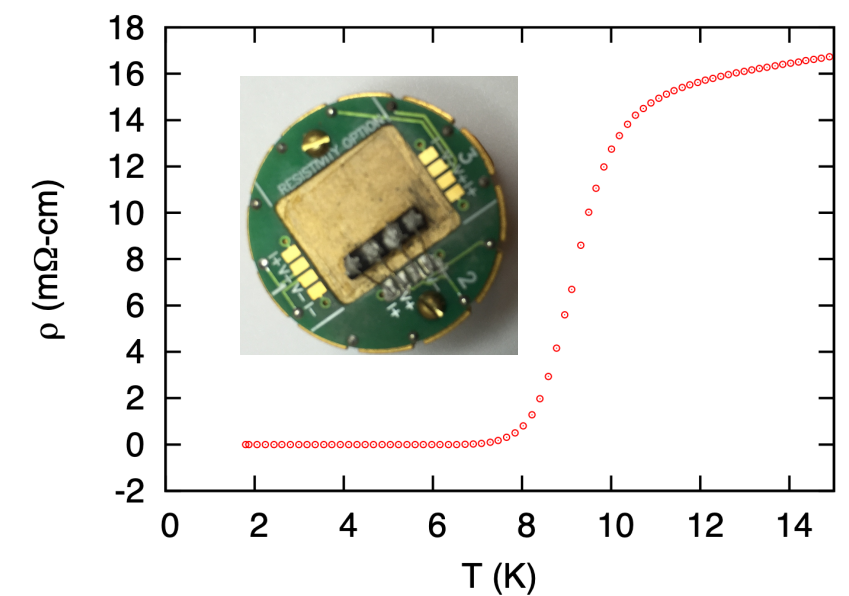


Materiais multifuncionais: materiais que podem servir mais do que uma função baseadas em determinadas propriedades físicas que coexistem no mesmo material.

Exemplos: materiais magnetoelétricos, magnetoóticos, ferroelásticos, etc.

Estes materiais estão na base do funcionamento de muitos dispositivos.

DF – 12 setembro - Receção aos alunos -2023/2024



O que investigamos?

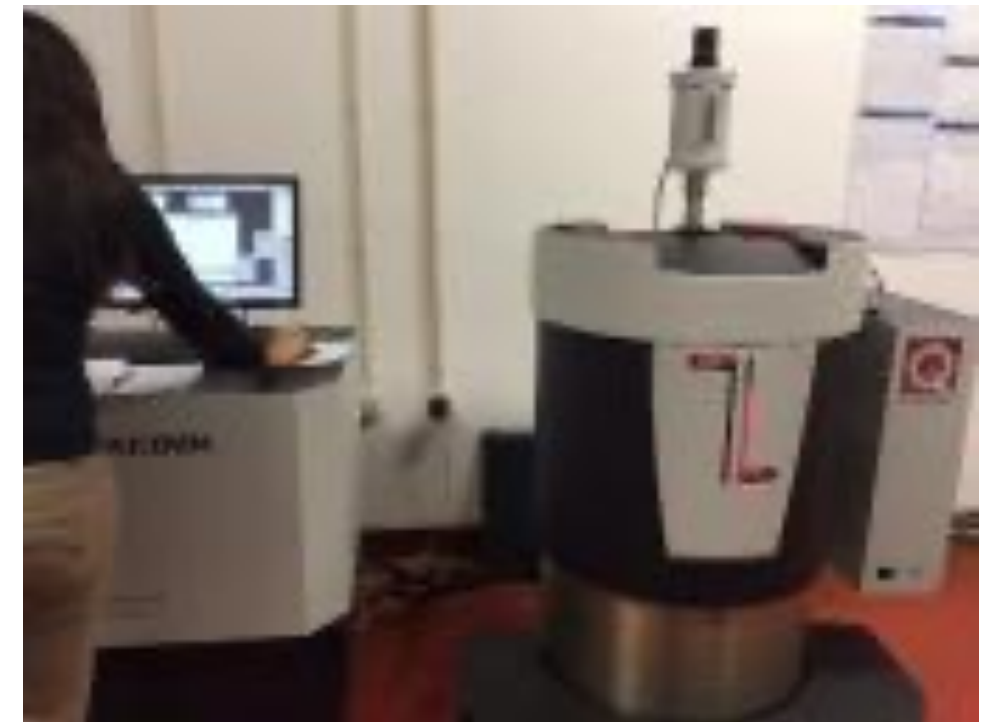
- Materiais multiferroicos (magnetoelétricos)
- Magnetes moleculares
- Magnetes skyrmiónicos
- Magnetes ‘exóticos’ e de “fermiões pesados”
- Supercondutores
- Materiais para ótica não linear

O desenho de novos materiais exige uma abordagem multidisciplinar (física, química, materiais, modelação/experimentação).

Algumas das propriedades dos materiais só existem em condições específicas de temperatura e pressão, pelo que é necessário equipamento sofisticado, nomeadamente de criogenia, para o estudo dessas propriedades.

O CFisUC possui equipamento para a caracterização física de materiais (PPMS) que permite medir propriedades elétricas, magnéticas e térmicas numa gama extensa de temperaturas (100 mK – 400 K).

Os nossos laboratórios estão equipados com outros instrumentos de difração de raios-X, microscopia eletrónica, espectroscopia de massa, etc., usados para a síntese e caracterização estrutural dos novos materiais.



DF – 12 setembro - Receção aos alunos -2023/2024

Espectroscopias do muão positivo e de positrões



João Gil



Helena Alberto



Rui Vilão



Paulo Gordo



Apostolos Marinopoulos

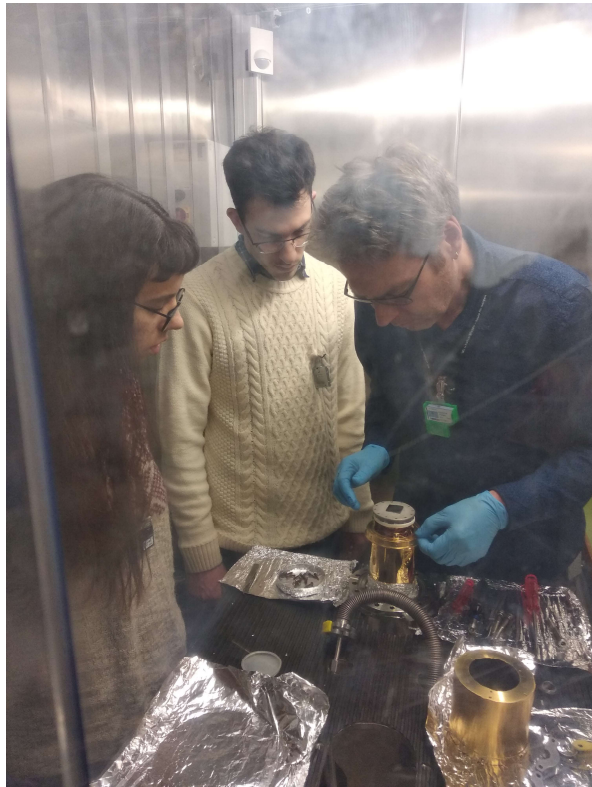


Marco Curado

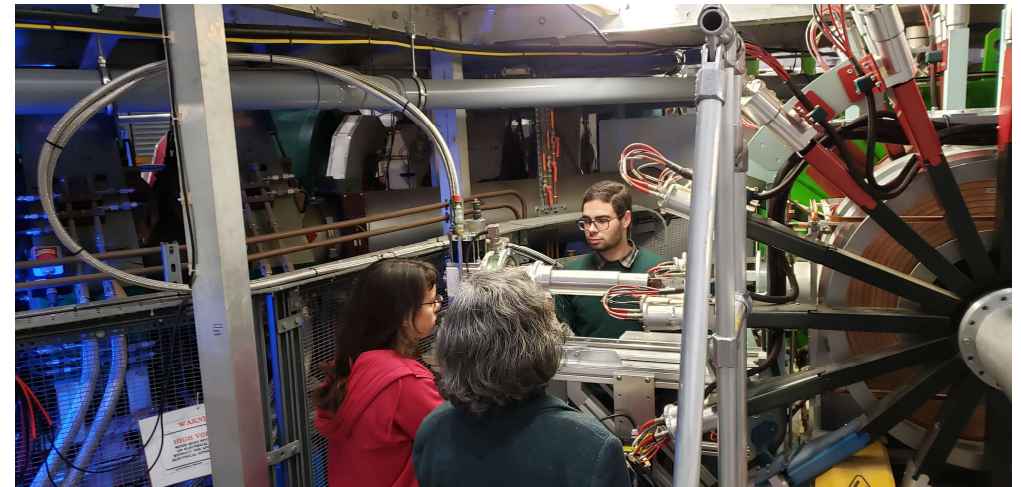


Ali Roonkiani

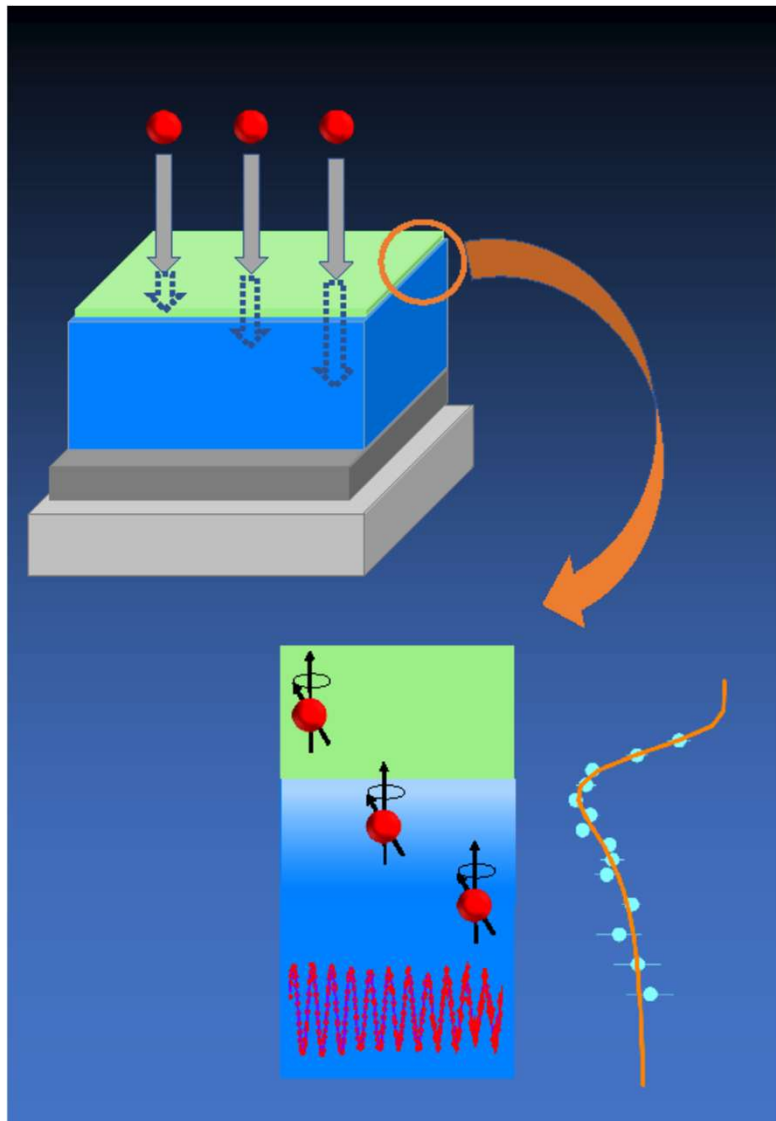
Utilização competitiva dos feixes de muões de instalações internacionais



Paul Scherrer Institut, Suíça



ISIS Facility, Rutherford Appleton Laboratory,
Reino Unido



Uso de sondas microscópicas para estudos fundamentais em materiais de interesse tecnológico

- semicondutores para células solares
- materiais para armazenamento sólido de hidrogénio
- óxidos para microeletrónica

Espectroscopia de Microondas



Física Molecular em Alta Resolução



Sérgio Domingos



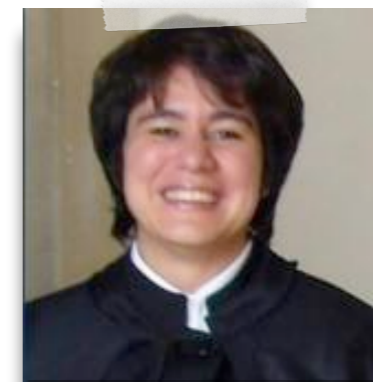
Rita Roque



Elisa Brás



Nuno Campos



Manuela Silva



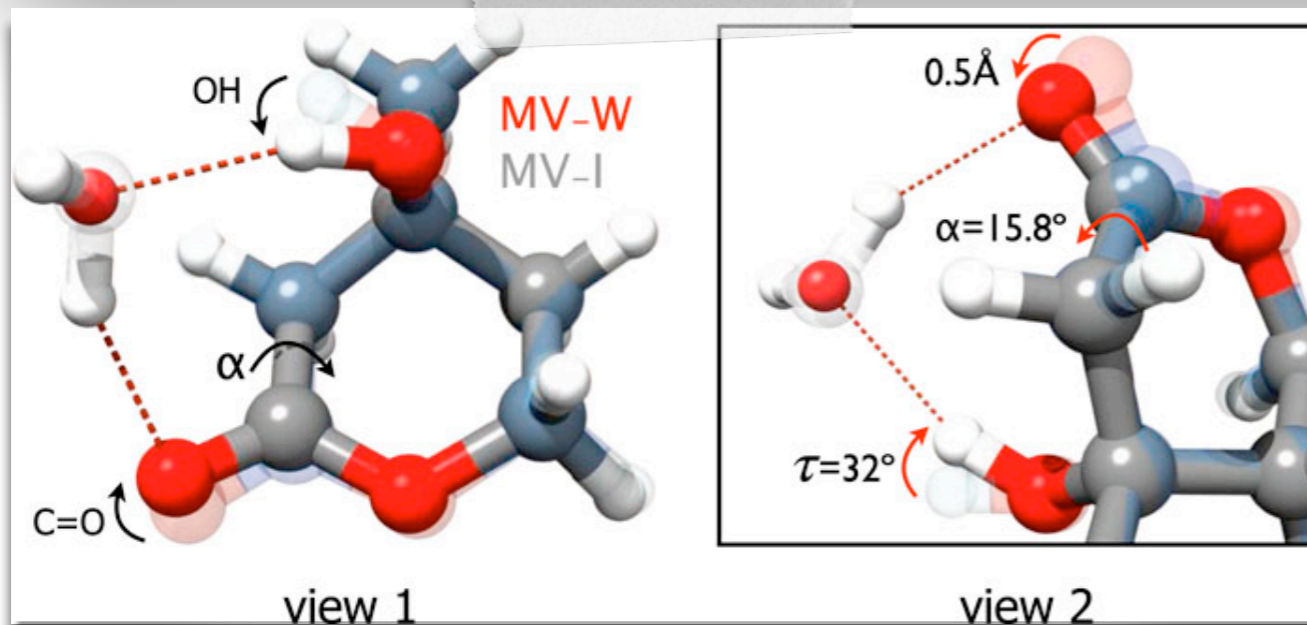
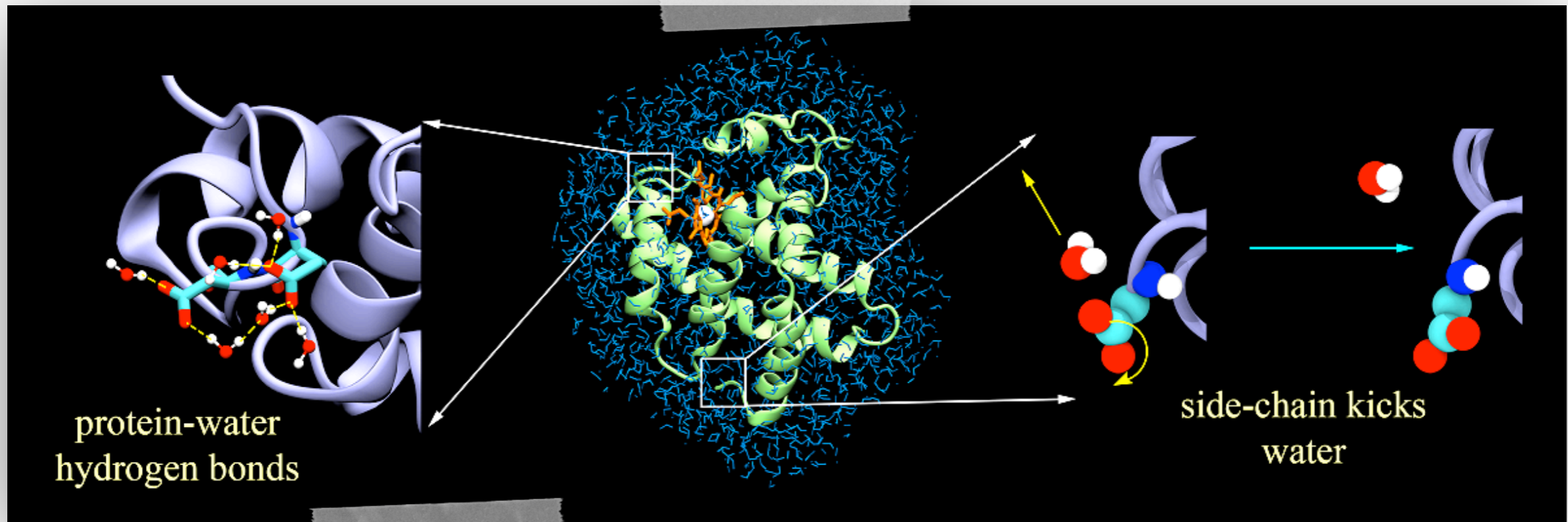
Pedro Silva



Estrutura E Funcionalidade

Metodologia "bottom-up"

Perceber mecânicas de reconhecimento molecular em sistemas complexos ..
.. através de estudos de pequenas partes do sistema



"On the structural intricacies of a metabolic precursor: Direct spectroscopic detection of water-induced conformational reshaping of mevalonolactone"

J. Chem. Phys. 2017 Sep 28;147(12):124310

O que fazemos no nosso laboratório

Resolução de estruturas moleculares através de espectroscopia rotacional na gama das microondas

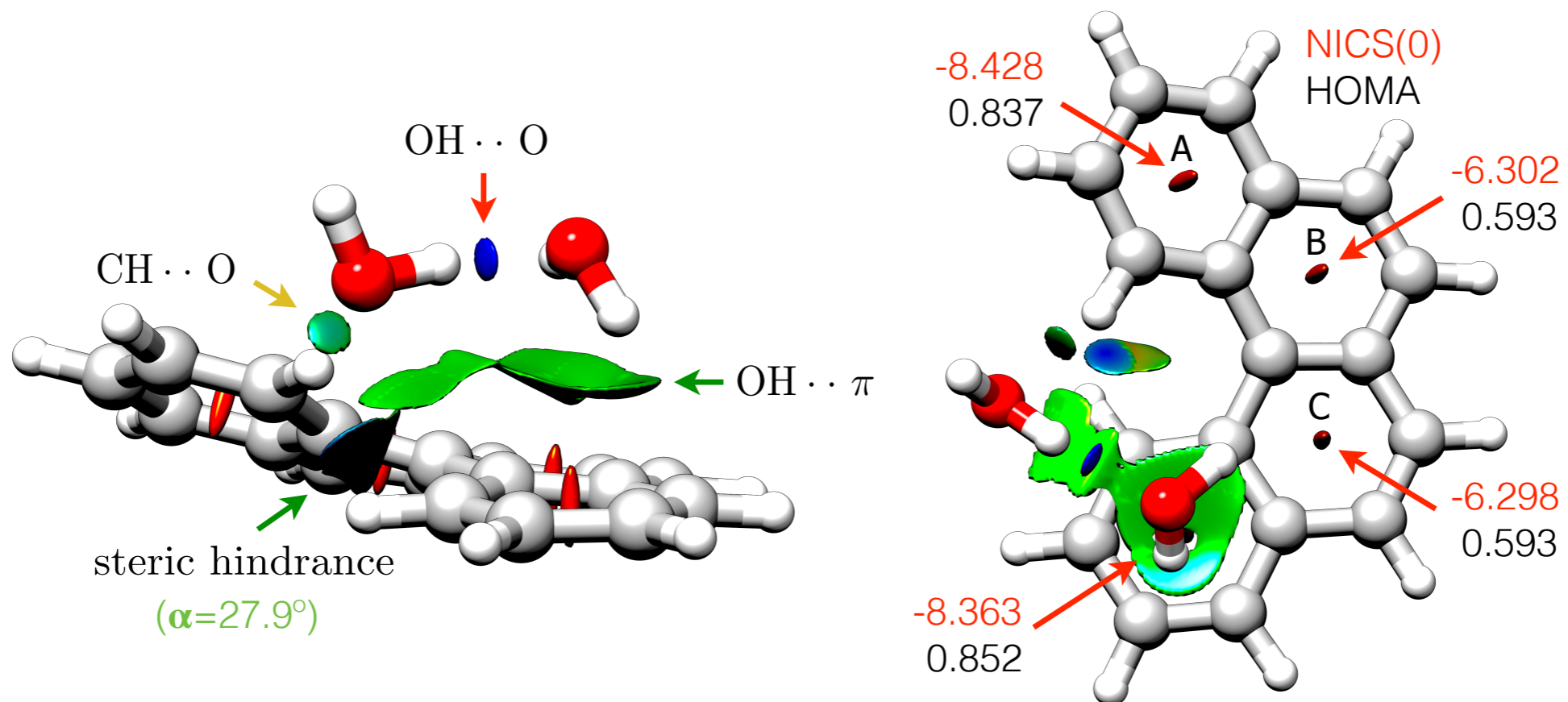
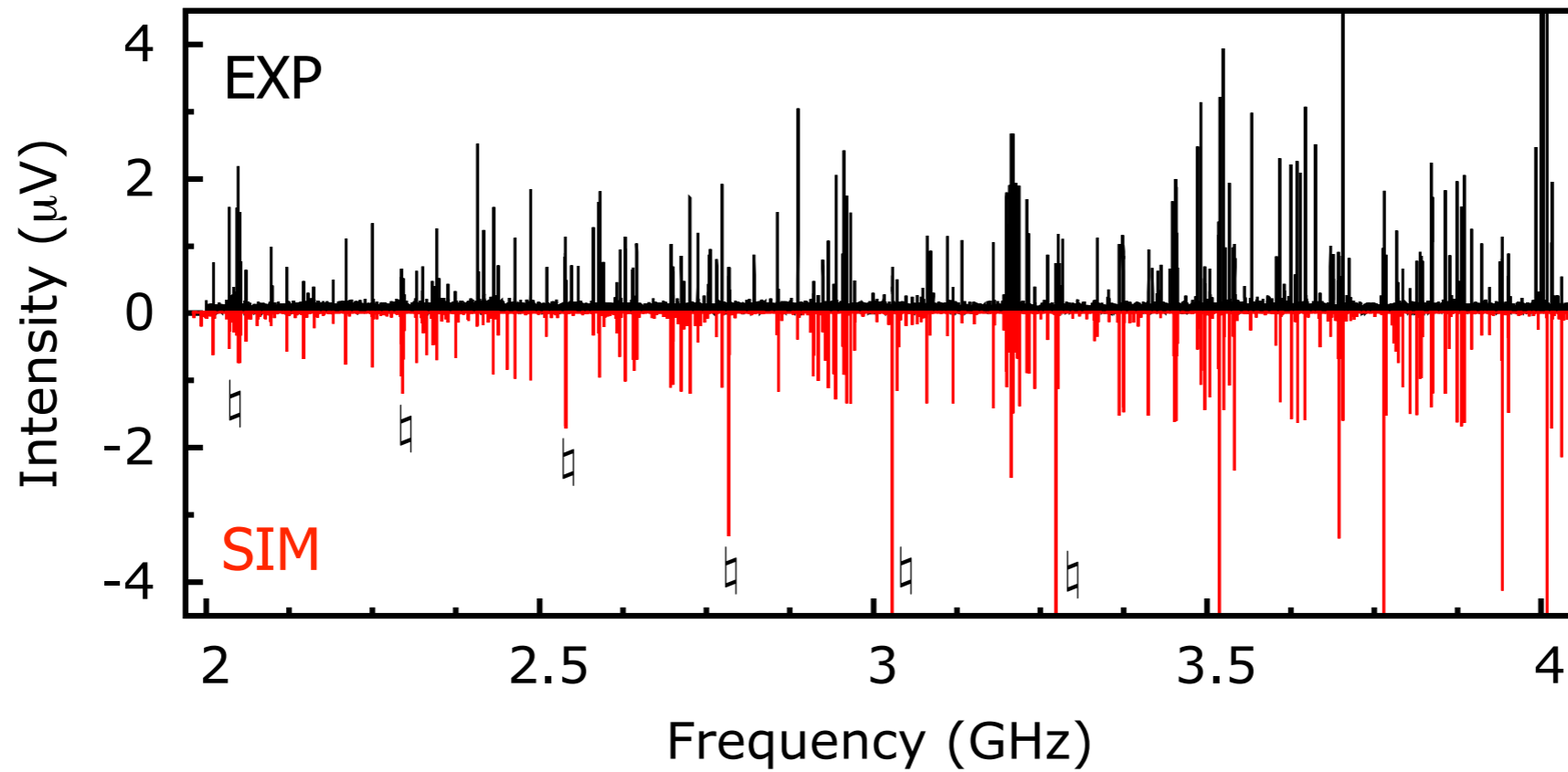


MiCRoARTiS

**Microwave Fingerprinting Artificial Molecular Motors
in Virtual Isolation**

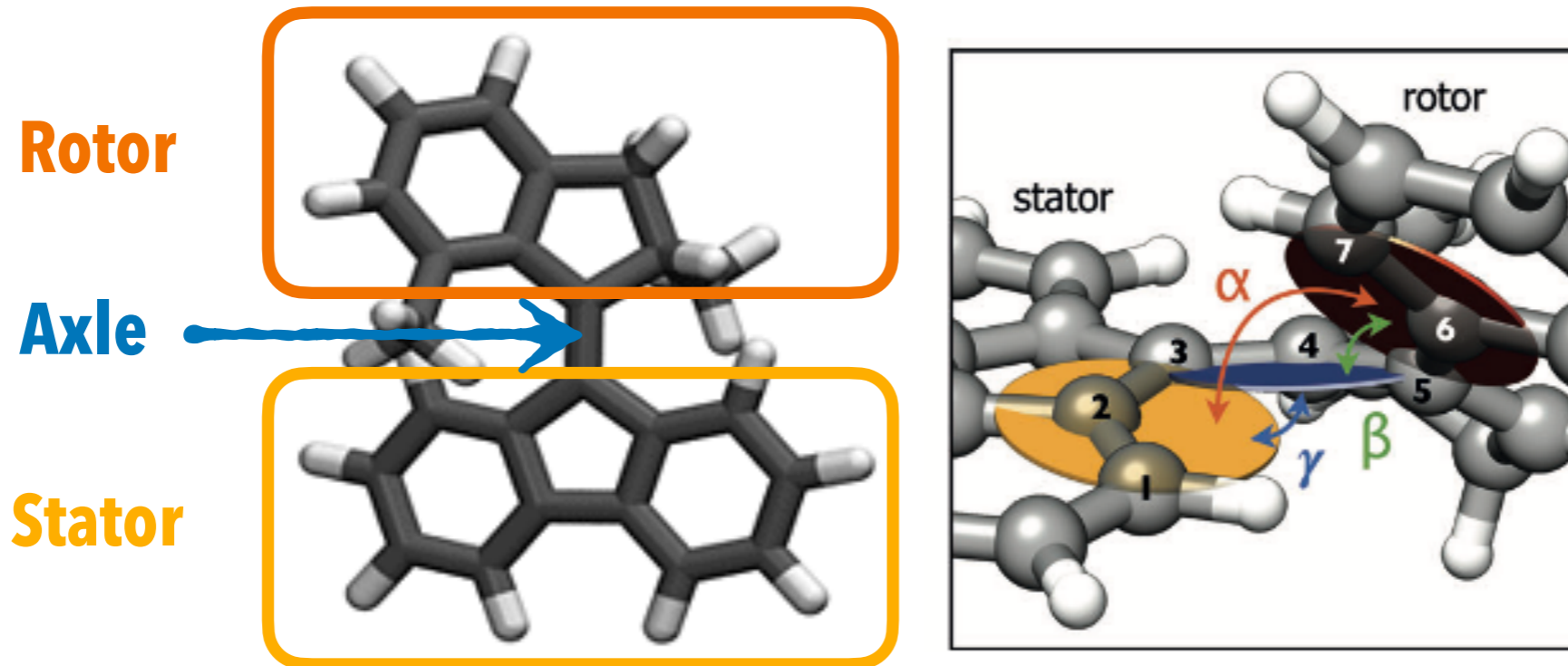
Elucidação de estruturas 3D e dinâmica molecular

Observação vs. Simulação → Determinação Estrutural

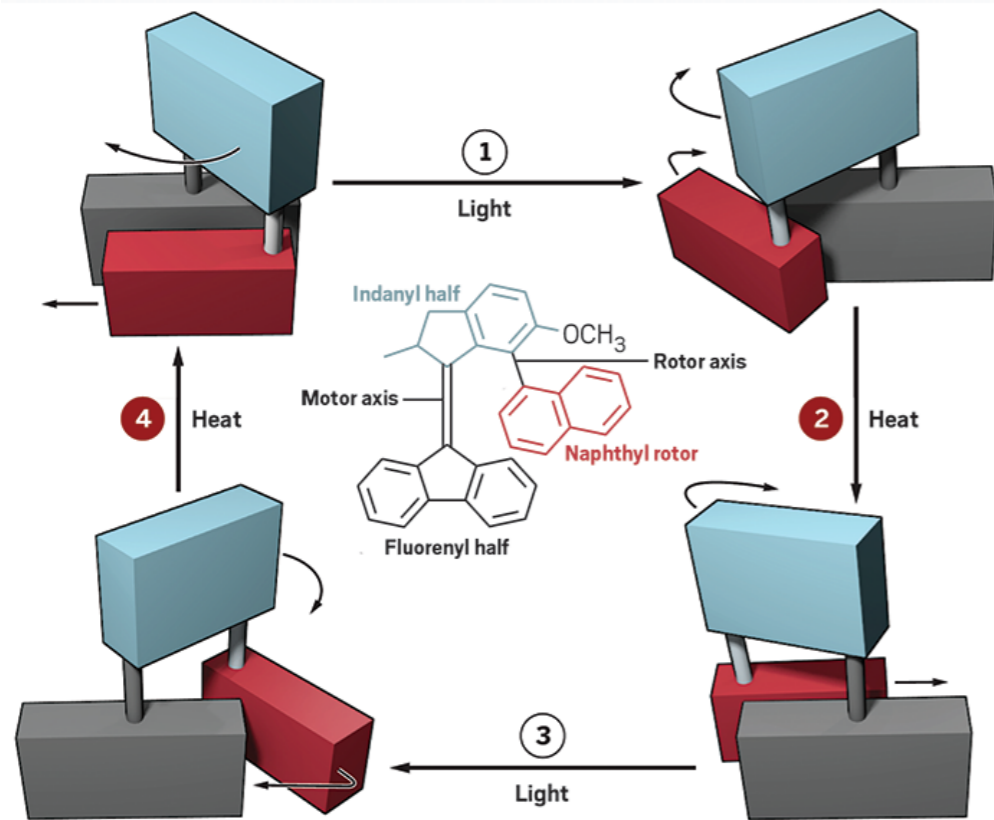


Motores Moleculares Artificiais (AMMs)

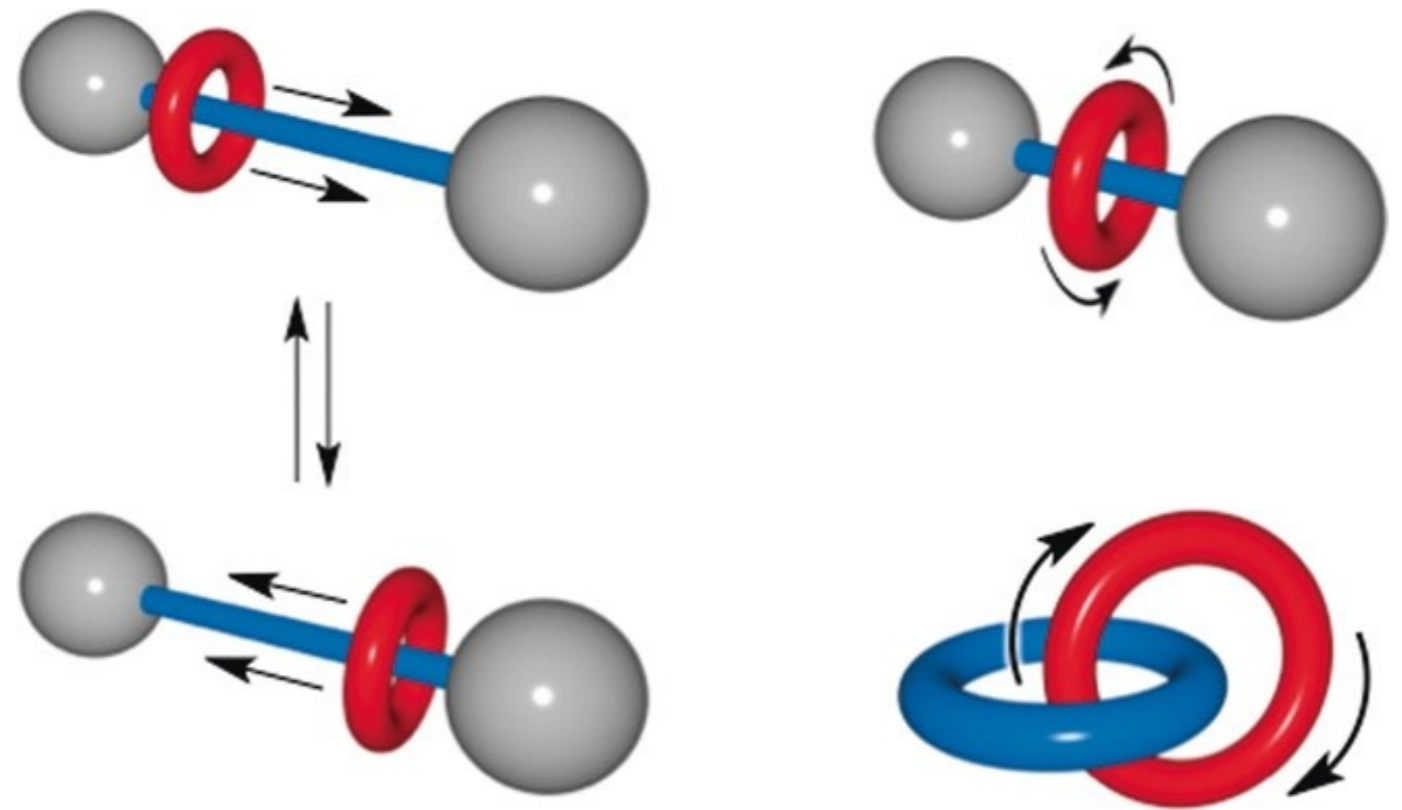
Resolução de estrutura e dinâmica de AMMs através de espectroscopia de microondas



Ben Feringa's group (University of Groningen, NL)



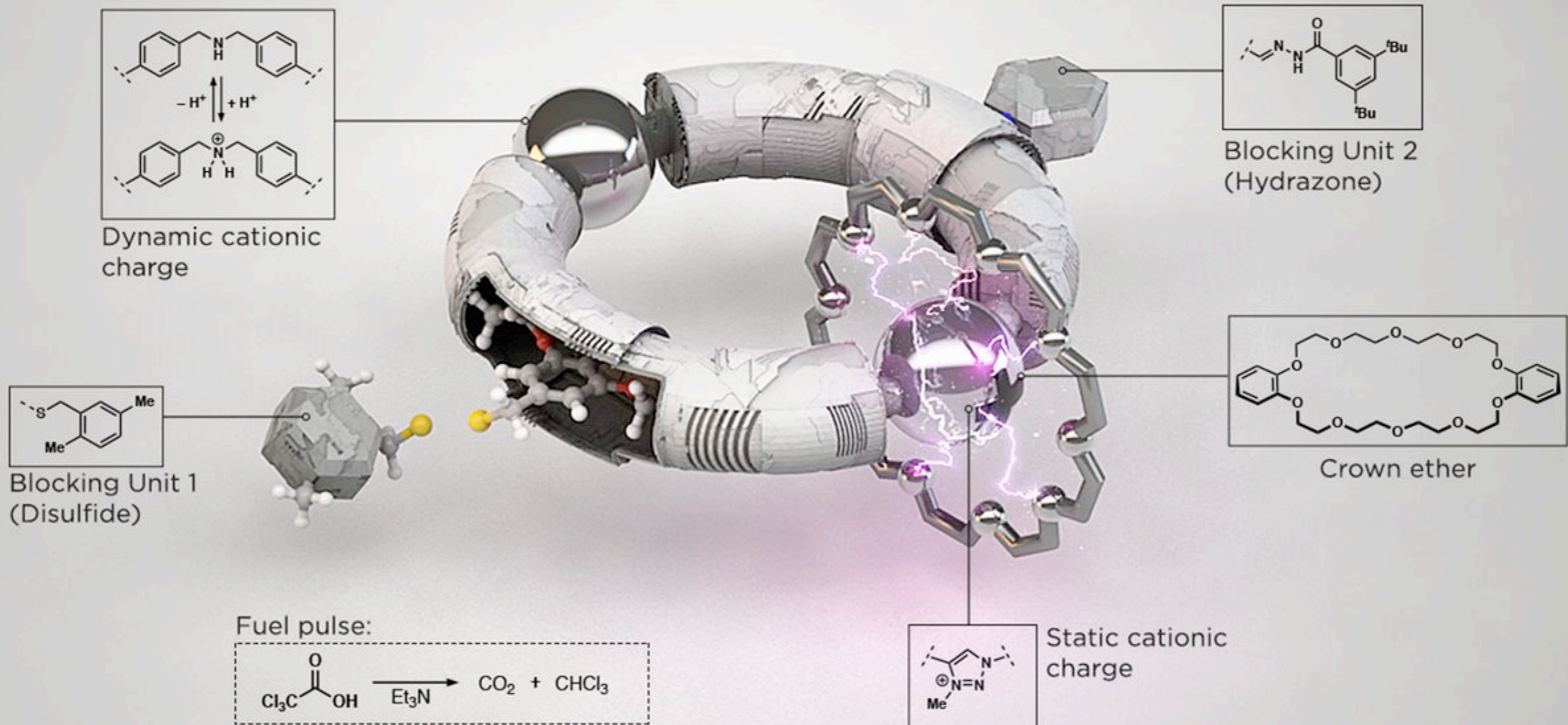
Science 356, 964-968 (2017)



Sir Fraser Stoddart's group (Northwestern University, IL)

Nanotecnologia Molecular

Optimização da estrutura e dinâmica de motores moleculares artificiais



www.catenane.net

Investigação Interdisciplinar

Física | Química | Engenharia | Nanociência | **Instrumentação** | **Computação**

Ciência, Arte e Património: instrumentos para ler o mundo

Francisco P.S.C. Gil



Parcerias

Universidade de Coimbra

Departamento de Ciências da Terra
Departamento de Ciências da Vida
Departamento de História, Estudos Europeus, Arqueologia e Artes
Departamento de Química
Departamento de Engenharia Civil
Biblioteca Geral
Arquivo da UC
Museu da Ciência

Universidade Católica Portuguesa do Porto

Instituto Politécnico de Tomar

Museus Nacionais (DGPC)

Instituto José de Figueiredo

Câmaras Municipais

Confraria da Rainha Santa Isabel

Formação

Mestrados

Património Cultural e Museologia,
Engenharia Física,
Química Forense

Doutoramentos

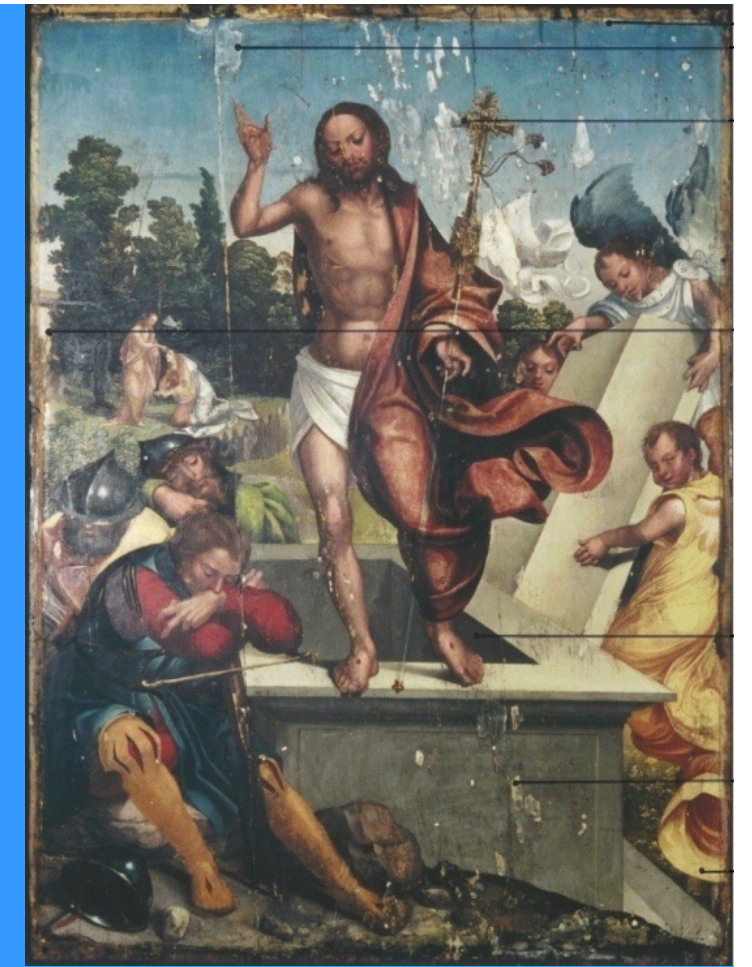
Património Cultural e Museologia,
Engenharia Física
Conservação e Restauro dos Bens Culturais

Coordenação de cursos

Mestrado em Património Cultural e Museologia

Doutoramento em Património Cultural e Museologia

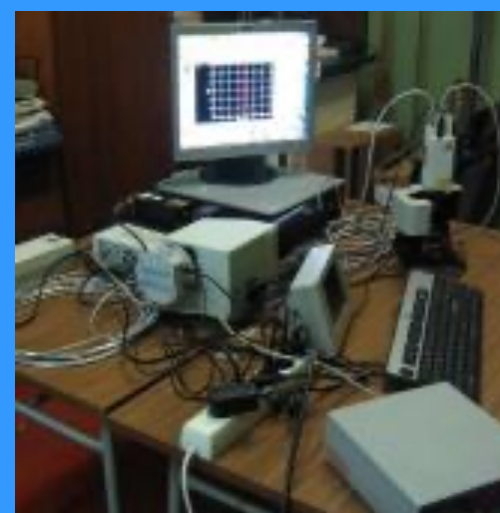
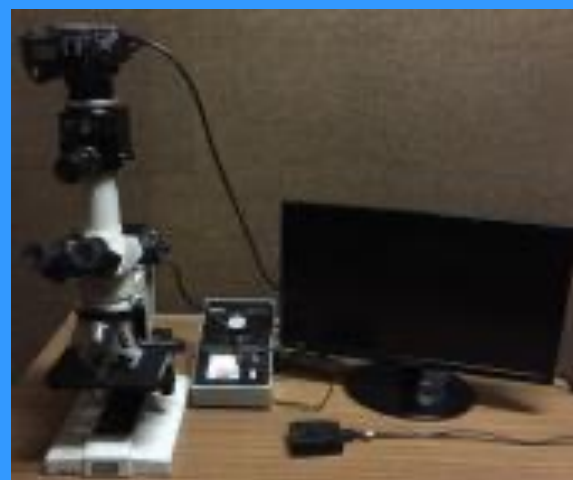








Microscopia óptica



Espectroscopia Raman



Difracção de raios-X



Espectroscopia de Fluorescência de raios-X



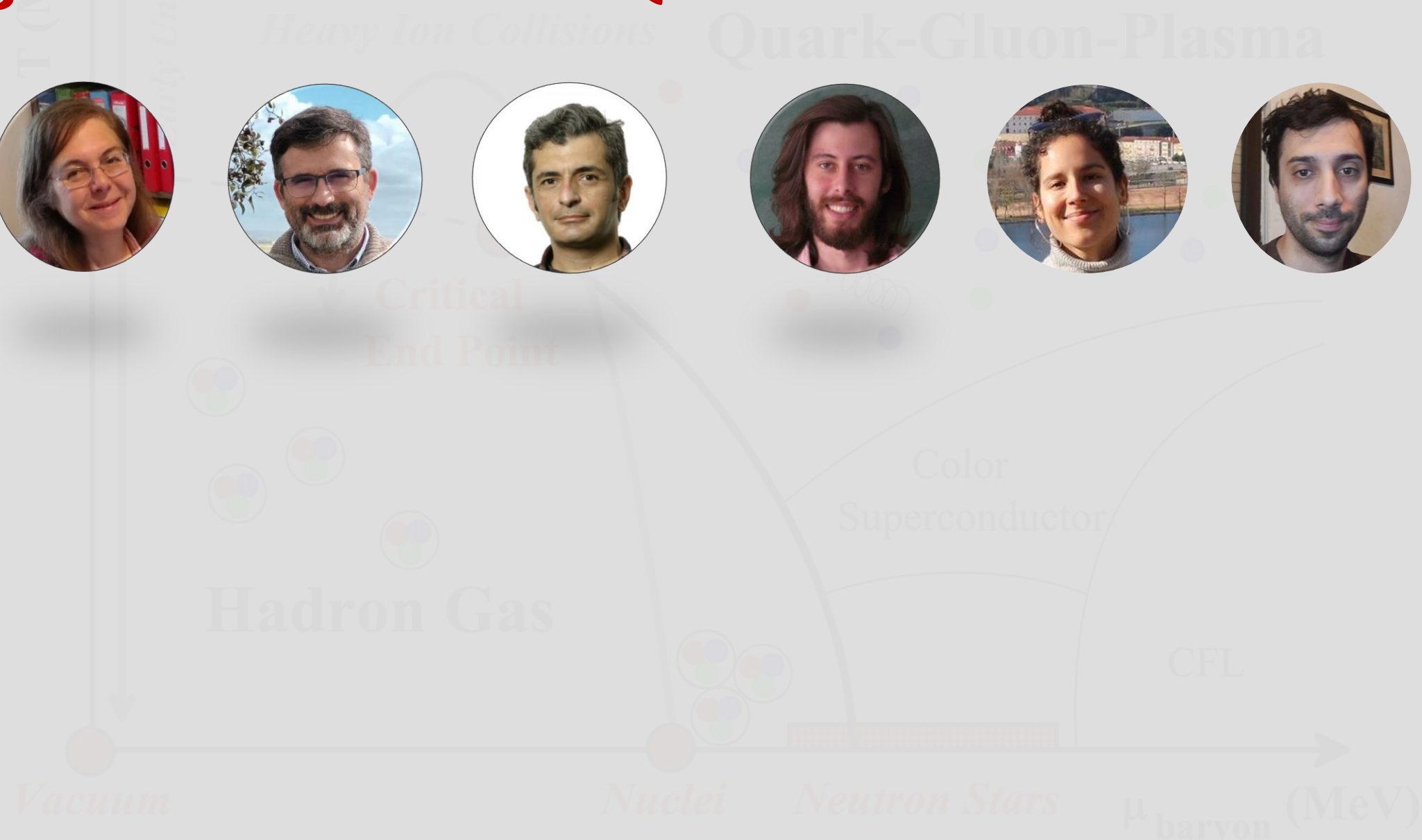
Microscopia Electrónica de Varrimento



Espectro-colorimetria



Diagrama de fases da QCD

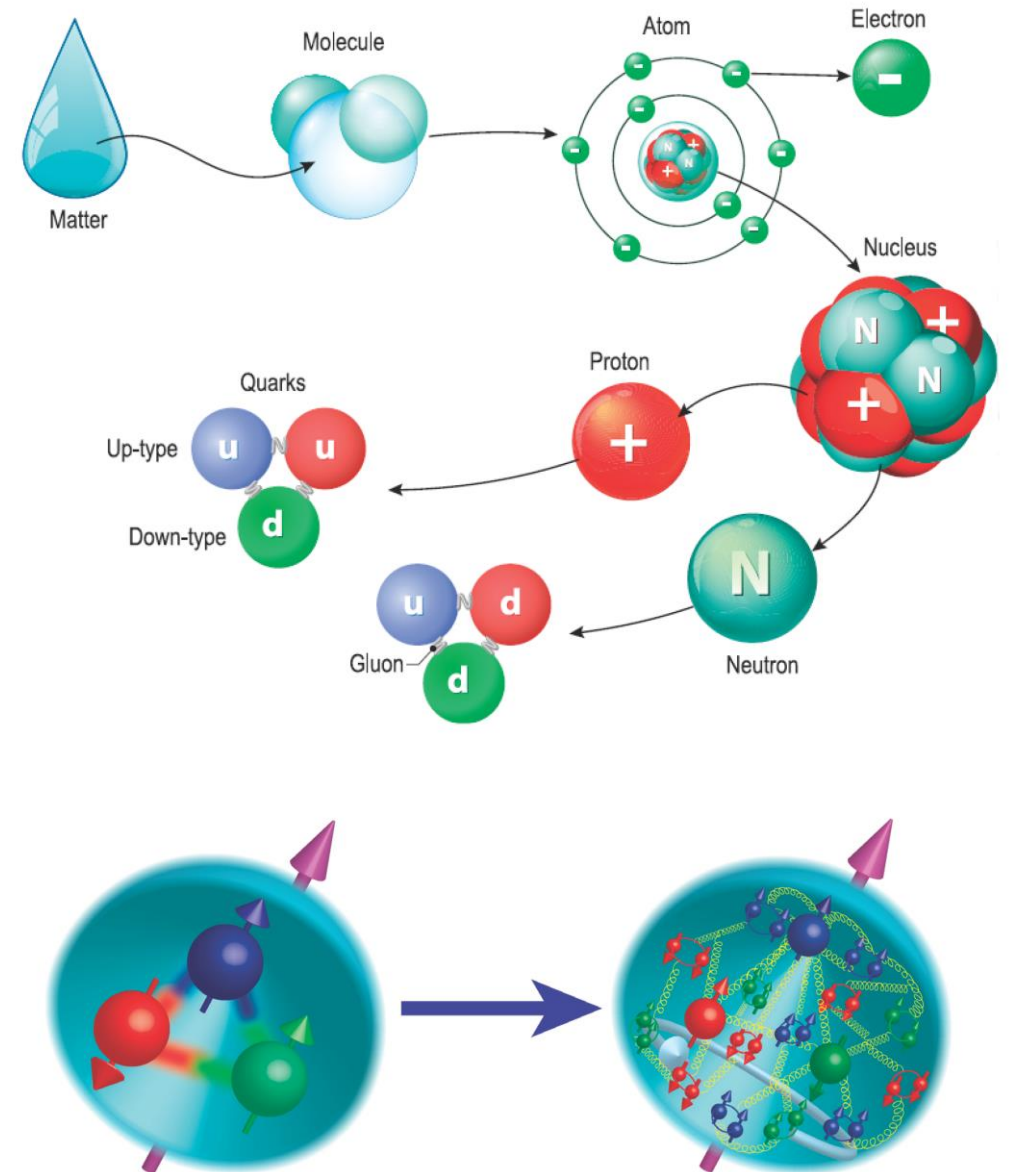


O que investigamos:

□ “Desconstrução” da matéria:

- Moléculas, compostas por átomos;
- Átomos, compostos por núcleos e elétrons;
- Núcleos compostos por prótons e nêutrons;
- Nêutrons e prótons compostos por quarks.

- Duas forças – a **força forte** e a força eletromagnética – são responsáveis por manter as peças fundamentais – quarks e elétrons – juntas.
- A **força forte** mantém os nêutrons e prótons nos núcleos.
- A força eletromagnética liga elétrons e núcleos em átomos, e os átomos em moléculas.



quarks e glúons (não diretamente observáveis)

O que investigamos:

- ❑ As linhas marcam a coexistência de várias curvas $P(T)$: **duas fases estão em equilíbrio**
- ❑ movendo-se ao longo de um caminho no plano (P, T) que cruza as curvas: **transição de fase** (por exemplo fusão ou ebulição)
- ❑ **Dois pontos especiais no DdF:**
- ❑ **ponto triplo** (onde as três fases coexistem)
- ❑ **ponto crítico** (onde desaparece a separação líquido-vapor)

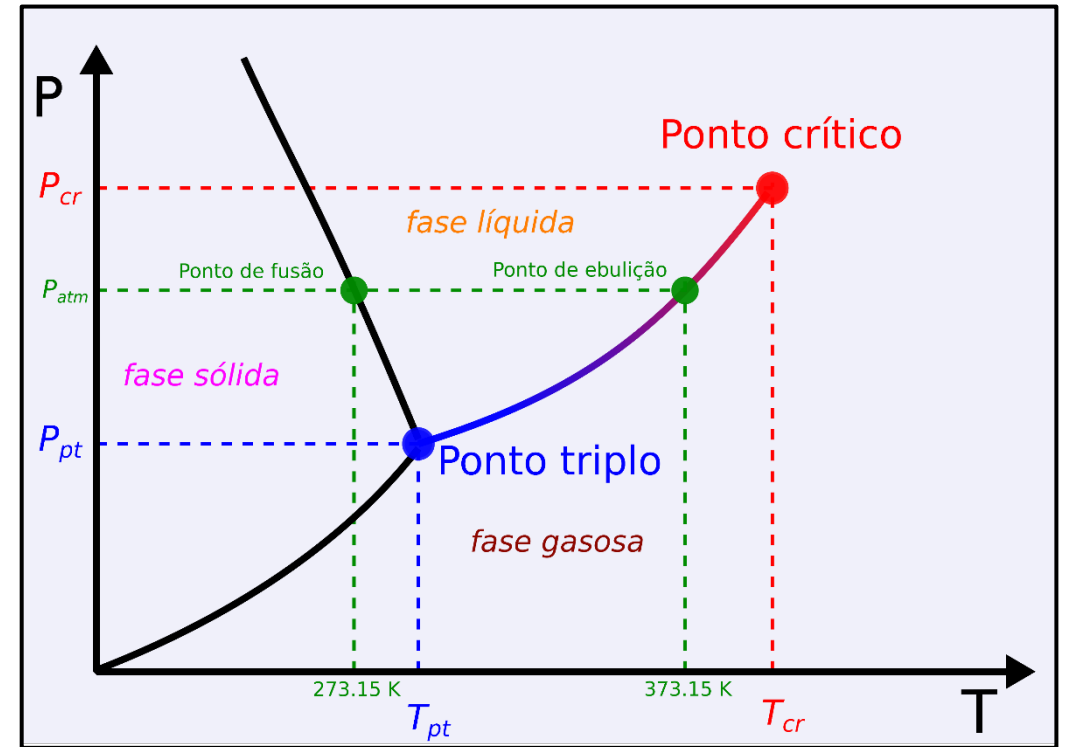
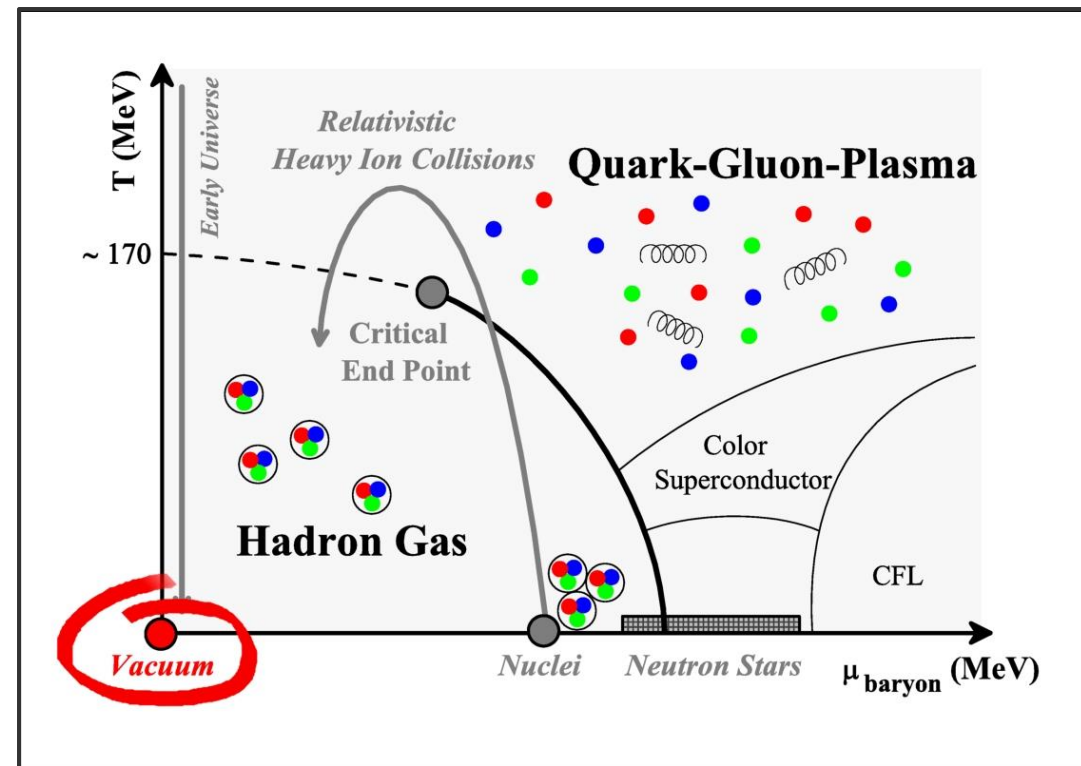


Diagrama de fases simplificado da água

O que já vamos conhecendo (e como) sobre a interação forte:

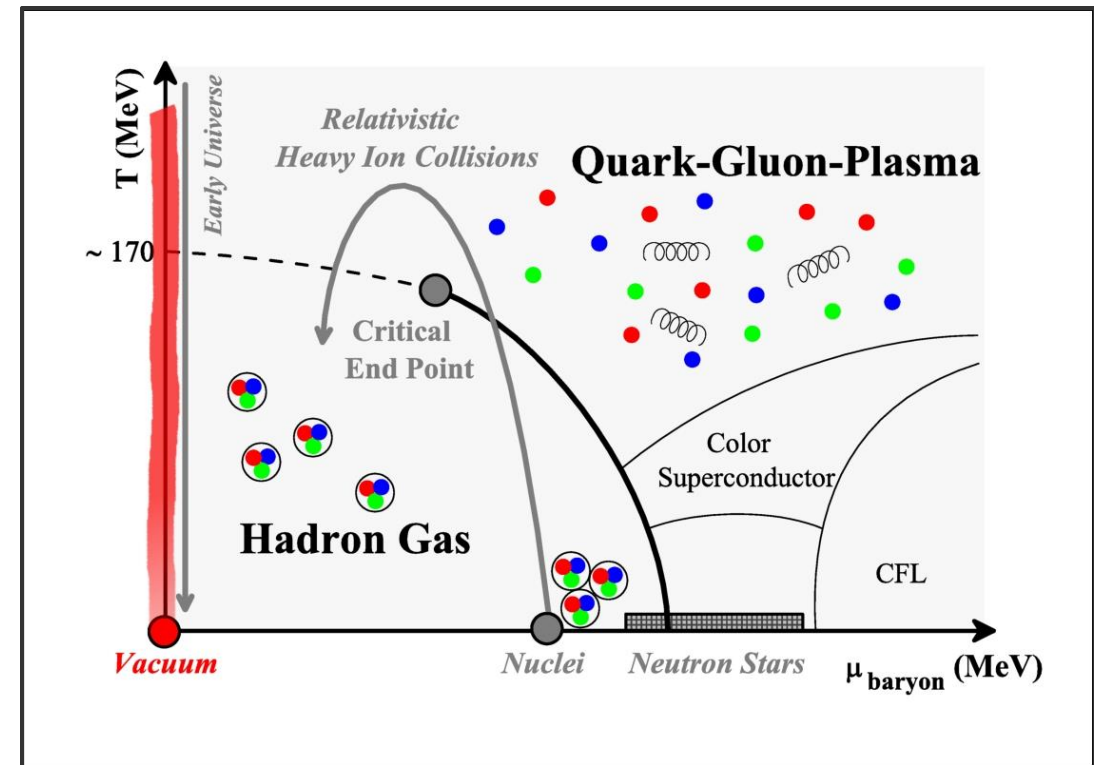
□ **Vácuo;**



O que já vamos conhecendo (e como) sobre a interação forte:

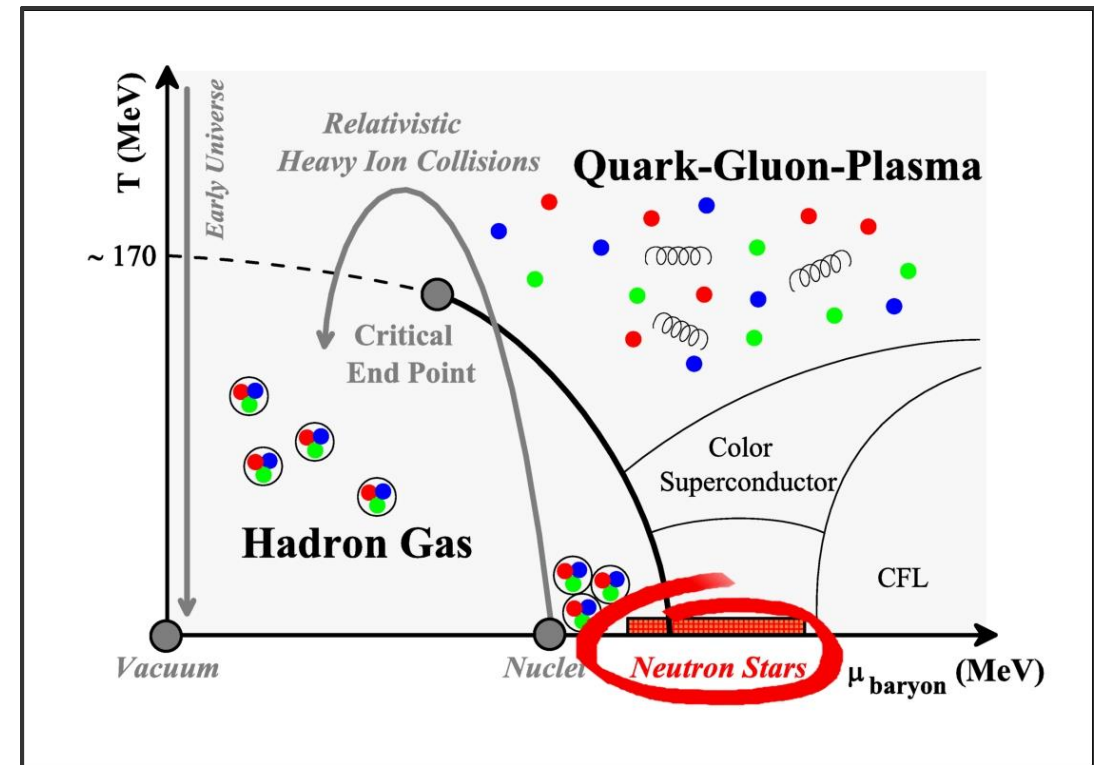
□ Vácuo;

□ Temperatura finita (lattice QCD);



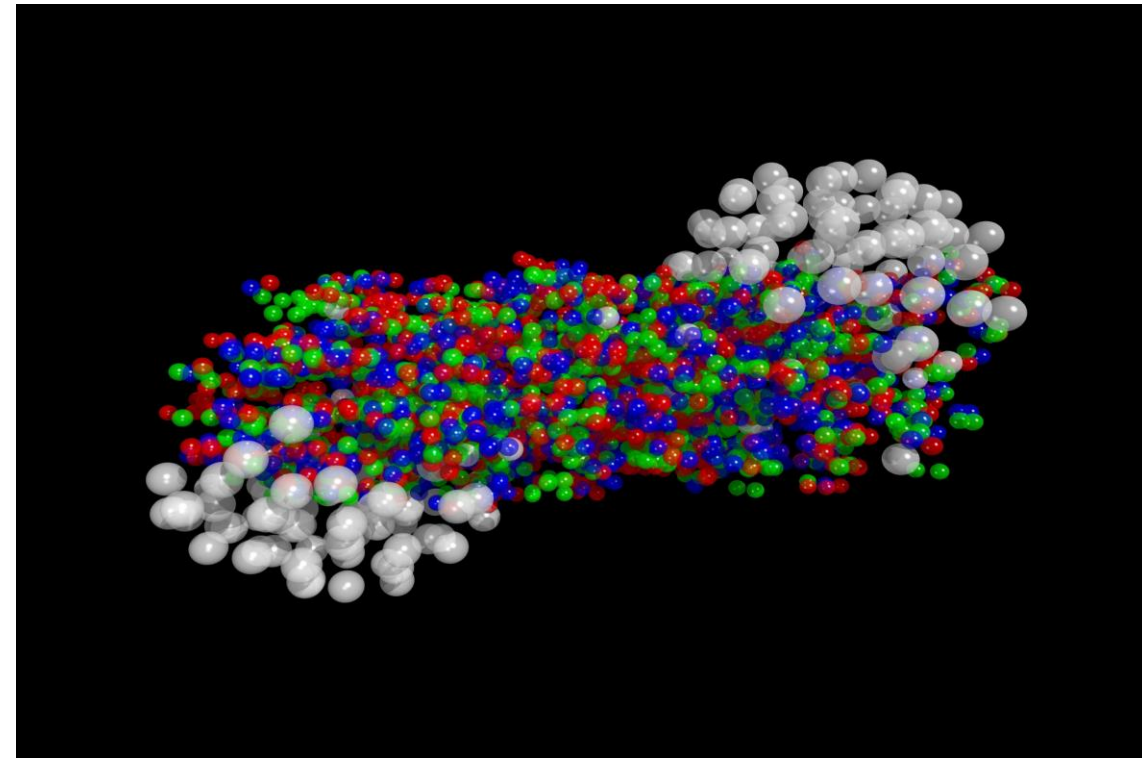
O que já vamos conhecendo (e como) sobre a interação forte:

- Vácuo;
- Temperatura finita (lattice QCD);
- Estrelas compactas;



O que já vamos conhecendo (e como) sobre a interação forte:

- ❑ Vácuo;
- ❑ Temperatura finita (lattice QCD);
- ❑ Estrelas compactas;
- ❑ **Colisões de íons pesados;**



O que investigamos:

- ❑ **Transição quiral, desconfinamento e o Ponto Crítico (CEP) da matéria que interage via força forte:**
 - ❑ Transição de fase quiral de 1ª ordem a temperatura/densidades bariônicas elevadas?
 - ❑ Onde está o CEP?
 - ❑ Equação de estado da matéria de quarks a elevada densidade e/ou temperatura?
 - ❑ Indicações sobre a possível transição de fase quiral em Colisões de Iões Pesados?
 - ❑ Como caracterizar a evolução temporal de sistemas que interagem via força forte?

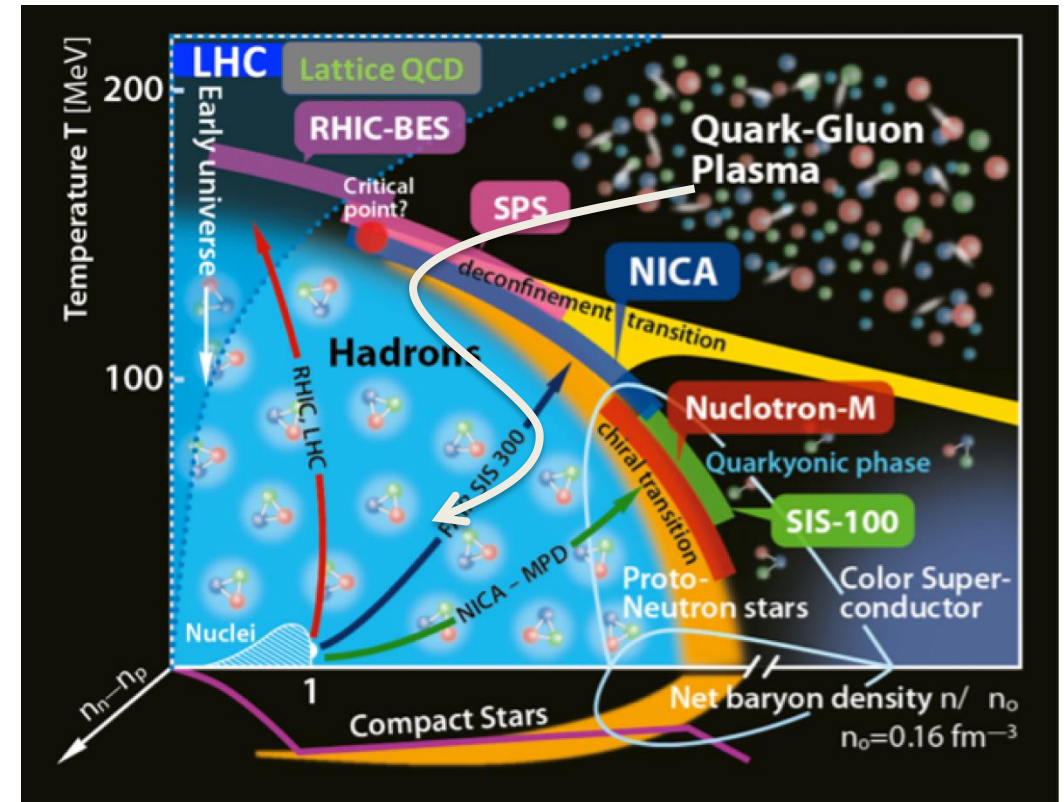


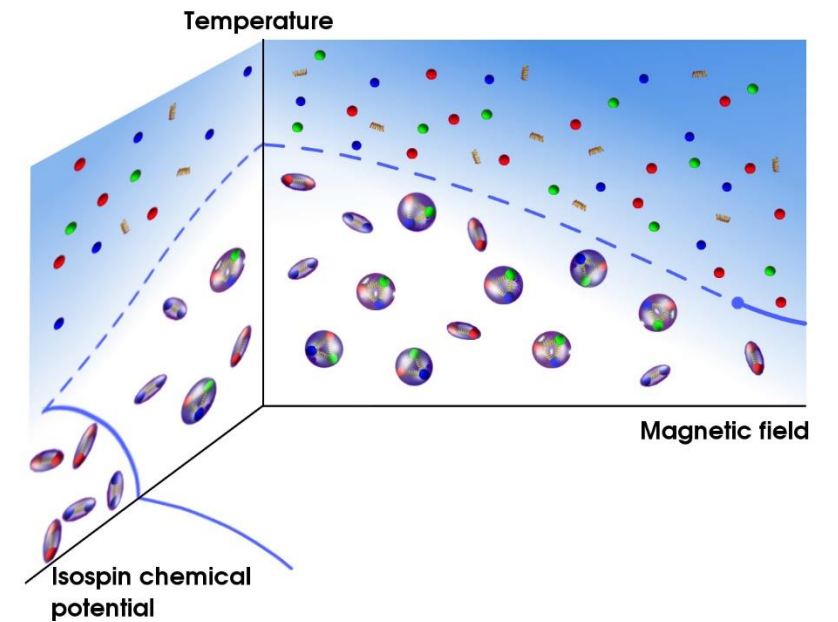
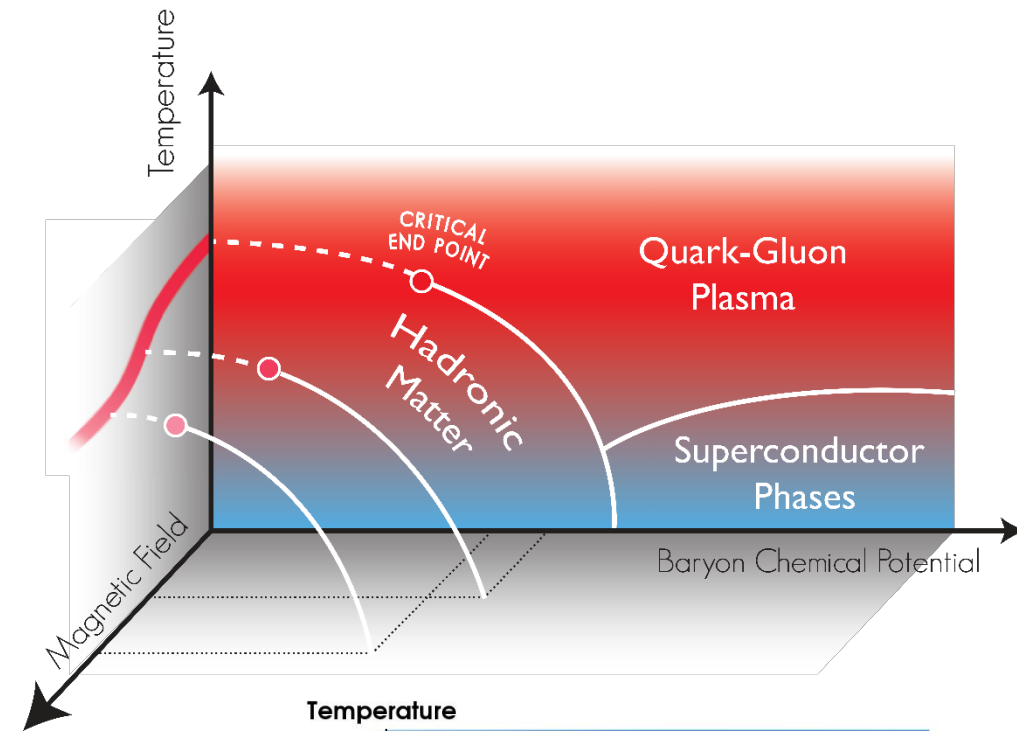
Diagrama de fases da matéria que interage via força forte

O que investigamos:

❑ Como é que condições externas afetam o diagrama de fases:

- ❑ Fortes campos magnéticos?
- ❑ Matéria assimétrica?

❑ Como melhorar os modelos disponíveis de modo a melhorarmos a nossa compreensão do diagrama de fases?



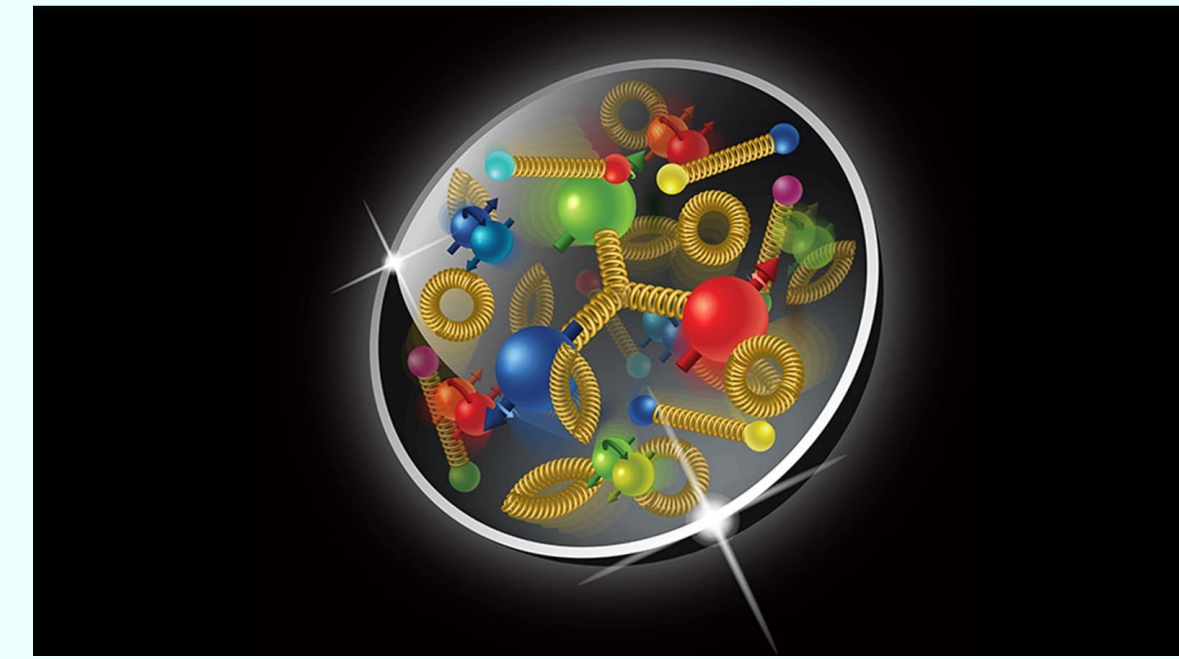
Hadron Physics and Fundamental Interactions

CFisUC - DF@UC 12 Setembro



+ Pos-Docs + alunos PhD + alunos de Mestrado

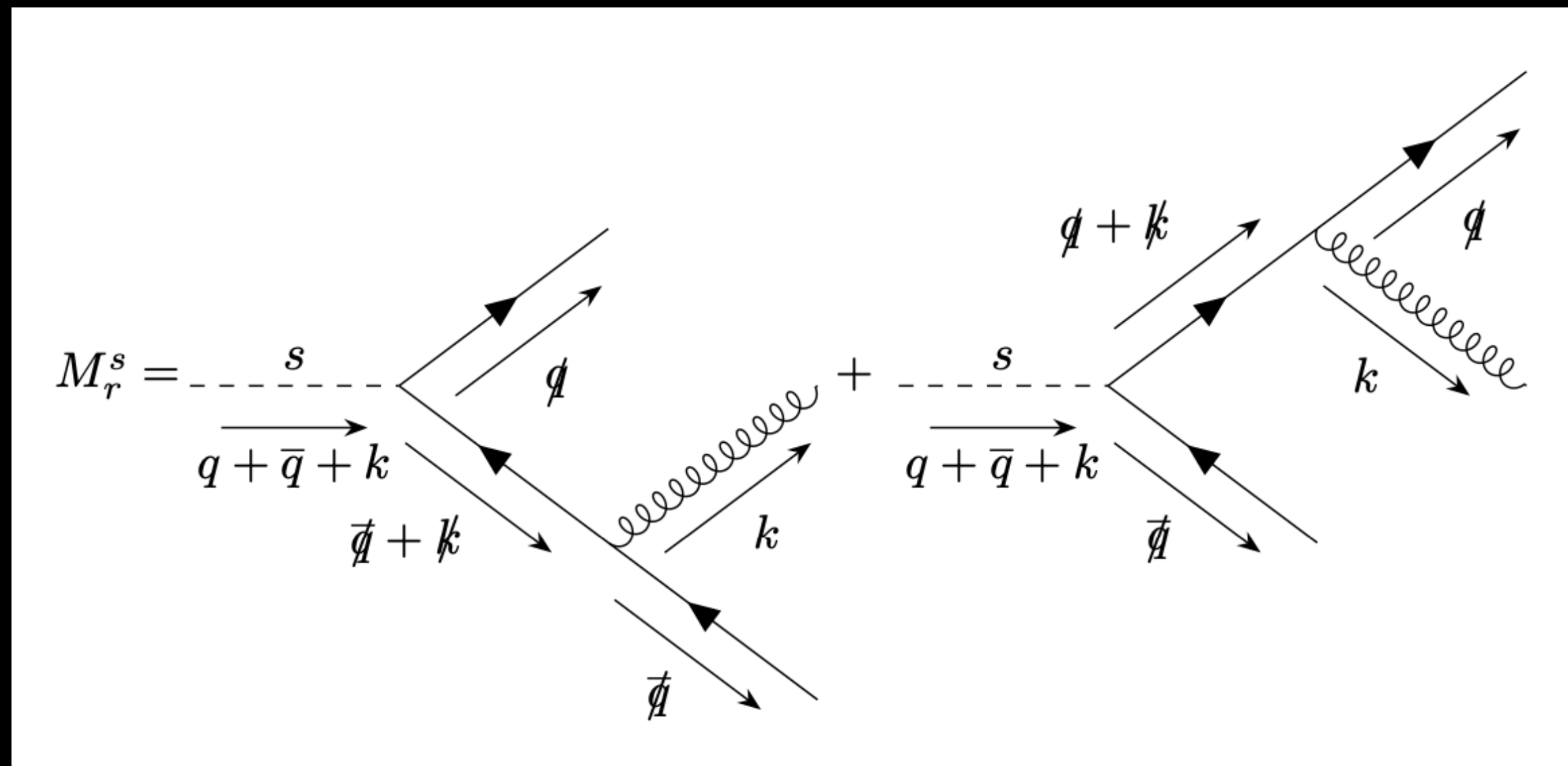
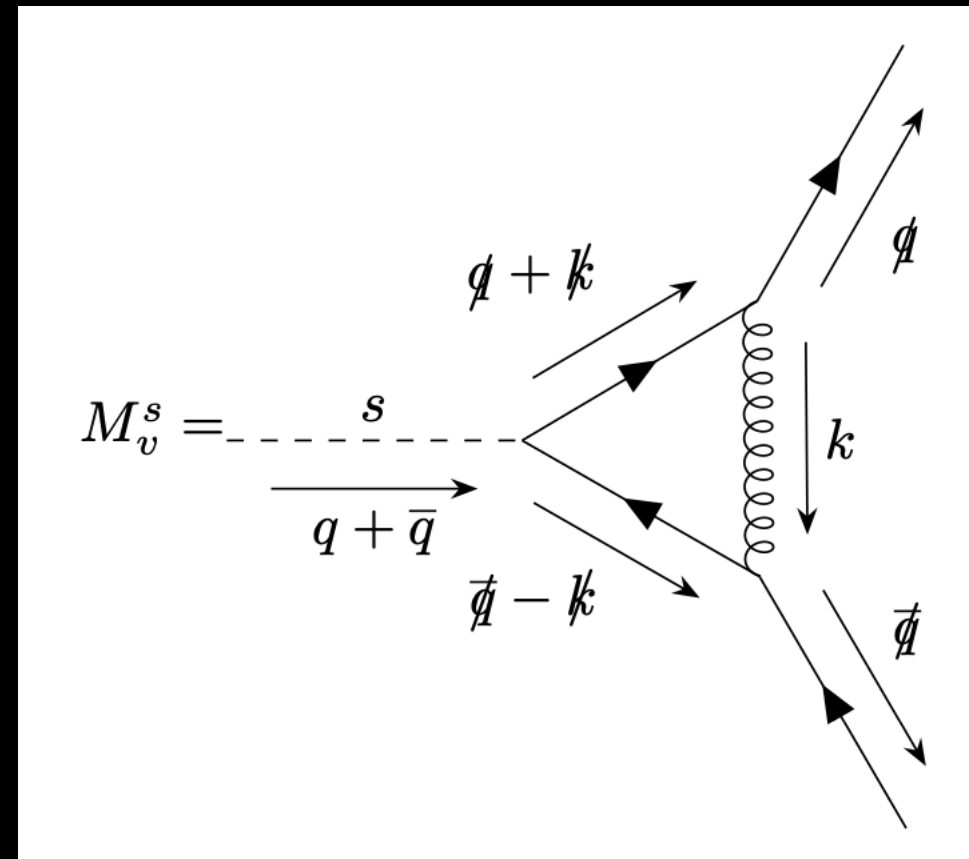
Temas de Investigação

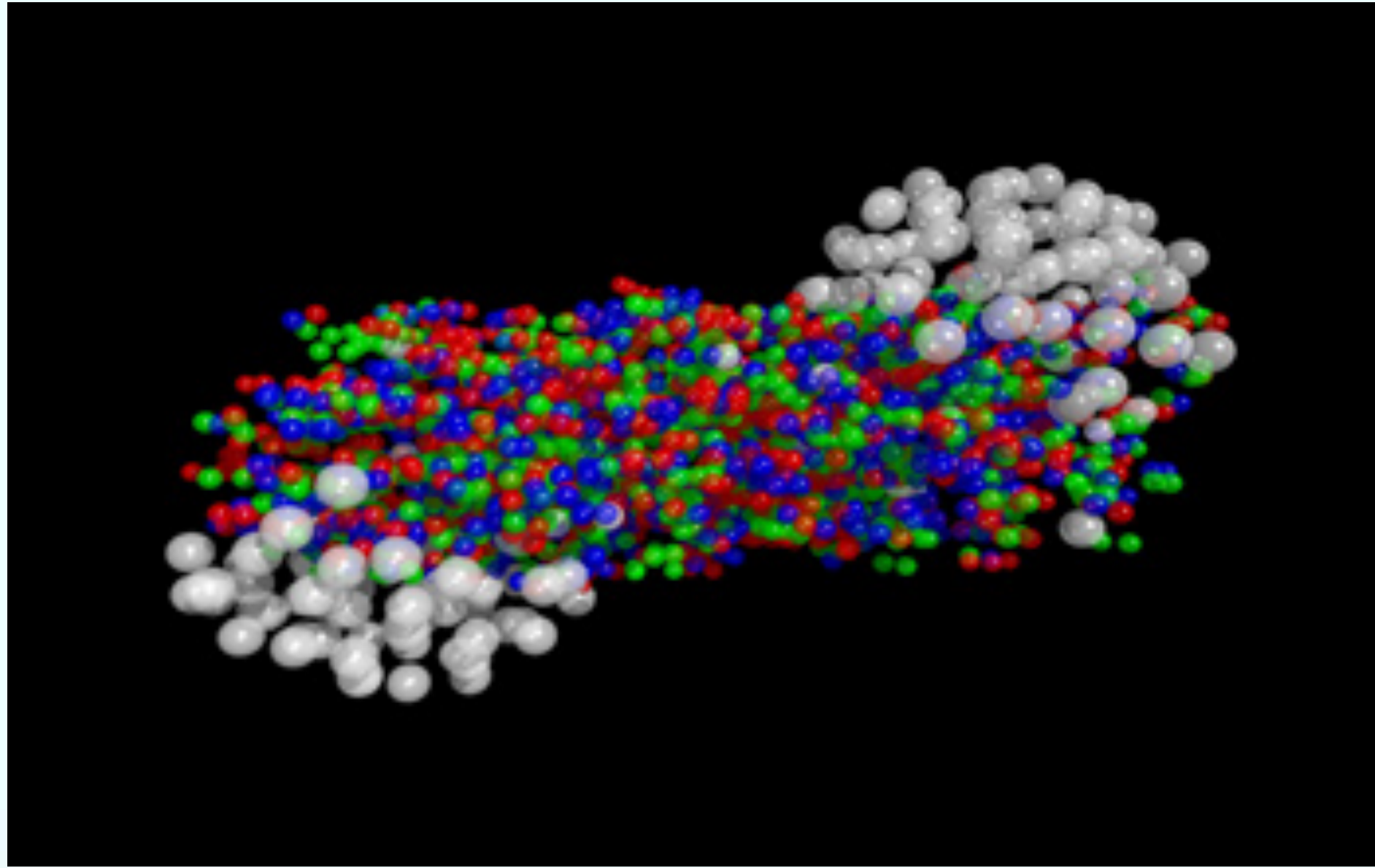


Quarks, quarks, quarks, mas não só!
Gluões, gluões, gluões

QCD

Contribuições relevantes para o LHC





Quarks no meio hadrónico

Colisões de íões pesados

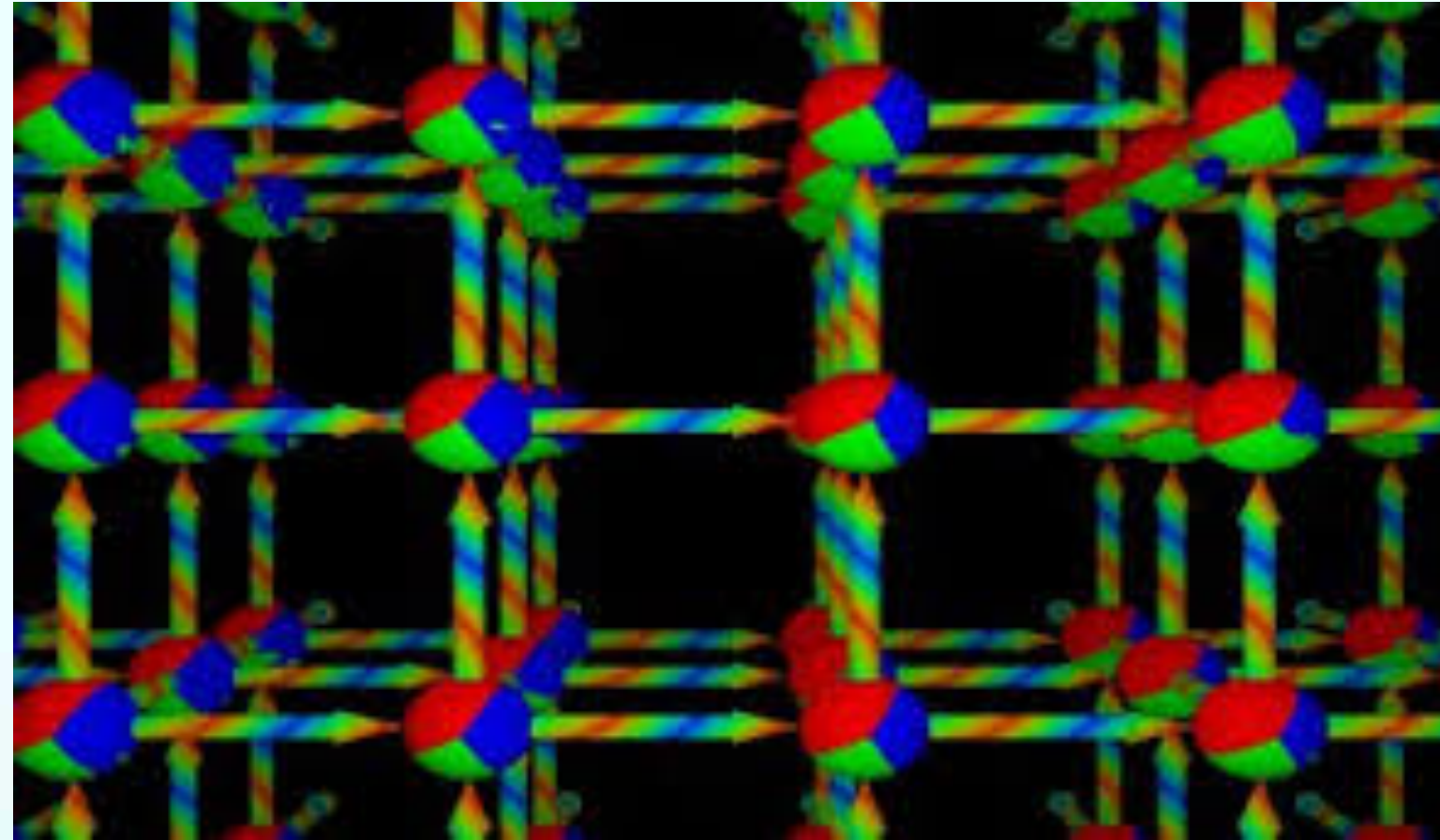
E na presença de campos magnéticos intensos

Como muda a natureza das interações entre quarks?

Lattice QCD



Supercomputadores



Monte Carlo

Qual é a natureza da força entre

2 quarks

Mesões: piões, etc.

3 quarks

Bariões: p, n, etc.

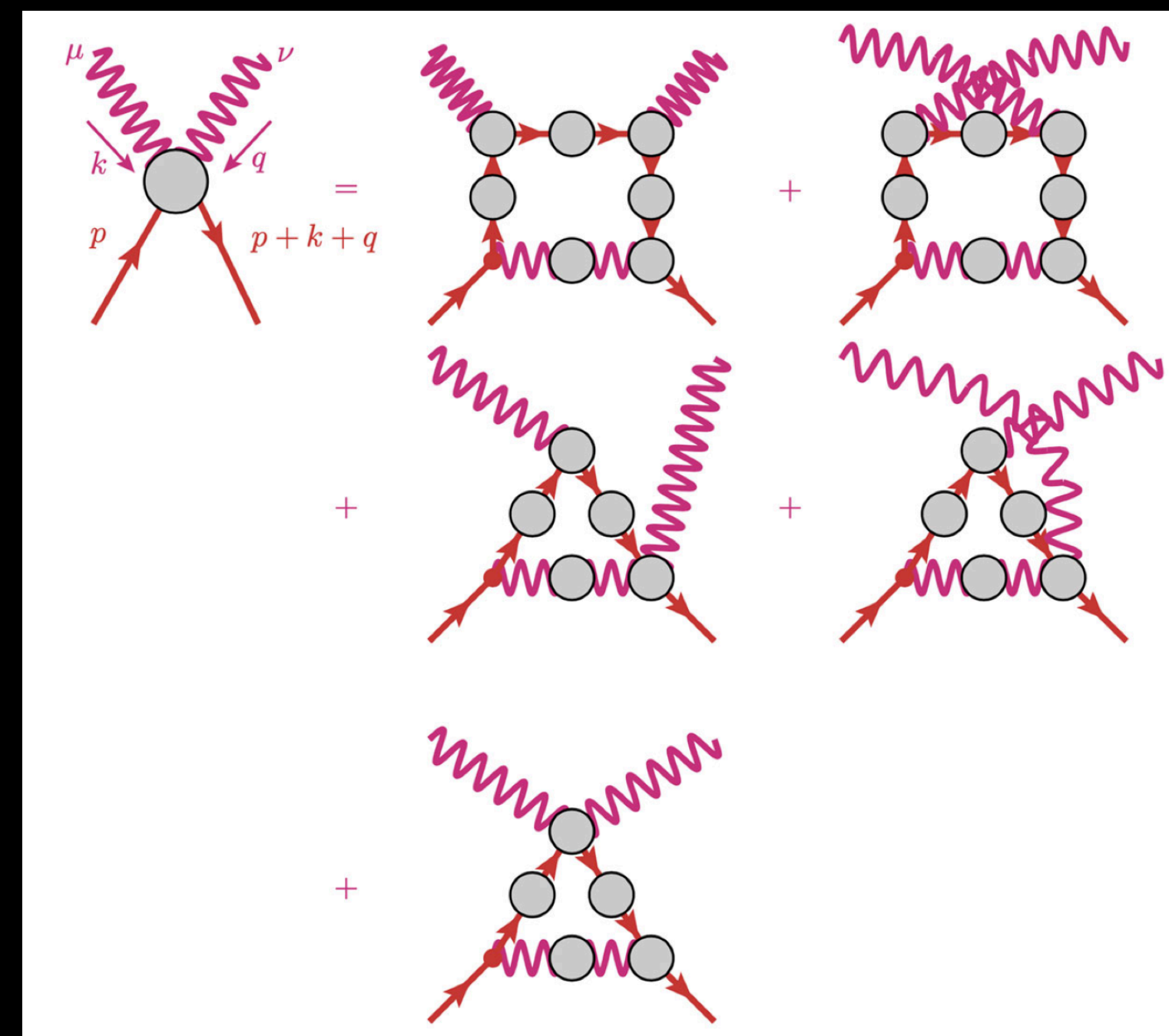
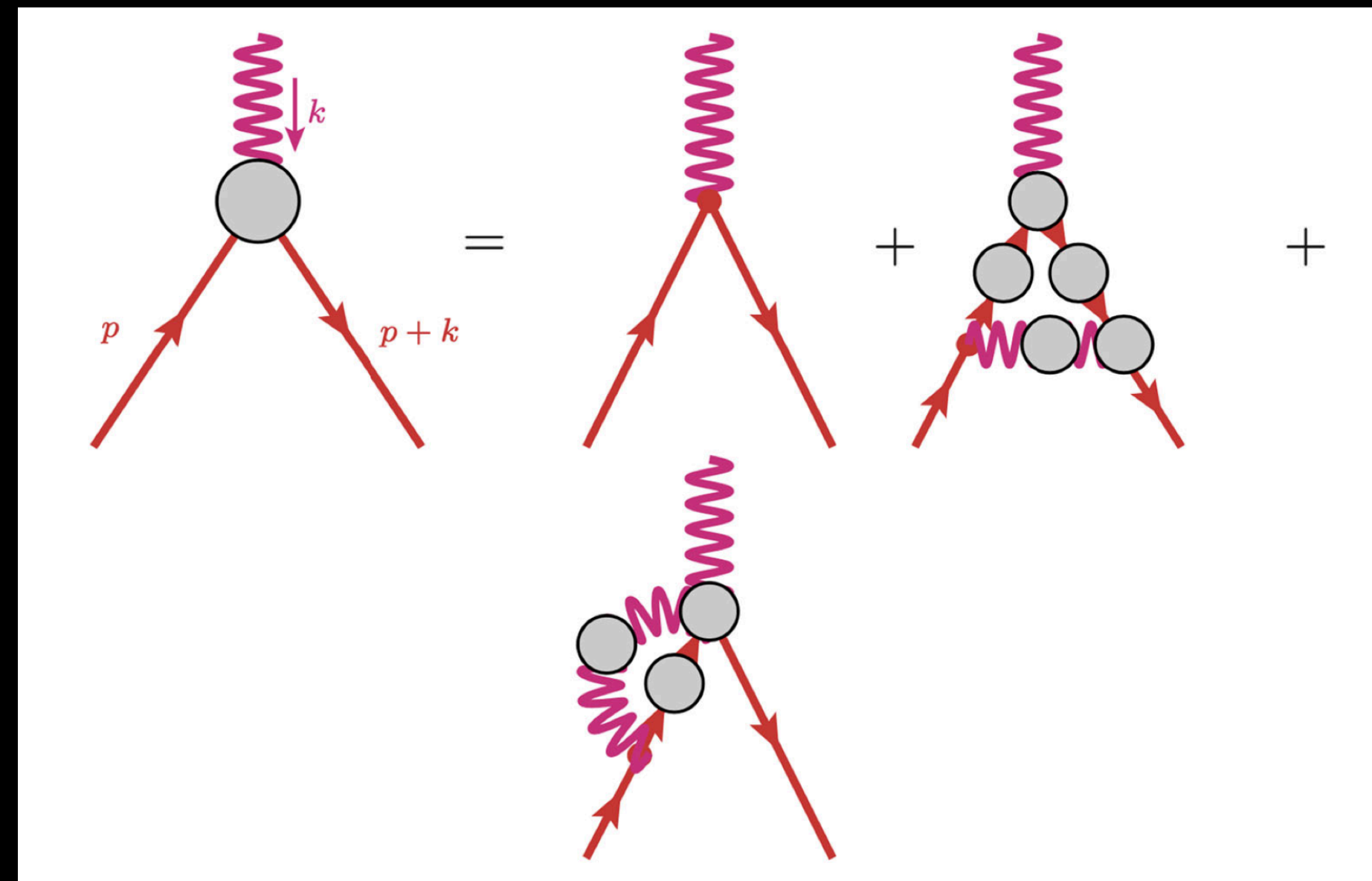
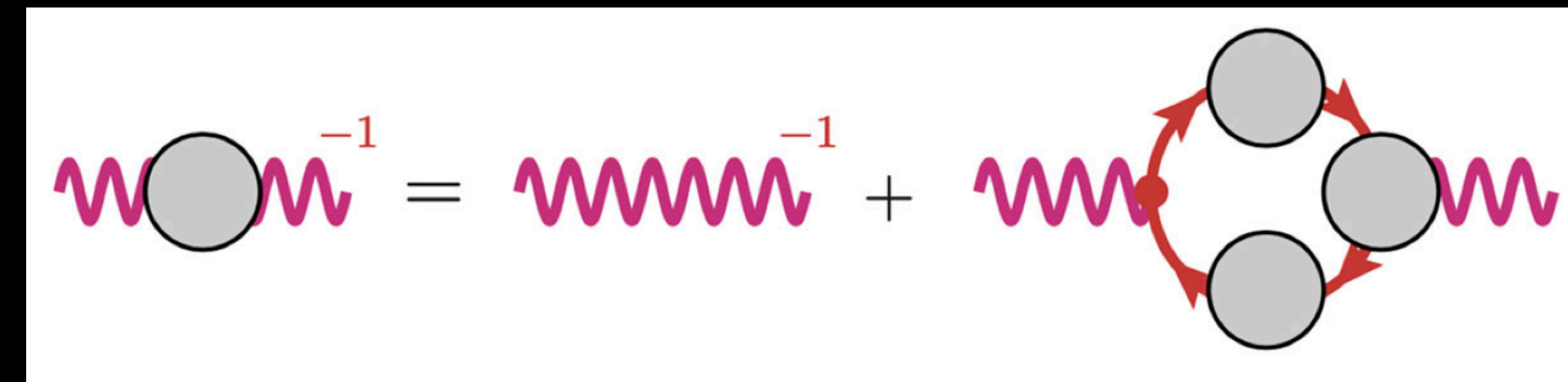
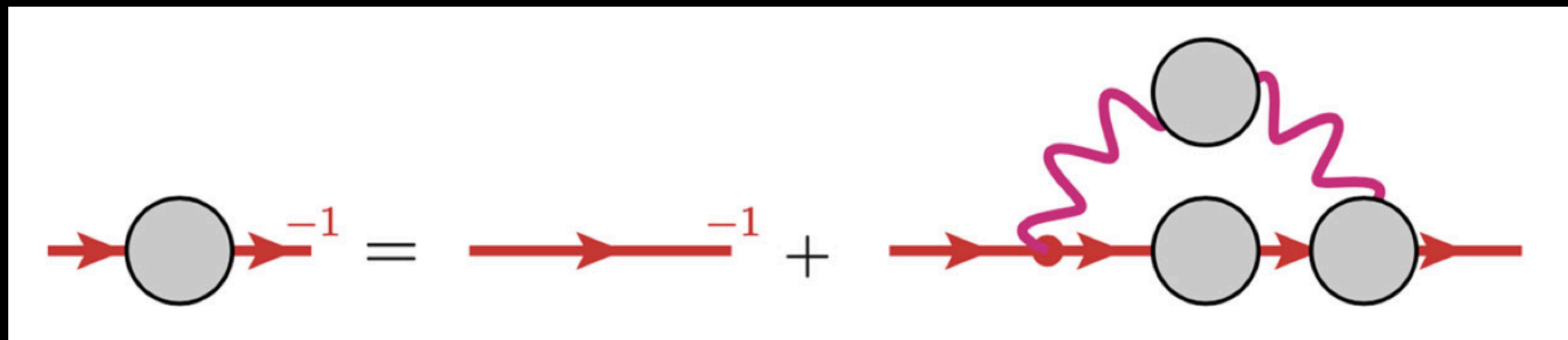
4 quarks

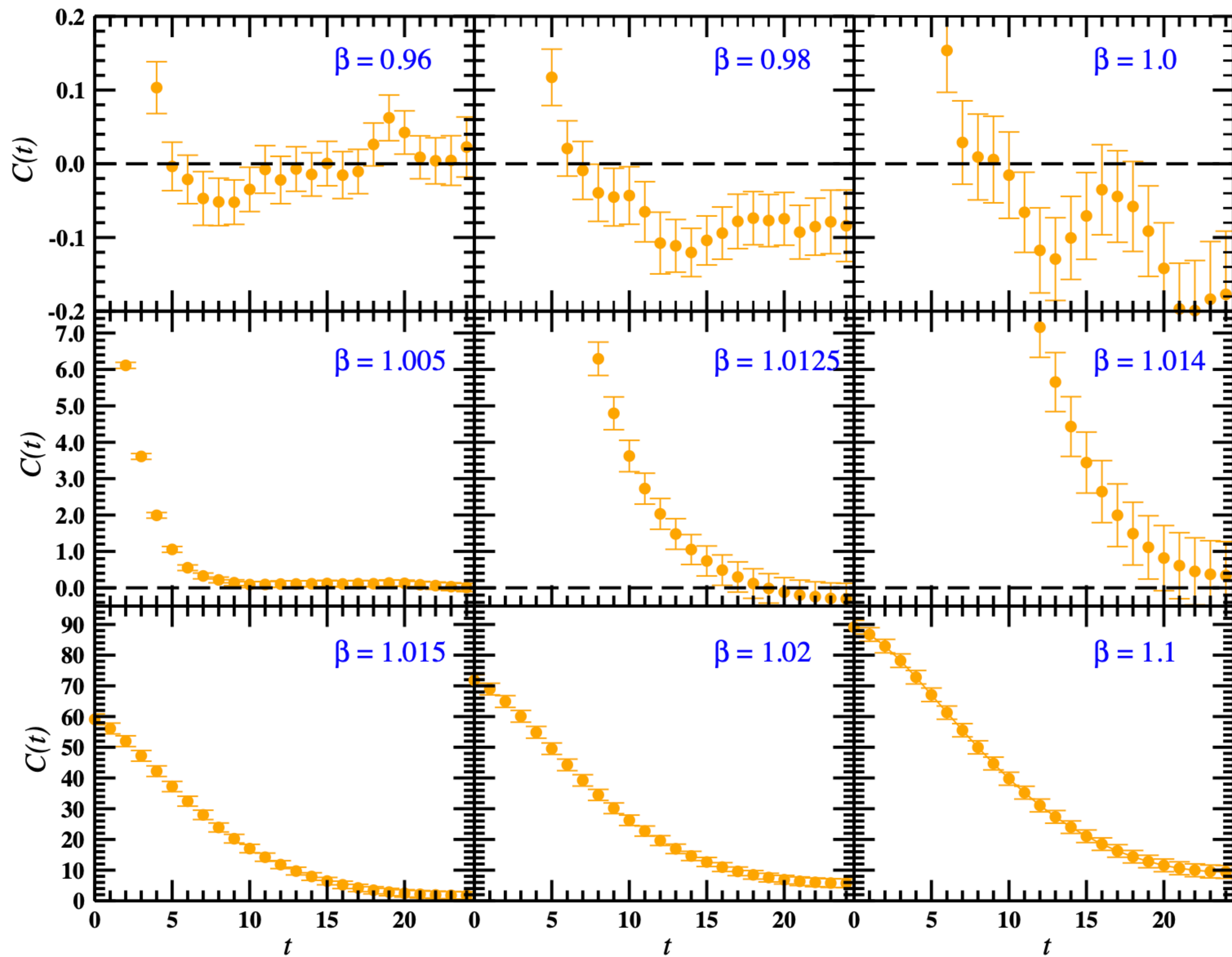
Tetraquarks

Que história é essa do confinamento ?

QED: electrões, electrões, electrões

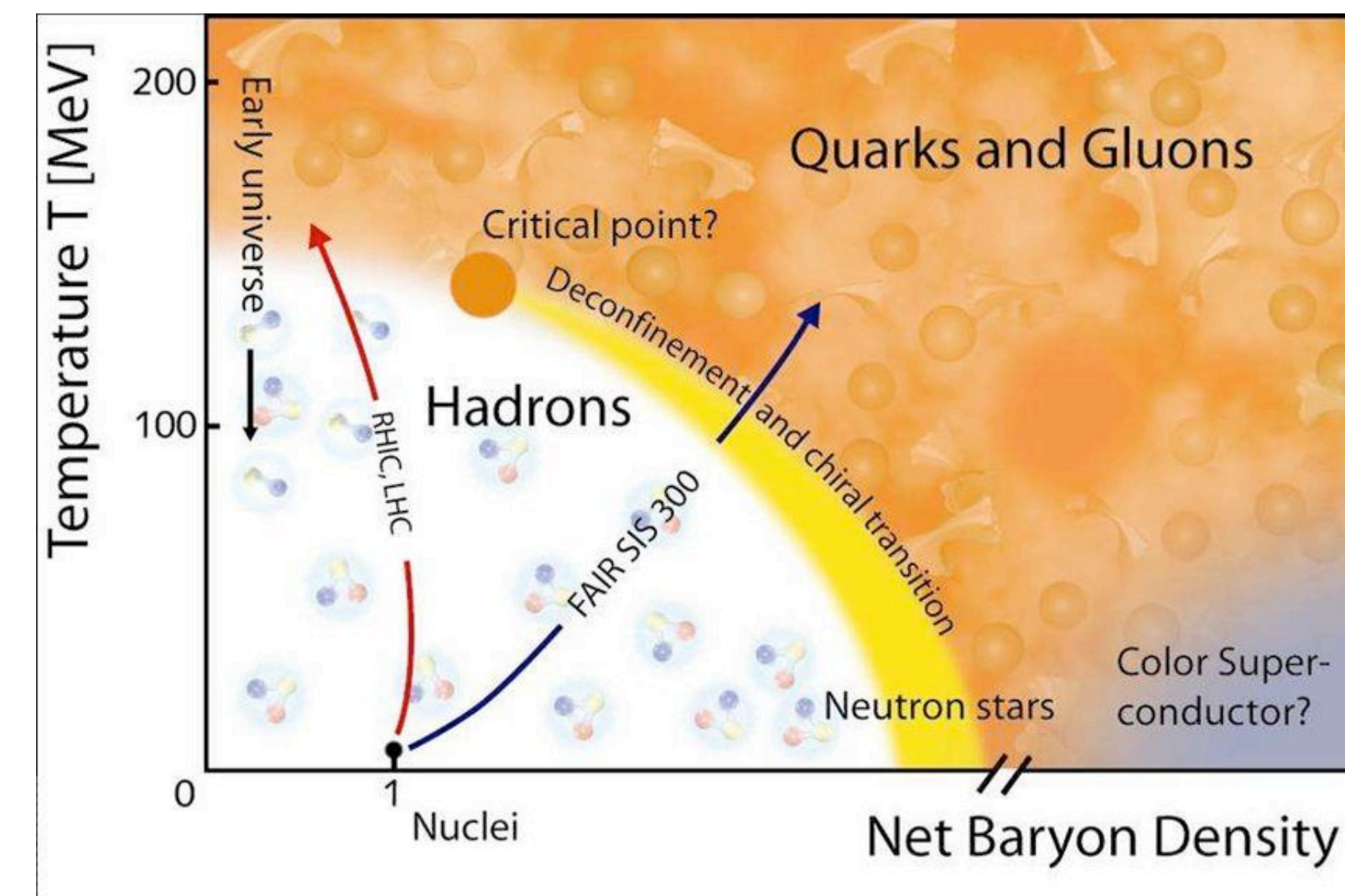
Entanglement e como se manifesta na Electrodinâmica Quântica





Estrelas de Neutrões

- Têm ~12km de raio e a massa de 1-2 M_{Sol}
- O seu período de rotação é ~0.001 - 10 s
- No seu interior as condições de densidade e temperatura não se atingem no laboratório
- São constituídas por neutrões, prótons, elétrons, múons, e possivelmente hiperões, kaões, píões ou matéria de quarks no centro das de maior massa.
- São um laboratório de física nuclear e de partículas!
- Quando duas estrelas colidem emitem ondas gravitacionais que nos dão informação sobre a sua constituição



Estrelas de Neutrões

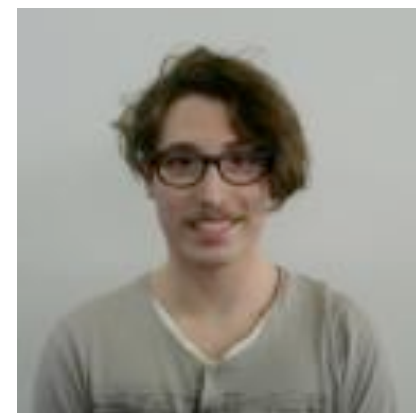
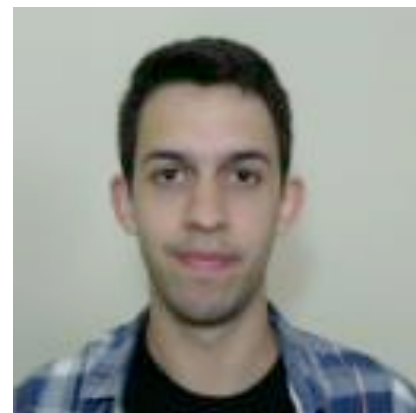


Investigadores: Márcio Ferreira, Tuhin Malik, Helena Pais, Constança Providência, Violetta Sagun, Renan Pereira

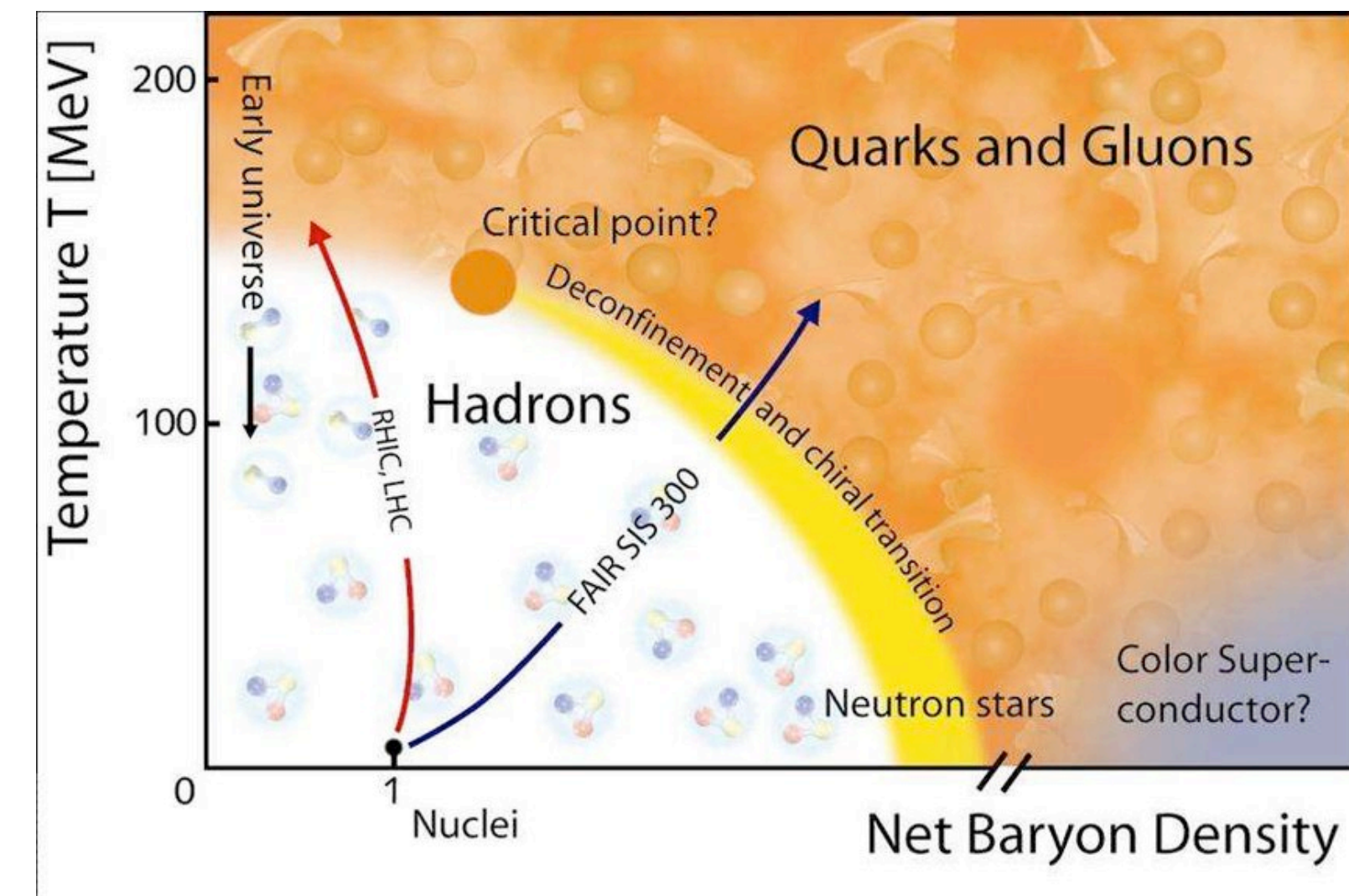
Alunos de doutoramento: Edoardo Giangrandi, Luigi Scurto, Milena Bastos, Tiago Custódio.



Alunos Mestrado/Licenciatura: Valéria Carvalho, Felipe demígio, Afonso Ávila, João Cartaxo



DF - 12 Setembro - Receção Alunos 2023-24



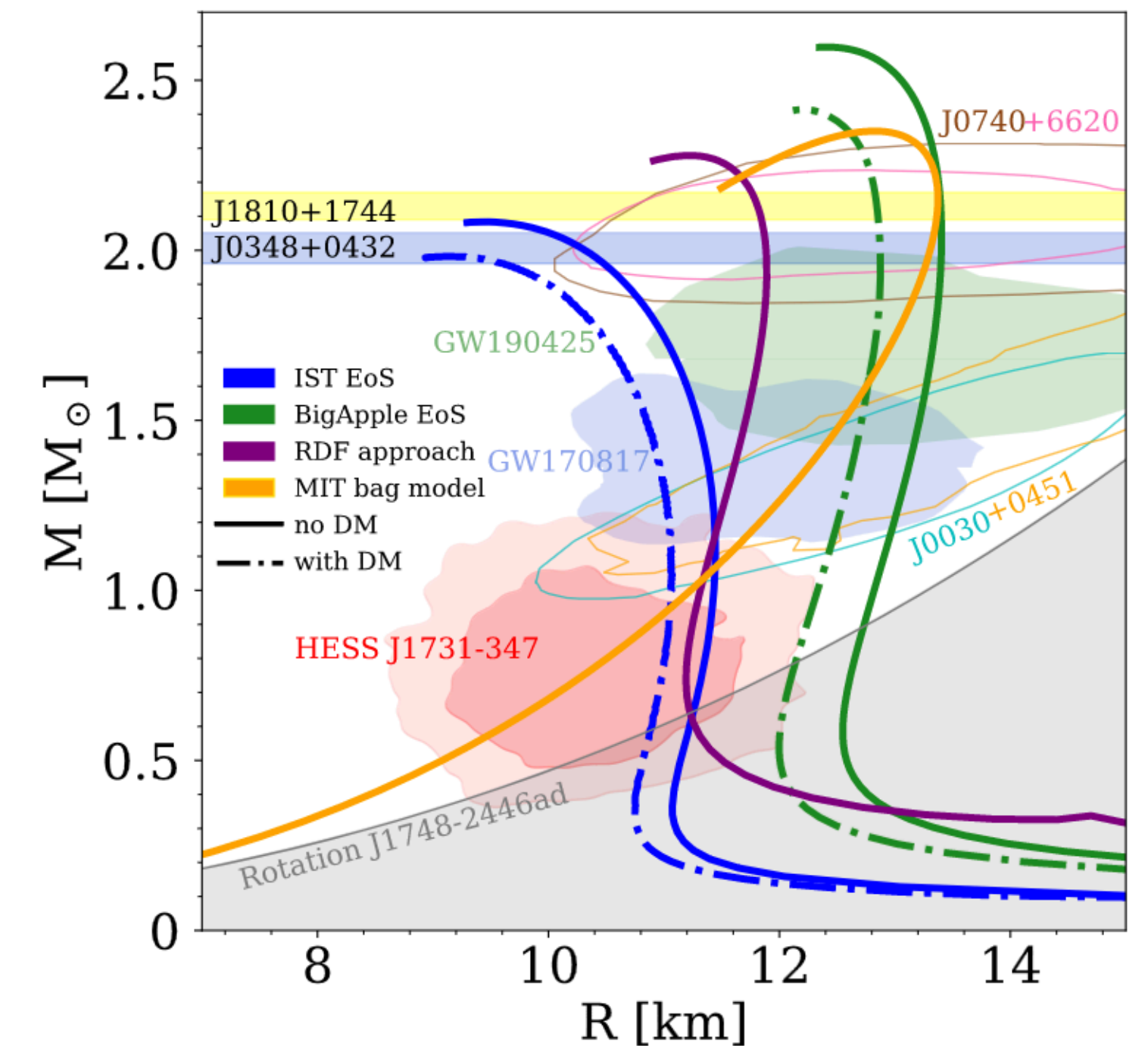
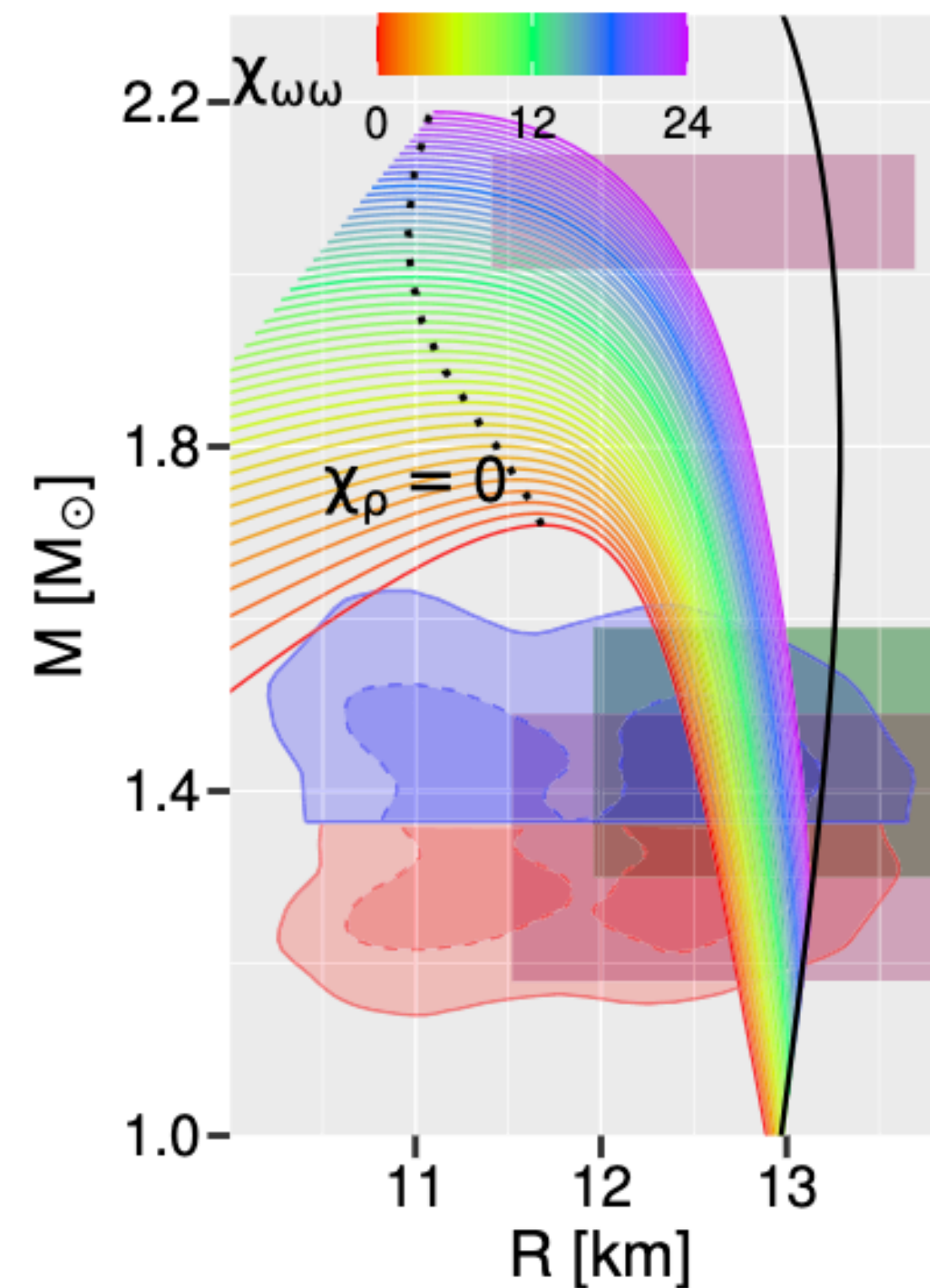
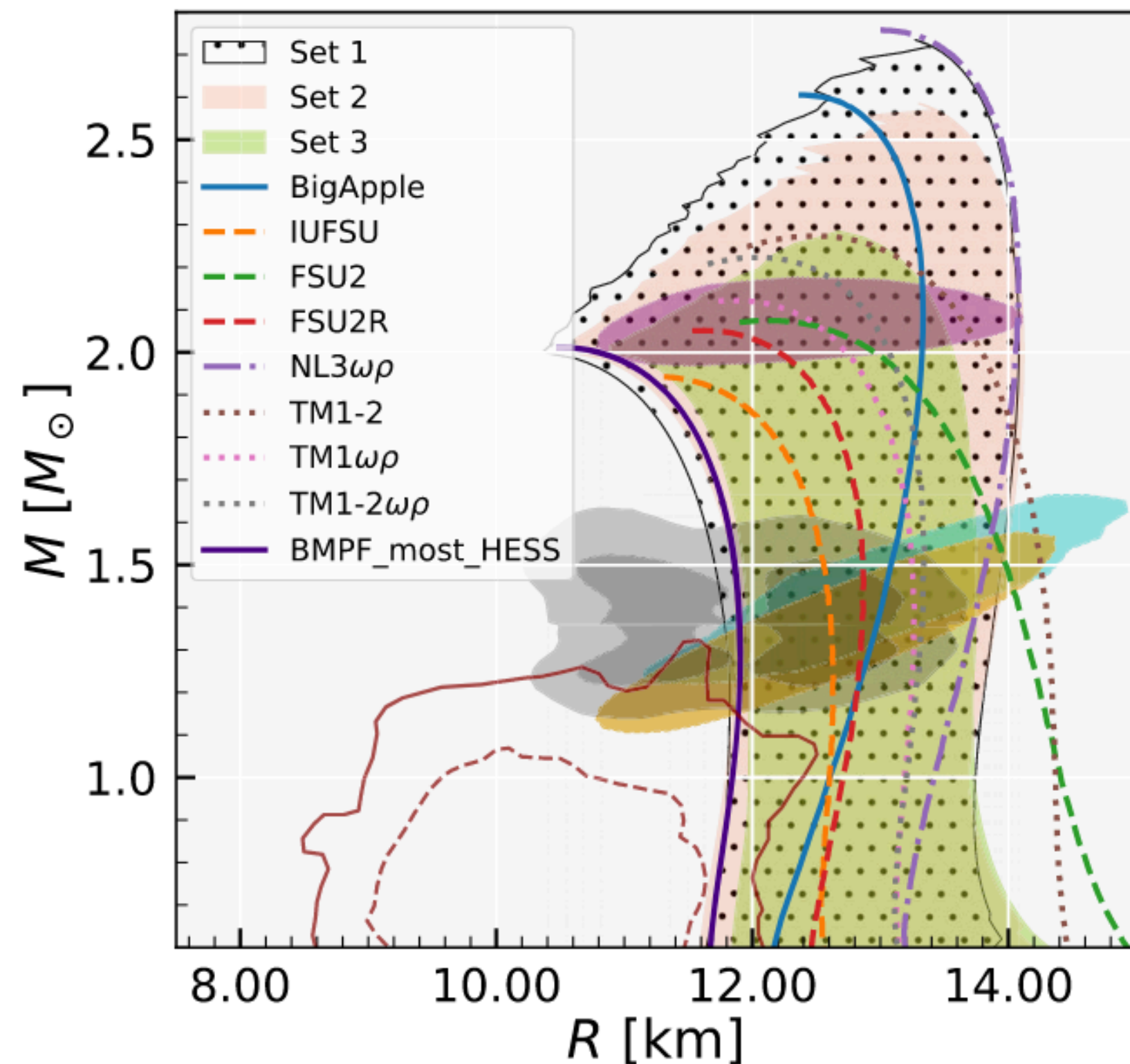
O que investigamos?

Procuramos respostas para as seguintes perguntas, entre outras,

- é possível determinar a equação de estado da matéria densa bariônica conhecida a massa e o raio das estrelas de neutrões?

- o que poderá ser a assinatura da presença de quarks desconfiados no interior da estrela?

- de que modo a presença de matéria escura dentro de uma estrela de neutrões altera as suas propriedades?



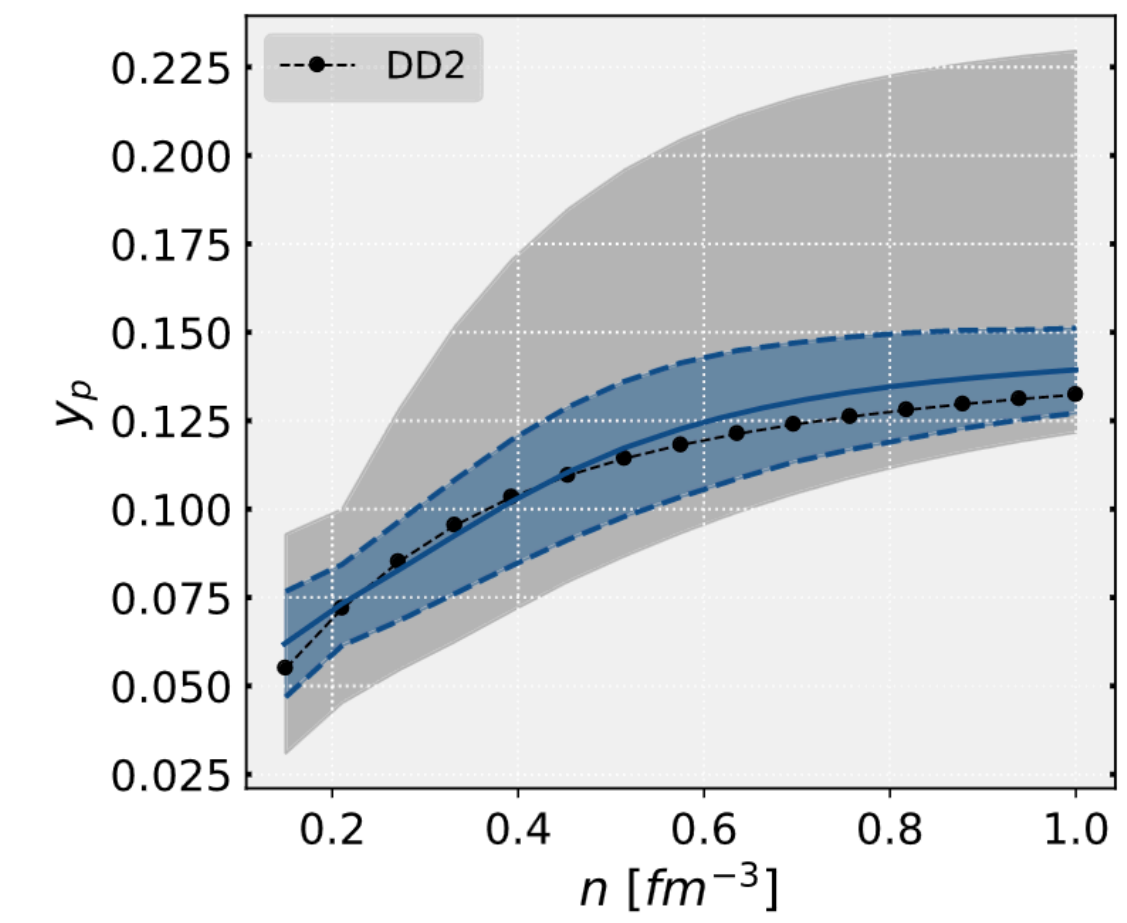
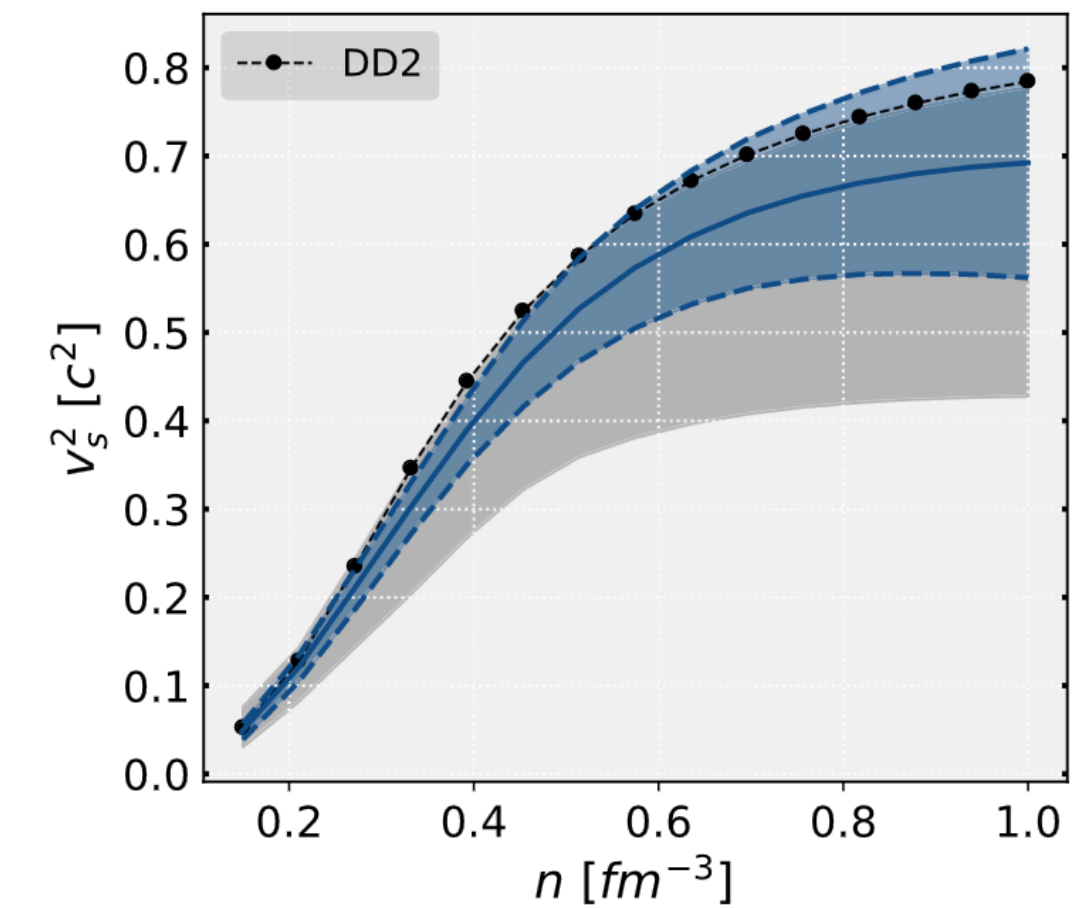
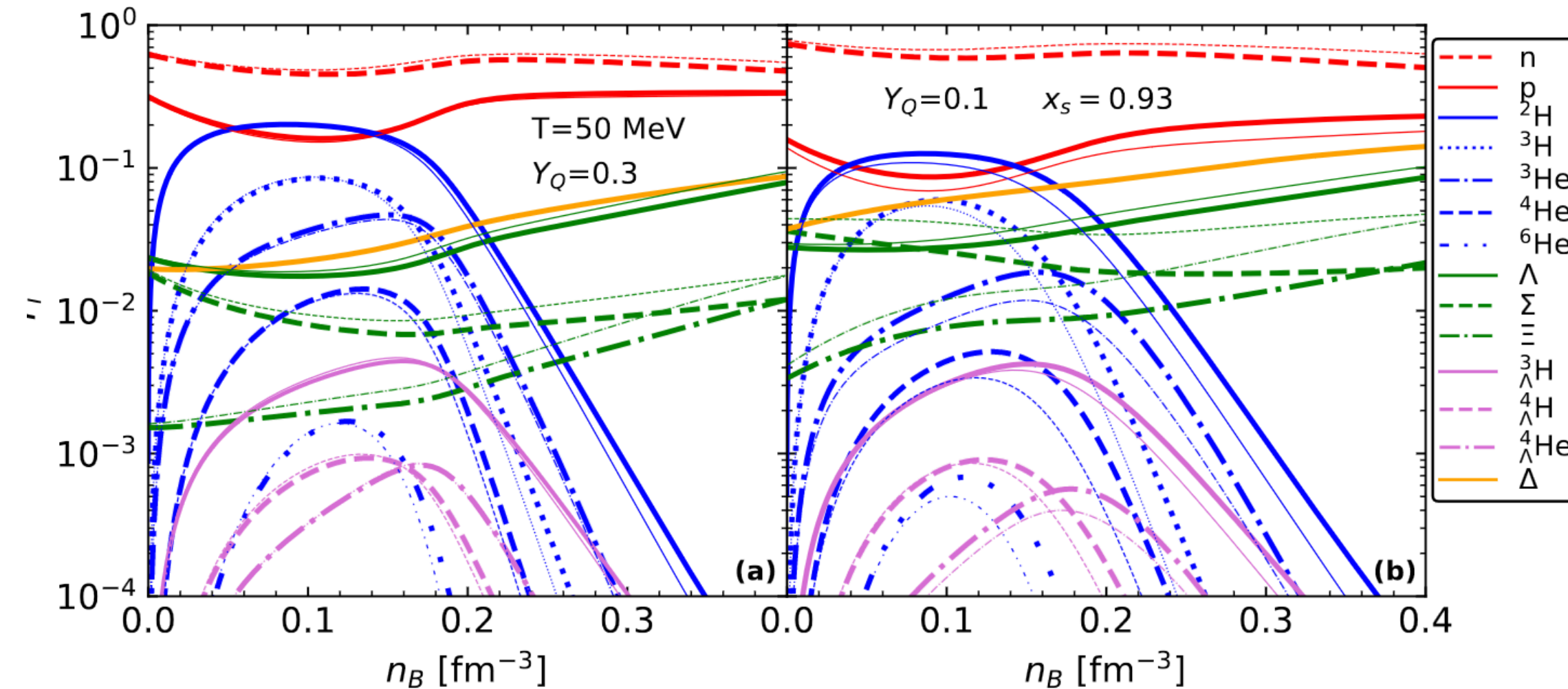
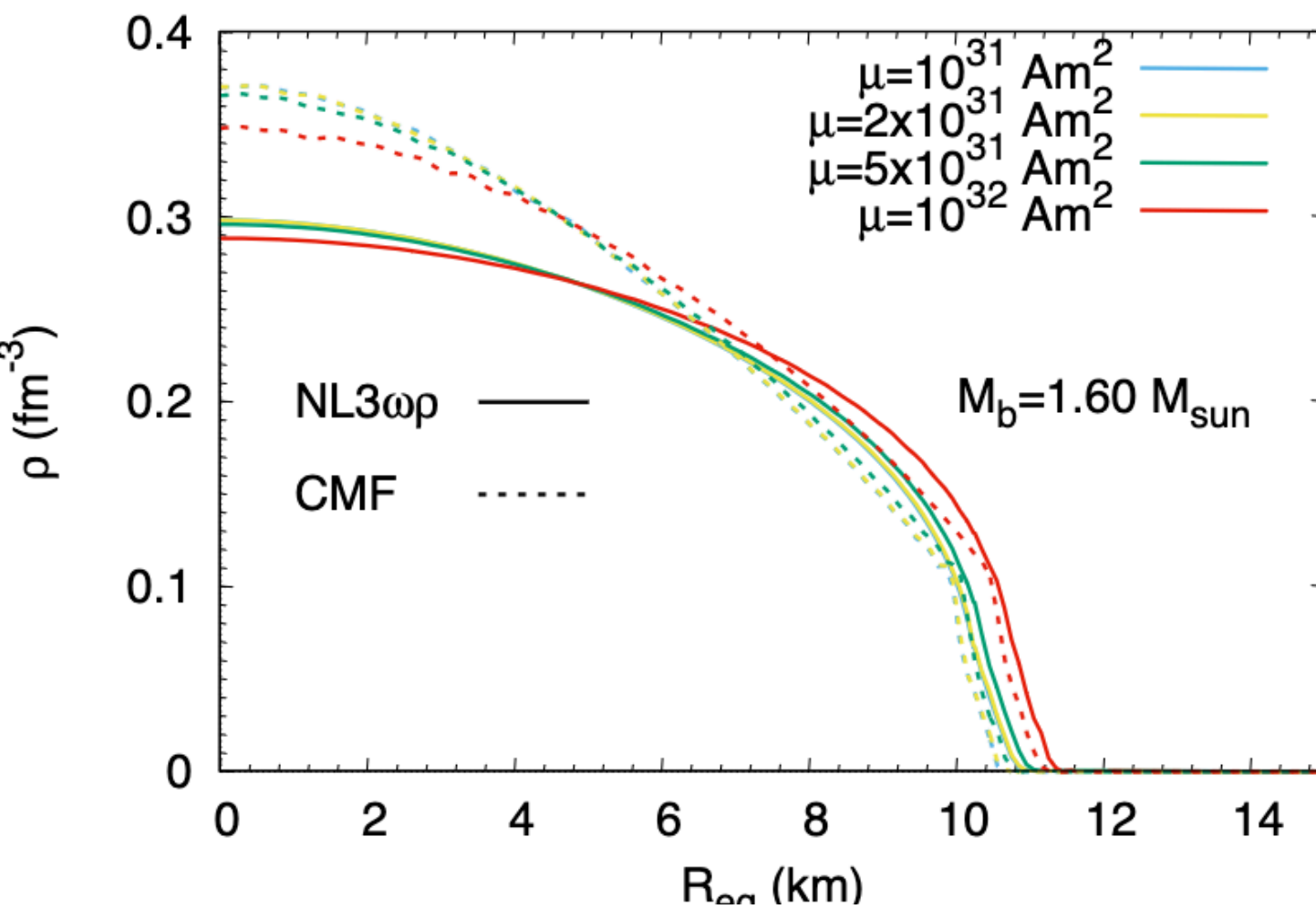
O que investigamos?

Procuramos respostas para as seguintes perguntas, entre outras,

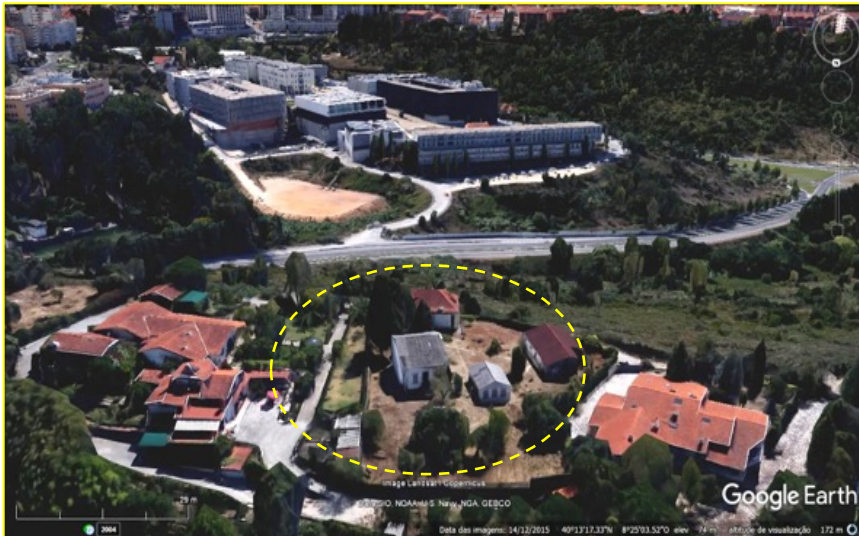
- qual o efeito de campos magnéticos muito fortes nas propriedades das estrelas de nêutrons?

- como descrever a matéria pouco densa e quente formada por agregados leves e pesados de nucleões? Qual é o efeito de presença de bárions pesados como hiperões e deltas? Hipernúcleos?

- como posso usar métodos estatísticos como análise Bayesiana ou métodos de Machine Learning para restringir os parâmetros do modelo ou determinar propriedades nucleares conhecidas as observações?

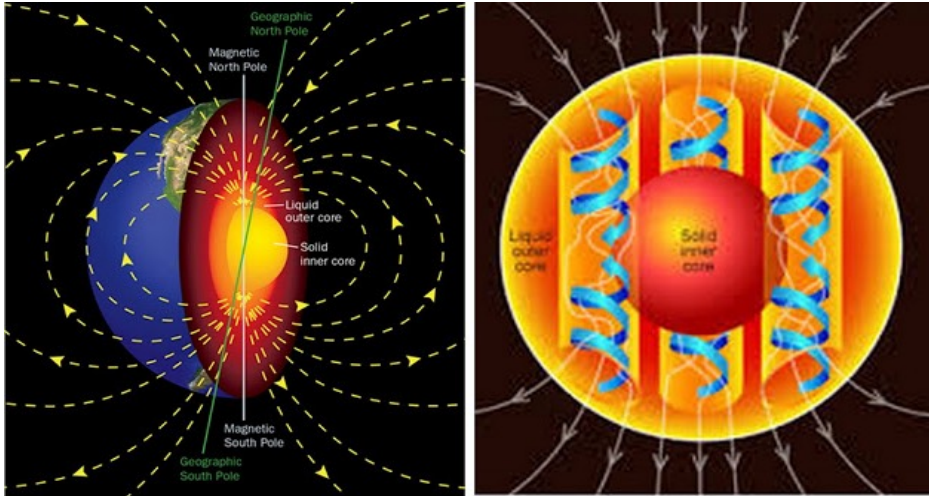


Studying planetary magnetic field variations



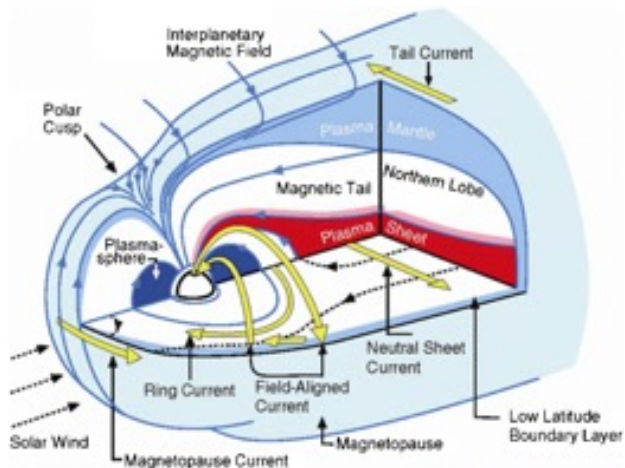
- data: magnetic observatory of Coimbra; the worldwide network of magnetic observatories; Earth observation satellites;
- long-term evolution: the geodynamo;
- short-term variation: magnetospheric and ionospheric current systems; space weather

Long term variations → planetary interior dynamics



- magnetic field models of the Earth, but also... Mercury (MESSENGER), Jupiter (Juno),...
- inversion of secular variation for Earth's core flows;
- South Atlantic Anomaly (time drift, geometry, origin,...)

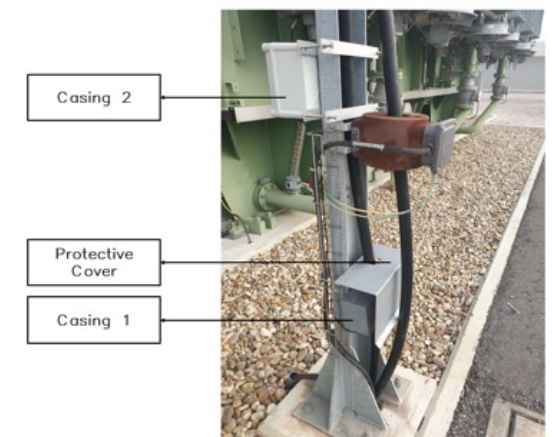
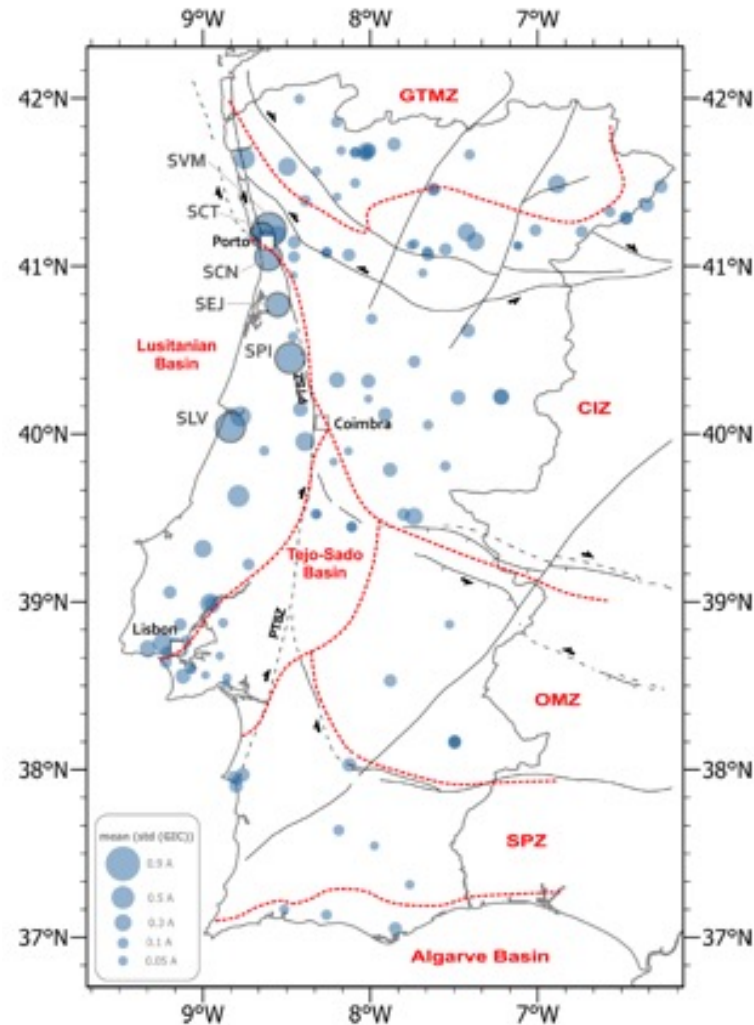
Short term variations → solar-earth interaction



- magnetospheric & ionospheric current systems;
- geomagnetically induced currents: power energy transportation, pipelines,...;
- space weather proxies for monitorization and forecasting

Geomagnetically induced currents: a space weather hazard

- studying the geomagnetic storm signal;
- computing the conductivity model of the local underground;
- building precise circuit models;
- computing and measuring GICs



Team



M.A. Pais



F. Pinheiro



J. Alves Ribeiro



J. Cardoso



R. Santos



P. Ribeiro



C. Francisco



J. Fernandes



Collaborations

- Laboratoire de planétologie et géosciences de Nantes
- Ramon Llull University
- University of Barcelona
- University of Alcalá
- Grenoble Alpes University
- Institut de Physique du Globe de Paris
- European Space Agency
- Observatório Nacional do Brasil
- British Geological Survey
- Redes Energéticas Nacionais
- Instituto Dom Luiz
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera

i-Astro

Instrumentation for astrophysics

Ongoing mission proposals

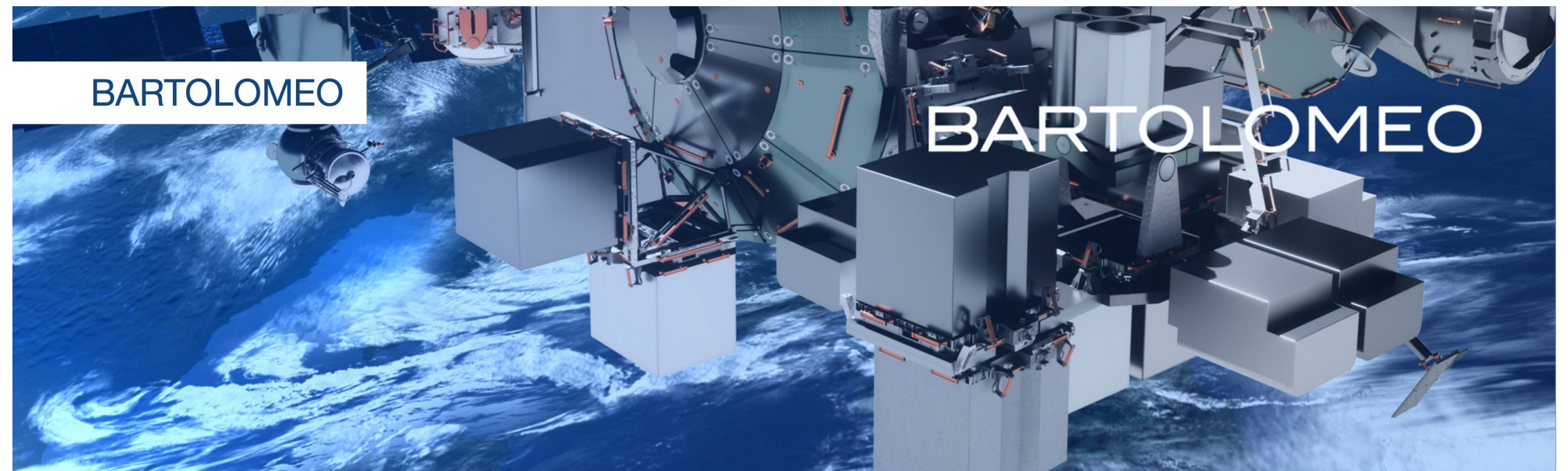
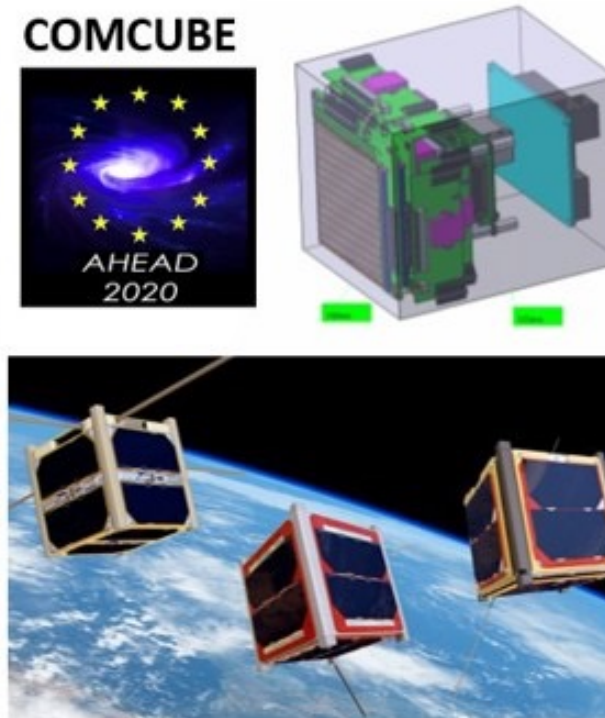
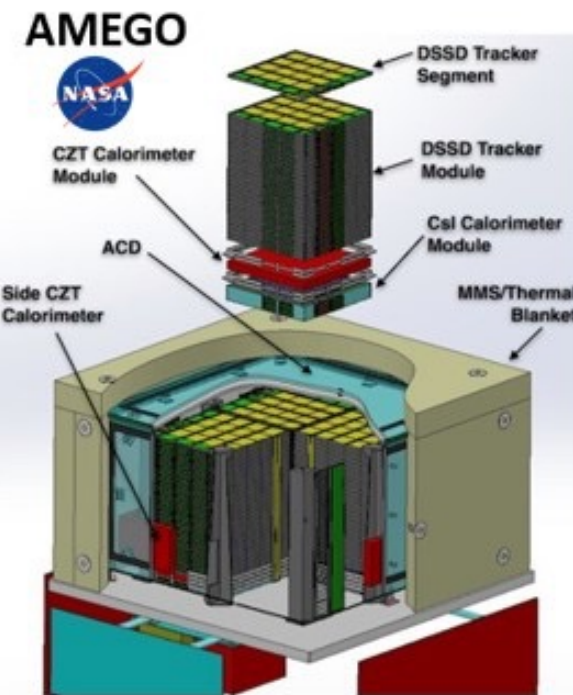
- AMEGO with NASA
- COMCUBE EU H2020

ESA BEXUS Programme

- STRATOSPOLCA Launched on 2021

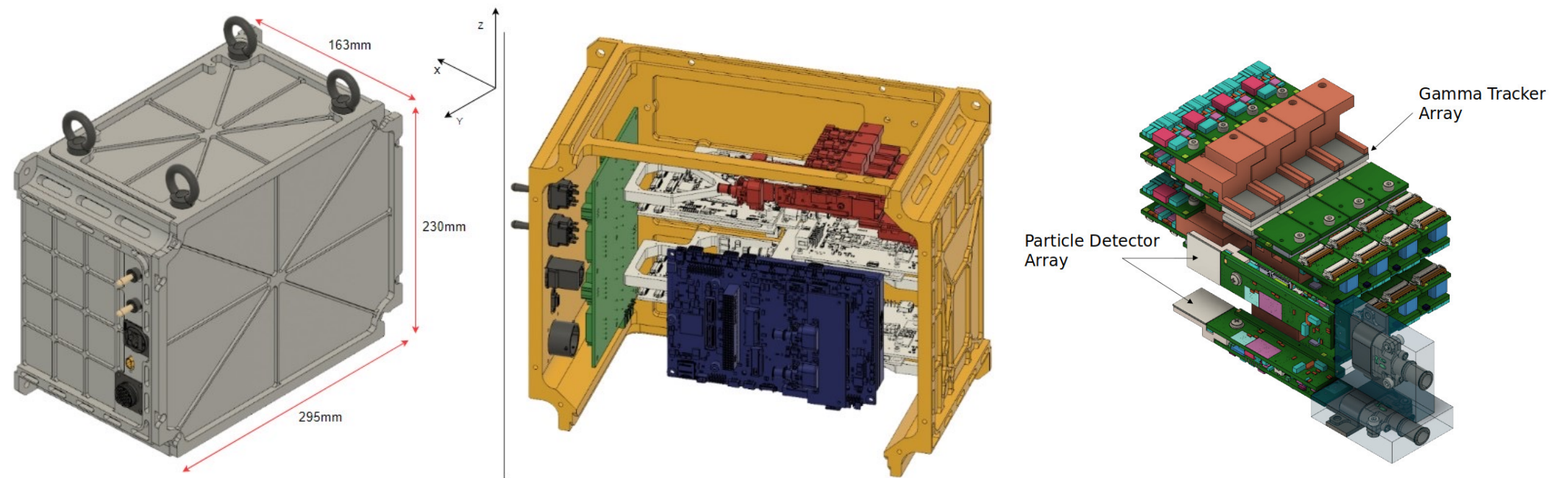
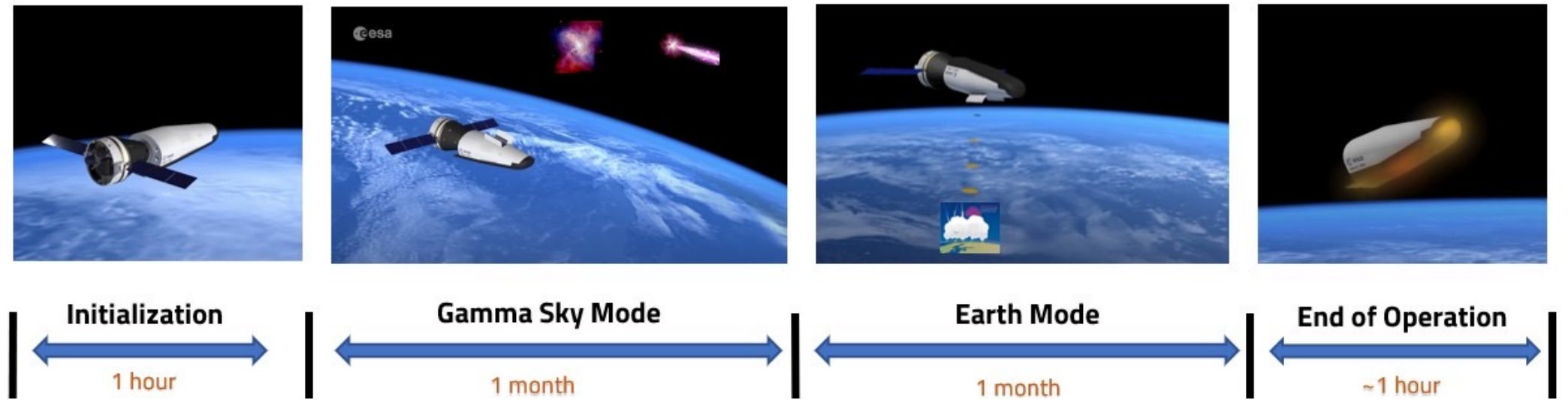
ESA Material Ageing Programme

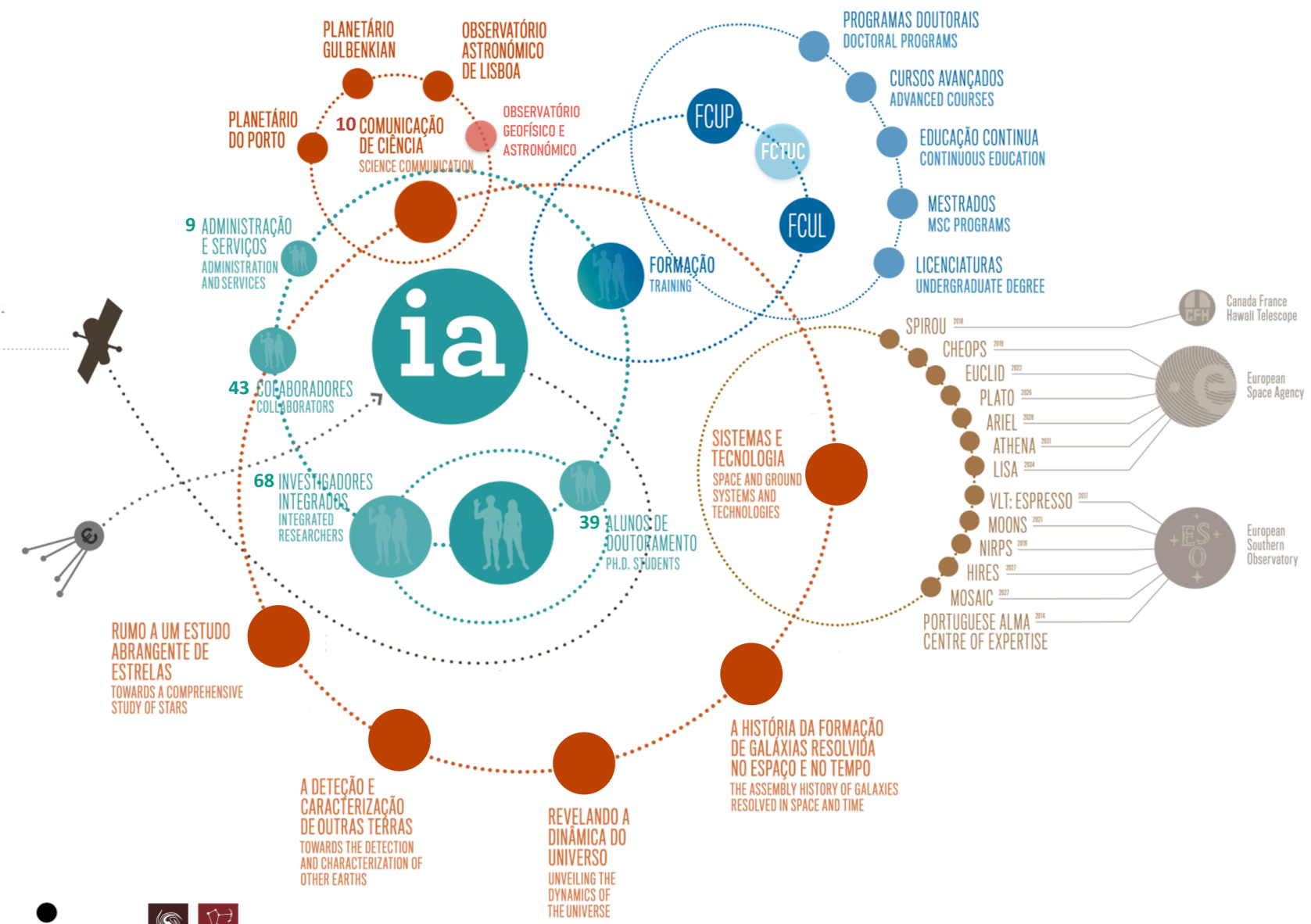
- ISS Bartolomeo Experiment. Orbital Radiation Damage on CdTe. Launch in 2024



TGF Monitor onboard the Space Rider. Launch 2025

- High-energy Astrophysics Instrumentation
 1. Radiation ageing/hardness;
 2. Astrophysical measurements: Crab Nebula and GRB
- TGF Science and Aviation Safety:
 3. TGF monitor validation;





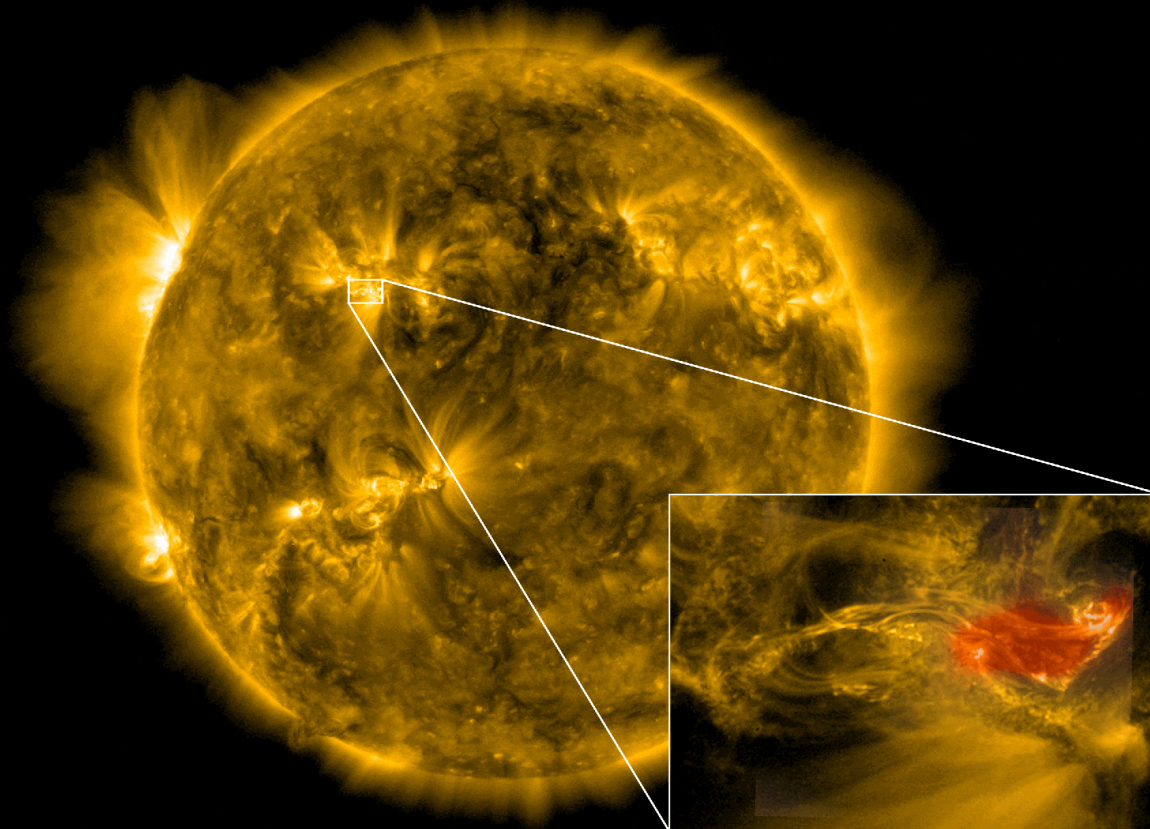
MISSÃO E VISÃO

O Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA) tem por missão fomentar investigação com o mais elevado impacto em astrofísica e ciências do espaço e apoiar o ensino e a formação de jovens investigadores e estudantes em estreita colaboração com as Universidades de Lisboa, de Coimbra e do Porto.

Temos como visão alcançar a liderança internacional em áreas chave da astrofísica e das ciências do espaço aproveitando ao máximo o potencial criado pela participação nacional na Agência Espacial Europeia (ESA) e no Observatório Europeu do Sul (ESO).

O nodo do IA na UC, está afeto à FCTUC, com sede no Observatório Geofísico e Astronómico, juntando investigadores do DF e do DCT.

Participação em projetos internacionais



EUI/FSI 174 Å

EUI/HRI 174 Å
STIX 5-9 keV
STIX 16-50 keV

SOLAR ORBITER



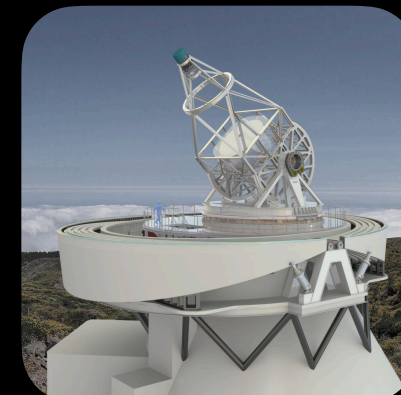
SUNRISE III



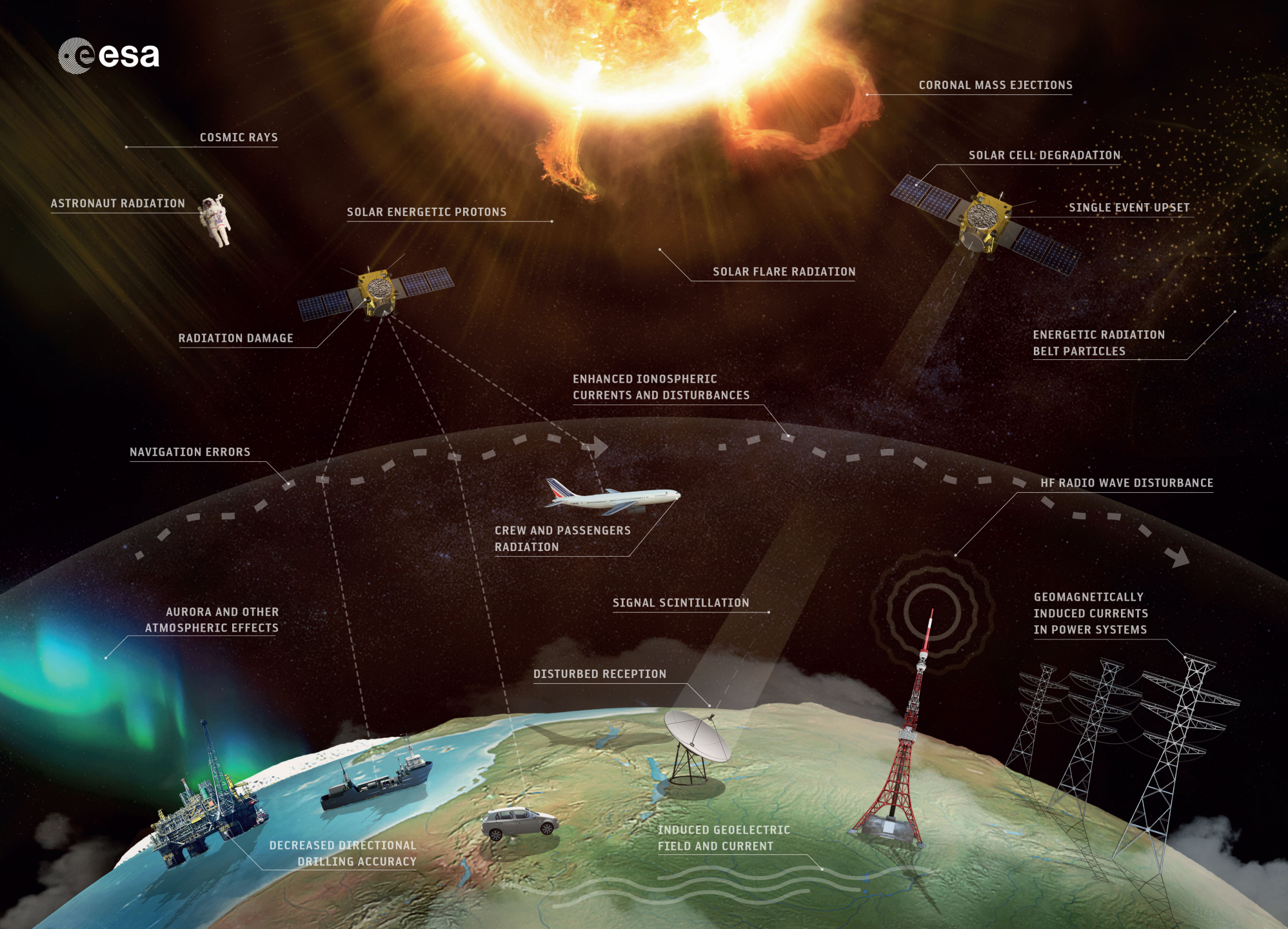
DKIST



EST

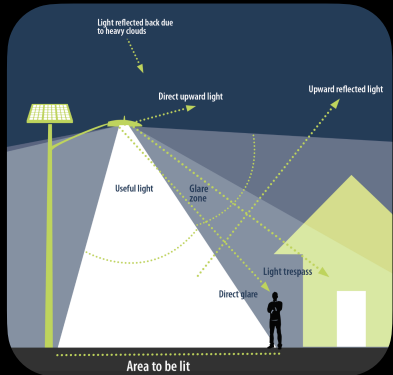


Física Solar: Previsão de tempestades solares, estudo da irradiação solar, da atmosfera solar e inteligência artificial aplicada ao estudo do Sol.



Space Weather: Meteorologia Espacial, i.e., estudo, modelização e previsão das condições físicas e da fenomenologia dos ambientes espaciais naturais e seus efeitos sobre os sistemas biológicos e tecnológicos

Poluição Luminosa:
Alteração
antropogénica da
luminosidade natural
à noite, modelos de
propagação da luz
artificial na
atmosfera,
monitorização do
brilho do céu
noturno.

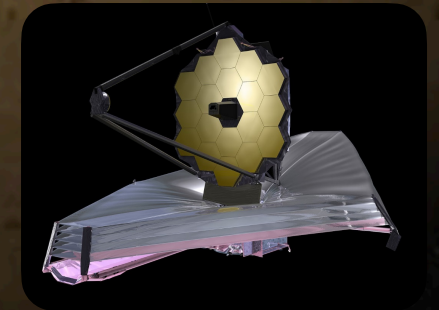


Ciências Planetárias: Estudo das propriedades, da alteração e da erosão, de Objetos da Cintura de Kuiper, Centauros, Troianos, cometas e asteroides.

Co-OSSOS



Webb/DiSCo-TNOs





Lixo Espacial:
Todo o objecto em órbita que
já não serve um propósito útil.



Projeto co-financiado pela ESA



3 Doutoramentos em curso na FCTUC

7 Mestrados em curso na FCTUC

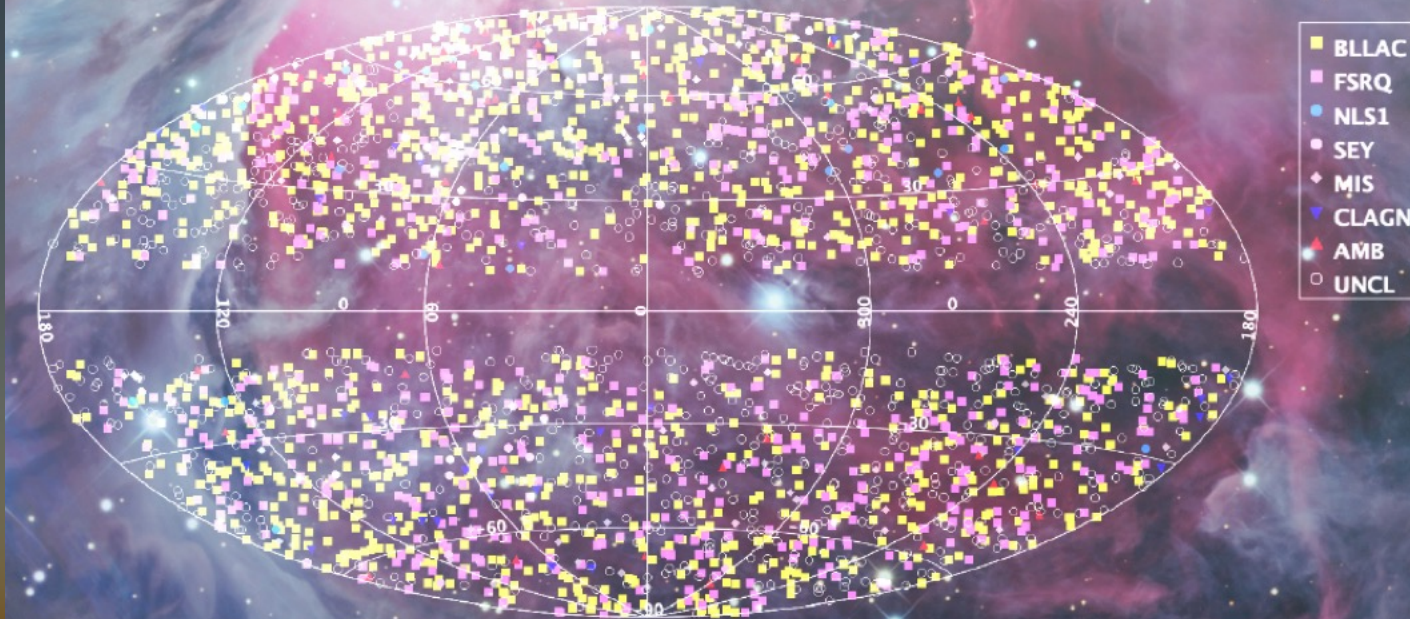
Astrophysics @ CFisuC

- Radio-Astronomy and AGNs
- Space Surveillance and Tracking
- Detection of Exoplanets
- Dynamics of stars and planetary systems
- Computational Astrophysics

The logo for the South African Radio Astronomy Observatory (SKAO), featuring the letters 'SKAO' in a bold, blue font with a stylized starburst graphic behind the 'A'.The logo for the European Southern Observatory (ESO), featuring the letters 'ESO' in a white, serif font on a blue background, surrounded by several white stars.The NASA logo, featuring the word 'NASA' in white, sans-serif font on a blue circular background, with a red swoosh and a white orbital path.The logo for the European Space Agency (ESA), featuring a stylized 'e' in a dark blue circle followed by the letters 'esa' in a dark blue, sans-serif font.The logo for the Laboratory for Advanced Computing (LCA), featuring a blue geometric shape above the letters 'LCA' in a stylized font, with 'L' in blue, 'C' in green, and 'A' in yellow.

Laboratory for
Advanced Computing

Universe 2022, 8(11), 587



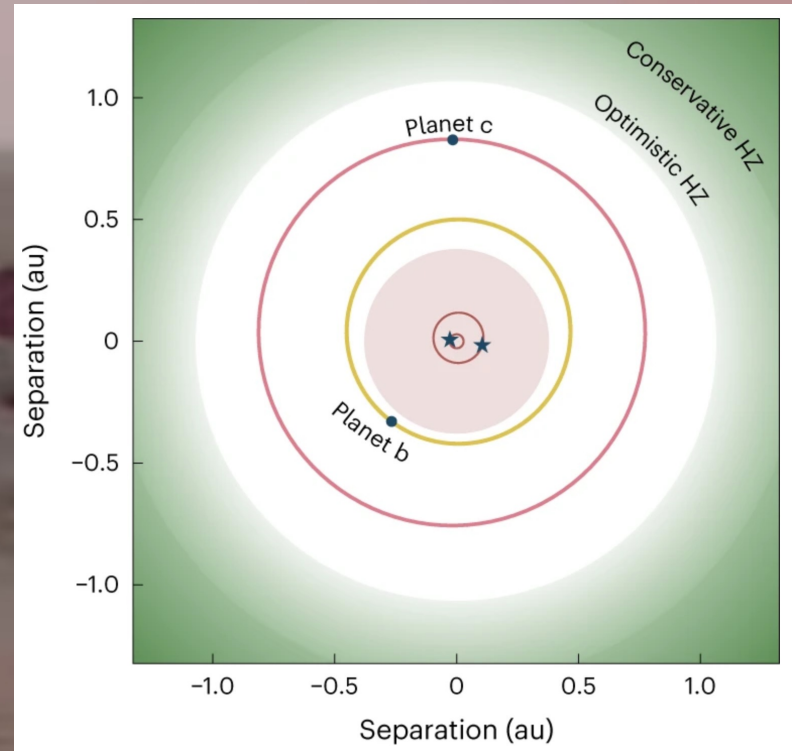
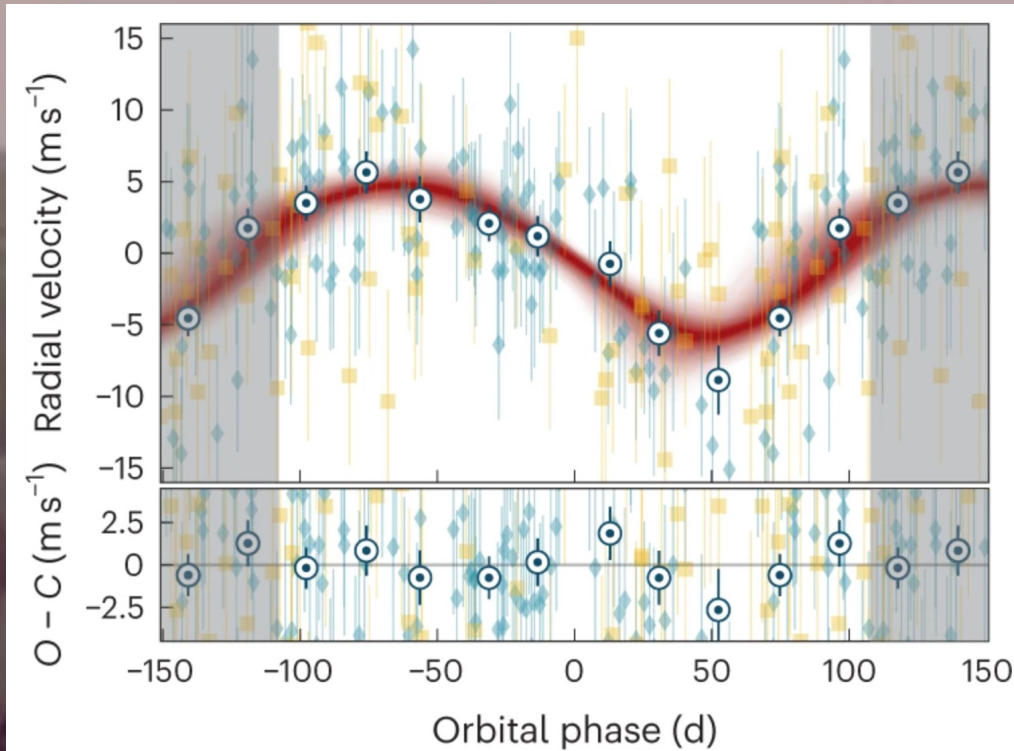
The largest sample of AGNs Gamma-Ray jets

Active Galactic Nuclei (AGNs)

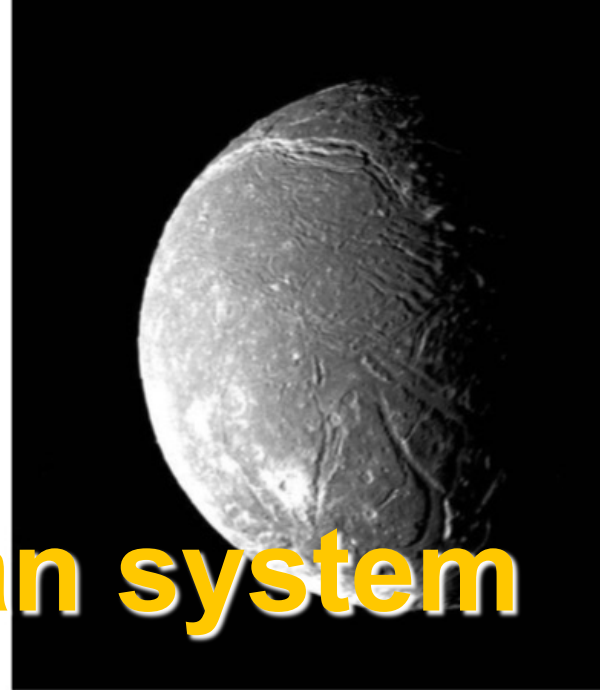
They are among the best tools to investigate the formation and evolution of the Universe

Detection of Exoplanets

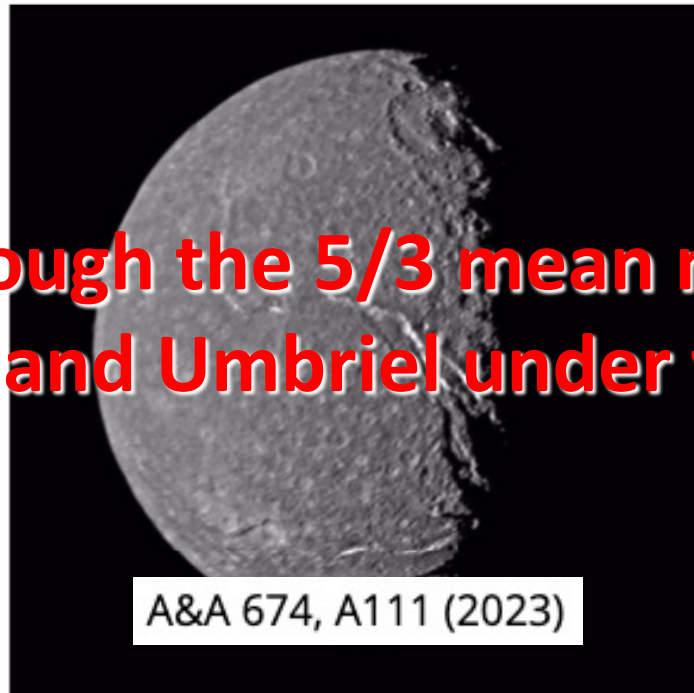
Discovery of the system BEBOP-1 (Tatooine - kind)



[Nature Astronomy](#) **7**, 702–714 (2023)



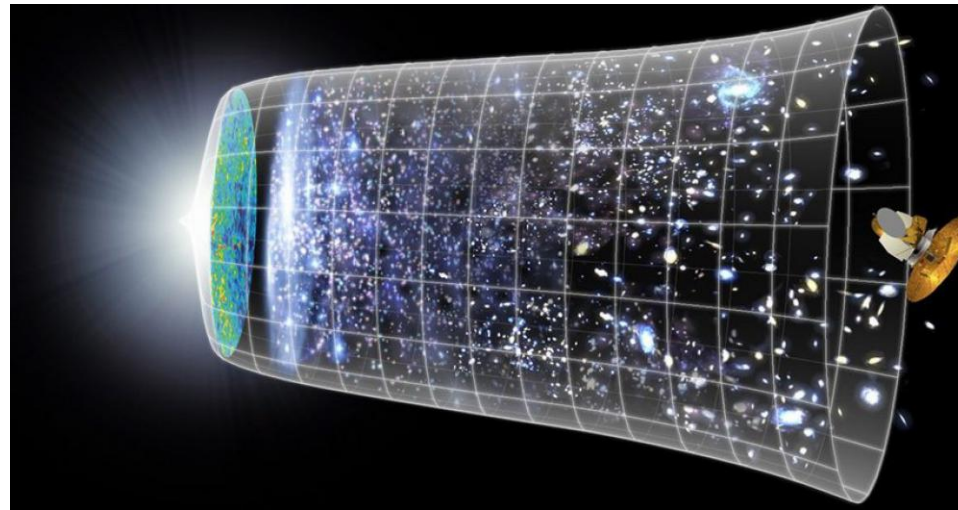
Dynamics of the Uranian system



The passage through the $5/3$ mean motion resonance between Ariel and Umbriel under tidal dissipation

A&A 674, A111 (2023)

Cosmologia@UC



João G. Rosa

Prof. Associado¹ (Dep. Física & CFisUC)

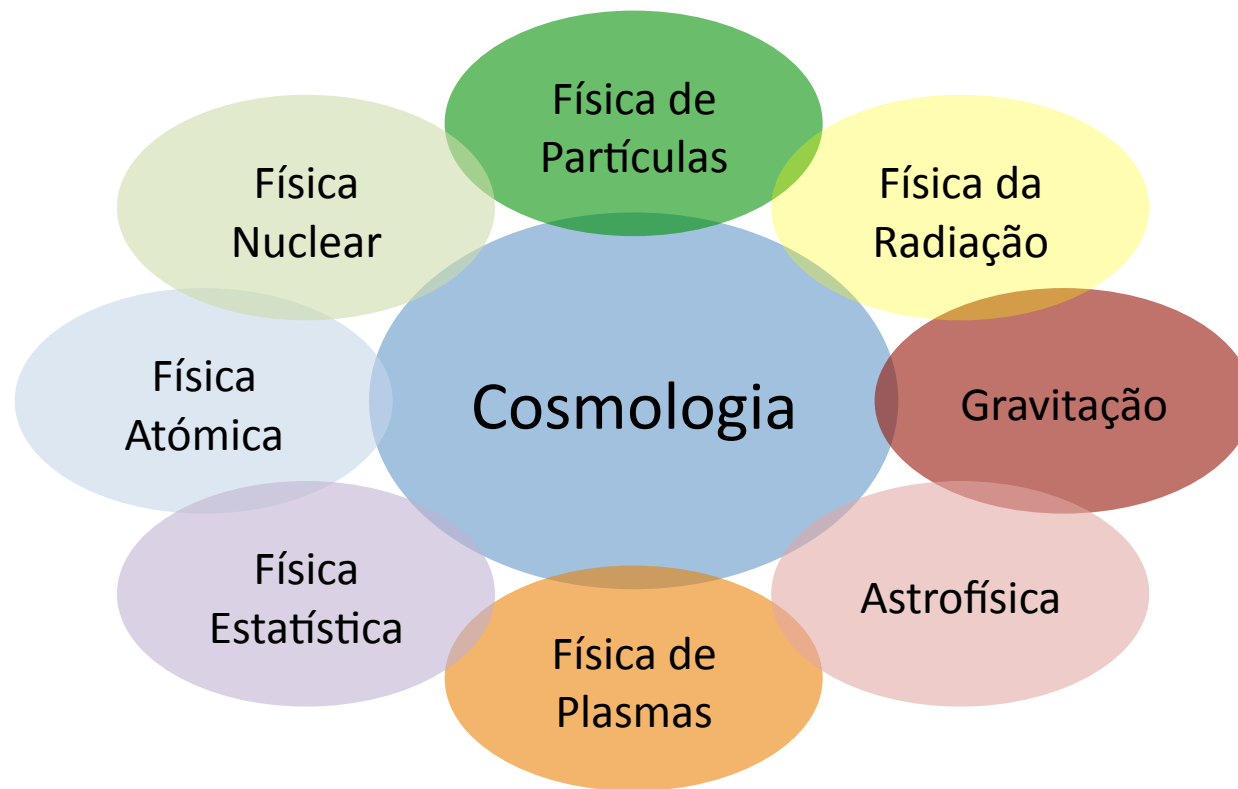
jgrosa@uc.pt

¹ Disciplinas Mestrado em Física:

- Relatividade Geral e Cosmologia
- Transições de Fase e Teoria de Grupos

Cosmologia:

Estudo do Universo em larga escala, dos seus constituintes e da sua evolução dinâmica, desde o “Big Bang” até aos dias de hoje.

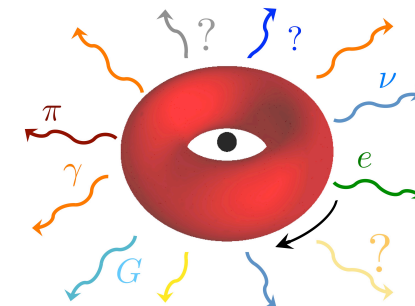
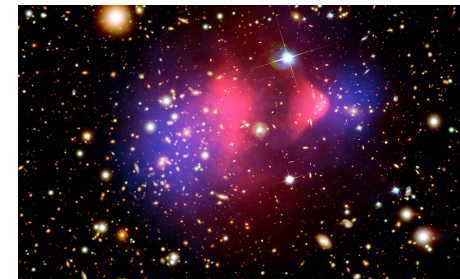
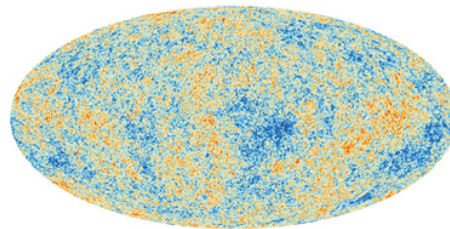


Cosmologia@UC

- desenvolvimento de modelos teóricos
- comparação com dados observacionais & experimentais
- ligação física de partículas \leftrightarrow gravitação \leftrightarrow cosmologia

Principais linhas temáticas

- Matéria escura
Projeto “Exploring the darkest side of dark matter”
(FCT-CERN+ U. Porto)
- Energia escura
- Inflação
- Bariogénese
- Buracos negros (primordiais)
- Ondas gravitacionais



Investigadores Doutorados



João Rosa
Prof. Associado



Ricardo Ferreira
Investigador Auxiliar



Catarina Cosme
Investigadora Júnior



Jacob Litterer
Bolseiro Pós-doc

Estudantes Doutoramento



Marco Calzà



Paulo Ferraz



Nuno Branco



Daniel Neves
(BI)



Diogo Gorgulho
(BI)



Inês Sequeira



Miguel Faria

+ Colaborações internacionais:

Brasil, Canadá, Espanha, EUA, Reino Unido, Suécia...



@Grupo de Astrofísica e Cosmologia