



Projecto em Física - 2011/2012

PF1	Reproduzindo avalanches em laboratório
área científica	Física da Matéria Condensada
Responsável pelo projecto	Nuno Silvestre e Pedro G. Lind
Unidade de I&D	Centro de Física Teórica e Computacional da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	Departamento de Física, FCUL/Instituto Interdisciplinar da UL

Vários dos fenómenos físicos estudados por Coulomb, Reynolds e Faraday são hoje, devido às suas contribuições, bem compreendidos e leccionados num curso de Física. Outros fenómenos permaneceram no entanto misteriosos até a actualidade. Muitos deles situam-se na área da matéria granular, i.e., dos materiais compostos de grãos. Materiais granulares são muito comuns no nosso dia-a-dia e o desenvolvimento de materiais na indústria exige uma melhor compreensão dos fenómenos observados neste tipo de sistemas.

Um conjunto significativamente grande de grãos pode ser empilhado, formando uma pilha de areia em repouso. Todavia, adicionando mais e mais grãos de areia levará a ocorrência de avalanches ao longo da pilha, onde um aglomerado de grãos escoar ao longo da pilha até um estado (novo) de repouso. Devido a contribuições científicas muito recentes, na década de 1980, é hoje possível compreender um pouco melhor este estado crítico de uma pilha de areia, intermitente entre um estado “sólido” de repouso e um estado “líquido” com ocorrência de avalanches. Este estado, denominado de “criticalidade auto-organizada” subjaz a uma série de fenómenos, desde a ocorrência de terremotos até à evolução do mercado financeiro mundial, e algumas experiências podem ser feitas em laboratório para entender as propriedades determinantes de que as avalanches dependem.

Neste projecto pretende-se montar e fazer uma série de experiências laboratoriais, com os recursos logísticos actualmente existentes no Departamento de Física, para entender e investigar alguns aspectos de fenómenos críticos em matéria granular.



PF2	Medidas de Risco: Do Clima da Terra aos Mercados Financeiros
área científica	Física da Matéria Condensada
Responsável pelo projecto	Frank Raischel e Pedro G. Lind
Unidade de I&D	Centro de Física Teórica e Computacional da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	Instituto Interdisciplinar da UL

Enquanto conceito, o Risco encerra um juízo de valor sobre a imprevisibilidade de um evento que pretendemos ver acontecer: é *arriscado* construir expectativas sobre um evento que só muito grosseiramente conseguimos prever se ocorrerá ou não. E para estudar o Risco como propriedade de um sistema é necessário uma medida de Risco. Medidas de Risco existem nos mais variados contextos desde as teorias económicas até aos cenários futuros do clima na Terra. A Física Estatística apresentou-se nas últimas décadas como uma área promissora na análise e estudo de medidas de Risco dos mais variados sistemas, recorrendo a uma descrição matemática que compreende a evolução do sistema com duas componentes: uma componente estritamente determinística, que descreve como evolui no tempo o valor característico da propriedade, e outra componente que descreve como evoluem as flutuações estatísticas em torno desse valor característico. Conhecendo ambas estas componentes pode-se em várias situações medir o Risco, ou incerteza, associado a uma determinada previsão, algumas das coisas serão aqui abordadas.

Este projecto compreende uma parte teórica, com trabalho analítico e a sua implementação computacional, e uma parte prática onde se usam séries de dados de sistemas reais.



FACULDADE · DE · CIÊNCIAS | UNIVERSIDADE · DE · LISBOA

Projecto em Física - 2011/2012

PF3	Da condensação de Bose-Einstein à água líquida
área científica	Física Estatística/Matéria Mole
Responsável pelo projecto	Margarida Telo da Gama margarid@cii.fc.ul.pt
Unidade de I&D	Centro de Física Teórica e Computacional da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	Instituto Interdisciplinar da UL

Bosões ideais e certos polímeros têm a mesma função de partição, e condensam na ausência de interações. Esta transição pouco usual, conhecida por BEC, é caracterizada pela saturação da distribuição de partículas na fase diluída. Como difere esta transição da condensação de um vapor saturado?

Neste projecto analisamos os mecanismos do BEC e da condensação usual, usando o formalismo da física estatística e o conceito do limite termodinâmico. O projecto envolve ainda uma componente simulacional, onde o estudo de uma família de modelos ilustra o fenómeno de condensação, desde o BEC aos líquidos normais.

Será a água um líquido normal? A singularidade da água - o vapor de água condensa para valores da temperatura e da pressão muito pouco usuais - será analisada no contexto das simulações e interpretada em termos da estrutura da água líquida.



FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DE LISBOA

Projecto em Física - 2011/2012

PF4	Líquidos Vistuais
área científica	Física da Matéria Condensada
Responsável pelo projecto	Margarida Telo da Gama margarid@cii.fc.ul.pt
Unidade de I&D	Centro de Física Teórica e Computacional da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	Departamento de Física, FCUL/Instituto Interdisciplinar da UL

Dependendo das interações (atractivas ou repulsivas, de curto ou longo alcance) entre partículas, um líquido pode formar um gel ou um estado de fases micro-separadas.

Neste projecto computacional usaremos dinâmica Browniana (DB) para simular um líquido e prever em que condições se forma um gel ou se dá micro-separação de fases, comparando os resultados com previsões teóricas [R. P. Sear and W. M. Gelbart, J. Chem. Phys. **110**, 4582 (1999); M. Noro et al., Europhys. Lett. 48, 332 (1999)].

As actividades a desenvolver serão:

- (i) revisão bibliográfica sobre fases, transições e fase e métodos de simulação;
- (ii) implementação de algoritmos de DB existentes na literatura;
- (iii) cálculo do factor de estrutura do líquido;
- (iv) visualização e interpretação dos resultados utilizando *software* gráfico.



PF5	Determinação dos parâmetros cosmológicos
área científica	Cosmologia Observacional
Responsável pelo projecto	José Pedro Mimoso, Ismael Tereno
Unidade de I&D	Centro de Astronomia e Astrofísica da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	CAAUL (OAL, Tapada da Ajuda)

É objectivo deste projecto estimar os valores dos parâmetros que caracterizam o modelo standard do Universo utilizando dados actuais de diversas sondas cosmológicas

O aluno irá estudar processos físicos relevantes para o efeito de lentes gravitacionais, para a formação da radiação cósmica de fundo, e para a determinação de distâncias cosmológicas, incluindo aspectos teóricos e observacionais. Aprenderá também como estes processos são determinados por um conjunto de parâmetros tais como as densidades de matéria escura e energia escura, utilizando para ilustração o software icosmo.

Numa segunda fase, terá oportunidade de utilizar dados observacionais numa análise estatística de Monte Carlo (MCMC) combinando dados de diversos processos físicos de modo a determinar propriedades da matéria escura e energia escura.

Finalmente poderá escrever um pequeno programa para aplicar o método da matriz de Fisher para estimar com que incerteza experiências futuras de alta precisão irão medir esses mesmos parâmetros.



PF6	A historia de formação estelar da galáxia anã do Grupo Local Pegasus
área científica	Astronomia
Responsável pelo projecto	Marco Grossi
Unidade de I&D	Centro de Astronomia e Astrofísica da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	CAAUL (OAL, Tapada da Ajuda)

As galáxias anãs ($M \leq 10^9 M_{\text{sun}}$) são em principio sistemas mais simples do que galáxias massivas espirais ou elípticas, contudo estudos detalhados das suas populações estelares mostram uma complexa história de formação estelar e de evolução química. Pegasus é uma das anãs irregulares menos luminosa do Grupo Local. A uma distância de 760 kpc a anã pertence ao subgrupo de galáxias ligadas a Andromeda. A sua baixa luminosidade ($M_B = -12.5$ mag), a baixa taxa de formação estelar ($3 \times 10^{-5} M_{\text{sun}}/\text{yr}$), e o baixo conteúdo de gás ($M = 6 \times 10^6 M_{\text{sun}}$) sugerem que Pegasus esteja numa fase de transição evolutiva, de galáxia irregular a galáxia esferoidal. Neste projecto serão utilizados dados ópticos na banda V e I do telescópio Subaru para analisar as populações estelares de Pegasus. Diagramas cor-magnitude (V-I, I) serão obtidos para determinar a idade e metalicidade das estrelas nas galáxia, com o fim de traçar a sua história de formação estelar e estudar o processo de evolução morfológica das galáxias anãs.



FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DE LISBOA

Projecto em Física - 2011/2012

PF7	Sistemas PT-simétricos finitos discretos.
área científica	Óptica não linear
Responsável pelo projecto	Vladimir Konotop
Unidade de I&D	Centro de Física Teórica e Computacional da UL
Local de desenvolvimento do Projecto	Departamento de Física, FCUL/Instituto Interdisciplinar da UL

Durante a última década observa-se crescimento de interesse em estudo de sistemas físicos que têm uma simetria em relação de inversão do espaço e do tempo (chamadas PT-sistemas, i.e. *parity (P) –time(T) symmetric systems*, ou ainda mais geral sistemas pseudo-Hermiticos). Estes sistemas são descritos por Hamiltonianos não hermiticos, mas que possuem um espectro completamente real (para dados domínios de parâmetros, e espectros complexos fora destes domínios). Além do eventual significado para teorias quânticas, que actualmente estão muito debatidas, tais potenciais têm uma importância crescente para óptica, onde os PT- potenciais podem ser simuladas por uma distribuição de ganho e de dissipações propriamente ajustados.

Neste projecto pretende-se estudar possíveis transformações entre PT-sistemas discretos que consistem de só três elementos (*PT-symmetric trimer*), existência de modos não lineares em tais sistemas bem como estabilidade deles.