



PROGRAMA DE FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA SENIORES DA ULISBOA

CURSO LIVRE | ENTENDER O MUNDO NO SÉCULO XXI

49 FORMANDOS

Nota: O curso funcionará como 3º semestre para os 11 alunos atualmente inscritos na 4ª edição e como 1º semestre para o remanescente.

HORÁRIO:

15 semanas de aulas

4 horas por semana: **3.ª e 5.ª feiras**, das 17:00 às 19:00, com coffee break

INÍCIO: 1 de Outubro de 2015 às 16:00

CONCLUSÃO: 4 de Fevereiro de 2016 (com 3 semanas de interrupção no período de Natal)

LOCAL:

Faculdade de Ciências - Campo Grande 1749-016 Lisboa
Edifício C6, Sala 6.2.48

CORPO DOCENTE

AE – Ana Eiró; AS – Ana Simões*, AV – António Valleria; AB – Augusto Barroso; DP – Dinis Pestana; FB – Fernando Barriga; FDS – Filipe Duarte Santos; FF – Fernando Fernandes; HL – Henrique Leitão*, LV – Luis Vicente; MAML – Maria Amélia Martins Loução; MJCP – Maria João Collares- Pereira; PC – Paulo Crawford.

(*) Docentes no ativo. Os restantes são todos professores aposentados da FCUL.

COORDENADOR (FCUL) – Maria João Collares- Pereira / Ana Eiró

COORDENADOR GERAL (ULISBOA) – José Lopes da Silva (IST)



PROGRAMA DO CURSO

O curso encontra-se estruturado em três eixos principais.

1. PREOCUPAÇÕES DO HOMEM NO SÉCULO XXI

Nos últimos anos foram descobertos dezenas de planetas que orbitam várias estrelas, algumas até parecidas ao nosso Sol. Contudo, por enquanto, é legítimo continuar a afirmar que a espécie humana é a única capaz de compreender o mundo que a cerca, modificá-lo em seu proveito e, até mesmo, destruí-lo!

Aulas:

- i. A Terra Primitiva e a Origem da Vida: o que sabemos (e como) e o que não sabemos. **D.: FB**
- ii. As propriedades extraordinárias da água. **D.: FF**
- iii. O Desenvolvimento Sustentável e as Alterações Climáticas. **D.: FDS**
- iv. A água como regulador do clima e da vida. **D.: FF**
- v. O Comportamento: Motor da Evolução. **D.: LV**
- vi. Um Homem é um Homem, um Bicho é um Bicho e um Grupo é um Grupo. **D.: LV**
- vii. A evolução biológica – o que sabemos e o que sabemos que não sabemos acerca da hereditariedade dos bichos e dos grupos (populações). **D.: MJCP**
- viii. A Evolução, a Ciência e a Sociedade - Para quê estudar a Evolução Biológica? **D.: MJCP**
- ix. O Homem e os Ecossistemas – uma relação (im)possível? **D.: MAML**
- x. O Homem, a Exploração de Recursos e a Pegada Ecológica. **D.: MAML**
- xí. Recursos Minerais na Crosta Oceânica Profunda: Mito ou Realidade? **D.: FB**
- xii. O Homem e o futuro da Energia (Parte 1 e 2). **D.: AV**

Nº total de Aulas: 13 aulas

2. INVENTAR JOGOS E APRENDER COM O ACASO

Muitos animais vivem em grupo, desenvolvem códigos de comportamento social e brincam. Contudo, só o Homem inventou jogos de azar. Daqui foi um pequeno passo para inferir conhecimento do acaso.

Aulas:

- i. O nosso aliado acaso; Normal? **D.: DP**
- ii. Ter muitas ideias e deitar quase todas fora; Amostragem e planeamento de experiências. **D.: DP**
- iii. O milagre da multiplicação dos dados; Regressão, ensaios clínicos, controle de qualidade. **D.: DP**
- iv. Abusos da estatística; Para que serve a estatística? **D.: DP**



Nº total de Aulas: 4 aulas

3. COMO VEMOS O MUNDO NA AURORA DO TERCEIRO MILÉNIO

Que fazia Deus antes de criar o Mundo? Perguntava Santo Agostinho no século V. E respondia: “não houve tempo nenhum em que não fizésseis alguma coisa, pois fazíeis o próprio tempo.” É curioso que a cosmologia moderna, baseada na teoria do “big bang”, dá essencialmente a mesma resposta: o universo começou como uma singularidade do espaço-tempo.

Aulas:

- i. Espaço e Tempo na ótica da História das Ciências | Parte 1. D.: HL
- ii. Espaço e Tempo na ótica da História das Ciências | Parte 2. D.: AS
- iii. Escalas e Dimensões. D.: AE
- iv. Do Tempo absoluto ao Tempo relativo. D.: PC
- v. A Gravitação de Einstein e o Funcionamento do GPS. D.: PC
- vi. Da origem do espaço e do tempo à Expansão do Universo. D.: PC
- vii. O que é a luz? D.: AB
- viii. Estrutura da matéria D.: AE
- ix. Somos feitos do pó das estrelas. D.: AE
- x. Do átomo ao bóson de higgs. D.: AB
- xi. Deus joga aos dados com o Mundo. D.: AB
- xii. Outros Mundos da Física. D.: AV
- xiii. Perspetivas da Simulação Computacional e Aplicações. D.: FF

Nº total de Aulas: 13 aulas



SINOPSES DAS AULAS

1. PREOCUPAÇÕES DO HOMEM NO SÉCULO XXI

A Terra Primitiva e a Origem da Vida: o que sabemos (e como) e o que não sabemos

A idade da Terra, da análise do Génesis aos isótopos radiogénicos. Como se formou a Terra: por acreção de planetesimais a quente, e fusão generalizada, ou acreção “fria”, sem fusão global? Como e quando se formaram e evoluíram, os oceanos e a atmosfera? Como e quando apareceu a Vida na Terra? São muitas as dúvidas, magras as evidências. Mas nem por isso o trabalho é menos apaixonante.

As propriedades extraordinárias da água

Capacidade calorífica e entalpias; comparação com outros compostos similares; estrutura molecular: dipolos e pontes de hidrogénio; diagramas de fase.

O Desenvolvimento Sustentável e as Alterações Climáticas

Breve síntese dos conceitos de desenvolvimento sustentável e dos principais fatores de insustentabilidade do atual paradigma de desenvolvimento. O conceito de limites planetários e quais esses limites, bem como as principais alterações globais. As alterações climáticas observadas desde meados do século XX, incluindo a evolução histórica desta problemática e a sua interpretação científica. Breve análise dos indicadores atuais de alterações climáticas antropogénicas, dos cenários climáticos futuros e das medidas de mitigação e adaptação. O clima recente e futuro de Portugal, os impactos e vulnerabilidades dos vários setores socioeconómicos e quais as principais medidas de adaptação.

A água como regulador do clima e da vida

As amplitudes térmicas, zonas com água e zonas desérticas; aumento da temperatura ambiente após chuva ou neve; sede: um problema universal.

O Comportamento: Motor da Evolução

Ciência e sociedade, sociedade e ciência. O que é evolução? De Lamarck a Darwin e Wallace e destes a Kropotkine. O quadro conceptual do estudo do Comportamento Animal (todo o comportamento tem uma história evolutiva, uma função biológica, um mecanismo neuronal subjacente e uma história ontogenética, que interagem de muitas formas). Da Escola Objectivista à Etologia Cognitiva. Do “*ümwelt*” à cognição (de Uexkull a Griffin). Georges Romanes revisitado.



Um Homem é um Homem, um Bicho é um Bicho e um Grupo é um Grupo

O significado do Canon de Morgan: a lei da precaução antropomórfica é a conjuração do complexo antropocêntrico – o círculo centrífugo e a atração centrípeta. A Lei da continuidade de Darwin. Sistema sexual, sistema agonístico e sistema vincutivo. O sexo vem sempre à baila, o baile do sexo. Muitos sexos, a diversidade dos sexos. Cooperação/competição no processo evolutivo. Conflito e cooperação na evolução dos Hominídeos.

A evolução biológica – o que sabemos e o que sabemos que não sabemos sobre a hereditariedade dos bichos e dos seus grupos (populações)

Os velhos e os novos paradigmas acerca (1) dos níveis de organização biológica e da sua interdependência; (2) dos processos e padrões de hereditariedade; (3) do aumento dos genomas e da complexidade estrutural nos animais; e (4) dos modos de reprodução. O que são e para que servem os chamados “organismos modelo”?

A Evolução, a Ciência e a Sociedade - Para quê estudar a Evolução Biológica?

Investigar os processos evolutivos, para quê? Ciência básica (conhecer os mecanismos) e Ciência Aplicada (Saúde, Agricultura, Recursos Naturais, Ambiente e Conservação,...). O Homem poderá alterar o rumo da evolução? O uso abusivo do Darwinismo para justificar comportamentos. A explosão do Criacionismo – como e porquê?

O Homem e os Ecossistemas – uma relação (im)possível?

O que é e como se caracteriza um ecossistema. O conceito de “serviços dos ecossistemas”. A sustentabilidade ecológica e os impactos das sociedades humanas sobre os ecossistemas. Como devemos atuar para mitigar esses efeitos? Será possível falar em “Economia Ecológica”? Exemplos de processos de invasão natural, e o caso dos jardins urbanos.

O Homem, a Exploração de Recursos e a Pegada Ecológica

O conceito de Antropoceno em ecologia. A agricultura e a sua evolução. Os impactos das atividades agrícolas e a necessidade crescente de recursos. A pegada ecológica e a sustentabilidade do planeta Terra. Como atuar? Dieta alimentar, conservação de sementes e outras estratégias.

Recursos Minerais na Crosta Oceânica Profunda: Mito ou Realidade?

Nas últimas décadas, têm-se feito descobertas extraordinárias nos fundos oceânicos, muitas delas envolvendo quantidades colossais de recursos potenciais (minérios metálicos, recursos energéticos, e até recursos microbiológicos no interior da crosta). E o mais extraordinário é que as descobertas, para além dos recursos em si, nos fazem repensar conceitos básicos da dinâmica do planeta, do ciclo do carbono à Tectónica de Placas. O que está na forja quanto ao aproveitamento dos recursos?



O Homem e o Futuro da Energia (parte 1)

A energia como a questão que definirá o século XXI. Como usamos e a que fontes vamos buscar a energia: evolução histórica.

O Homem e o Futuro da Energia (parte 2)

Como funcionam os atuais sistemas de energia. Projeções para o futuro e a necessidade de uma alteração radical. A ciência e a tecnologia e os caminhos de esperança: como salvar o planeta sem fome energética.

2. INVENTAR JOGOS E APRENDER COM O ACASO

O Nosso Aliado Acaso (1 hora)

A necessidade de avaliar riscos e domesticar a incerteza. Equiprobabilidade? O princípio da razão insuficiente, e como falha em questões tão simples quanto o rácio sexual. O teorema de ouro de Bernoulli (lei dos grandes números), o coletivo de von Mises, e o paradigma frequentista da Estatística. Bayes aprovaria a probabilidade como fechada? O acaso como aliado — recolha de informação evitando enviesamento, estratégias de decisão, e até cálculos difíceis (o Método de Monte Carlo como extensão da lei dos grandes números).

Normal? (1 hora)

Devemos acreditar em modelos? Para que servem os modelos. Afinal o modelo “normal” é tão excepcional! Porque é que o modelo normal fez crescer a Estatística, e porque é que os recursos computacionais o destronaram, ou pelo menos colocaram o modelo uniforme como regente. Famílias parametrizadas de modelos e estimação de parâmetros.

Ter Muitas Ideias e Deitar Quase Todas Fora (1 hora)

Testes de significância e testes de hipóteses, uma metodologia para falsear hipóteses que devem ser descartadas. Testes para todos os gostos. “Rejeitar a hipótese nula é uma decisão forte, manter a hipótese nula é uma decisão fraca.”

Amostragem e Planeamento de Experiências (1 hora)

A ciência de recolher informação; porque é que tanta ciência é ciência da treta. Porque é que tem que haver estratégias diversas para fazer amostragem? O planeamento de experiências de Fisher.

O Milagre da Multiplicação dos Dados (1 hora)

O êxito do modelo normal a lidar com amostras pequenas. A alternativa não paramétrica. Estatística computacional, simulação, e o milagre da multiplicação dos dados. É necessário



entender que grandes amostras pode não ser um ideal indiscutível significância de diferenças irrelevantes. Como Poe aconselha a esconder uma carta, e a necessidade de *data mining*. O último reduto de pequenas amostras — acontecimentos raros. A meta análise.

Regressão, ensaios clínicos, controle de qualidade (1 hora)

Alguns exemplos de como a estatística mudou o mundo. Regressão, e a extraordinária arte de medir uma coisa por outra. Bioestatística, competição de causas de morte, análise de sobrevivência, e o planeamento de experiências aplicado a investigação biomédica. Mercados competitivos e controle de qualidade.

Abusos da Estatística (1 hora)

Ciência da treta; Ionidis e o impacto de *Why Most Published Research Findings Are False*. Os *Annals of Improbable Research* e o prémio que eu gostaria de conquistar.

Para que serve a Estatística? (1 hora)

Inferir, decidir, prever, controlar — como a linguagem da probabilidade lida com estas questões fundamentais. Algumas aplicações da Estatística. Bioestatística, competição de causas de morte, análise de sobrevivência, e o planeamento de experiências aplicado à investigação biomédica. Teoria do risco, seguros, mercados competitivos e controle de qualidade. Estatística e ciências sociais. Estatística e Cidadania.

7

3. COMO VEMOS O MUNDO NA AURORA DO TERCEIRO MILÉNIO

Espaço e Tempo na ótica da História das Ciências (parte 1)

A noção de espaço na história da ciência, desde a Grécia Antiga até ao século XVIII. Mostraremos como em torno deste conceito se desenrolaram importantes debates científicos, e como a noção de espaço veio a jogar um papel crucial no entendimento do universo, à medida que as dimensões em jogo mostraram ser progressivamente maiores. Mostraremos ainda como na racionalização da ideia de espaço concorreram não apenas as ideias dos matemáticos e dos cientistas, mas também as práticas de muitos outros, como viajantes, cartógrafos, artesãos, etc.

Espaço e Tempo na ótica da História das Ciências (parte 2)

Enquanto a noção de escala espacial foi profundamente modificada com a Revolução Científica e os trabalhos de Copérnico, Digges e Newton, entre muitos outros, o mesmo não se passou com a noção de escala temporal. Para Newton como para os medievalistas, a Terra era um jovem planeta num universo igualmente jovem e essencialmente imutável. Nesta sessão debruçar-nos-emos sobre uma série de acontecimentos no domínio das ciências (e não só) que alteraram profundamente a forma como a humanidade se confronta com o passado do seu planeta, da vida, do universo e como modificou a própria forma de interpelar o passado.



Escalas e Dimensões

Uma viagem relâmpado do infinitamente grande ao infinitamente pequeno, partindo da dimensão do Homem, o metro. O objetivo é situar, em termos de ordem de grandeza, explicitadas sob a forma de potências de dez, os vários tópicos que são mencionados ao longo do curso. Referência a alguns processos de medição associados às várias escalas. Apresentação de algumas comparações da vida atual, envolvendo números muito grandes e muito pequenos.

Do Tempo absoluto ao Tempo relativo

O espaço e o tempo absolutos de Newton e o princípio da relatividade de Galileu. A relatividade da simultaneidade de acontecimentos distantes segundo Einstein. O espaço e o tempo relativos de Einstein. Consequências cinemáticas. A noção de tempo próprio como o tempo mais curto.

A Gravitação de Einstein e o Funcionamento do GPS

O princípio da equivalência de Einstein (“A ideia mais feliz da minha vida”). Como a gravidade afeta o tempo e o comportamento da luz. Comparação de relógios atômicos a diferentes altitudes. Relato de uma experiência. Funcionamento do GPS: mesmo num campo gravítico fraco a teoria de Einstein pode ser necessária para corrigir a teoria de Newton.

8

Da origem do espaço e do tempo à Expansão do Universo

As primeiras soluções cosmológicas (Einstein e De Sitter). As observações de E. Hubble e a construção do modelo do Big Bang. O significado da Expansão do Universo. Um Universo em Expansão Acelerada e a Energia Escura. As escalas espaciais e temporais do Universo.

O que é a Luz?

Foi cedo que o homem se deve ter apercebido do papel fundamental da luz e da sua fonte primordial: o Sol. Atestam-no a existências de divindades ligadas ao Sol e à luz em todas as mitologias. Só no final do século XVII se começaram a desenvolver as primeiras explicações sobre o que é a luz. Defrontaram-se duas teorias: os que defendiam que a luz era constituída por corpúsculos e outros que defendiam que seriam ondas. No século XIX, Maxwell parecia ter esclarecido definitivamente o problema: a luz era uma oscilação do campo eletromagnético que se propagava como ondas. Contudo, na primeira década do século XX, estudos sobre o corpo negro e o efeito fotoelétrico, levam Einstein a reintroduzir o carácter corpuscular da luz. A luz são ondas mas, também são corpúsculos: os fotões!

Estrutura da matéria



A matéria é feita de partículas, os átomos, que se regem por uma mecânica diferente. Mas estranhamente, estas partículas também se comportam como ondas. Como a luz! Falaremos de espectros dos átomos, do modelo de Bohr, de quantificação, e de ondas de matéria. Discutiremos alguns conceitos de mecânica quântica, abordando como exemplo o efeito de túnel. Referiremos os mecanismos de ligação em átomos e moléculas.

Somos feitos de pó de estrelas

Como se formam os elementos no Universo? Porque brilham as estrelas? Tentando responder a estas perguntas, falaremos de evolução das estrelas, abordaremos os mecanismos de reações nucleares e a produção de energia associada. Do hidrogénio até ao ferro, por reações exotérmicas espontâneas em estrelas de primeira geração; do ferro até aos elementos pesados, por reações forçadas em estrelas de segunda geração.

Do átomo ao bóson de higgs

No dia 4 de Julho de 2012, foi anunciado que, em Genebra, no Laboratório Europeu de Pesquisa Nuclear (CERN), tinha sido descoberto o bóson de higgs. Estava encontrada a partícula elementar que faltava para provar o sucesso da teoria que explica as interações entre os constituintes básicos da matéria. Partindo da teoria atómica moderna, estabelecida nas primeiras duas décadas do século XX, discutiremos os constituintes elementares da matéria - elétrões, neutrinos e quarks – e as suas interações: eletromagnética, fraca e forte.

9

Deus joga aos dados com o Mundo

Einstein disse que tinha dedicado mais tempo aos problemas da mecânica quântica, do que a todos os outros temas da Física. Foi um dos mais tenazes críticos da interpretação probabilística da MQ e ficou célebre a sua frase: “Deus não joga aos dados com o mundo”. Contudo, desta vez, Einstein não tinha razão. Descreveremos o comportamento de estados quânticos entrelaçados e mostraremos que as leis fundamentais que regem o mundo apresentam de fato “spooky effects”!

Outros mundos da Física

Uma revisão geométrica dos conceitos de energia, massa e momento. Aplicação ao mundo dos semicondutores: criação e aniquilação de partículas e antipartículas na palma da mão. Dispositivos: como funciona um transistor, um computador, uma camera digital, um laser, uma célula fotovoltaica. A estranheza deste outro mundo: gases e líquidos, tensão de vapor, vento e chuva dentro de um cristal de semiconductor.

Perspetivas da simulação computacional e aplicações

Simular não é apenas acionar a “manivela” do computador; simulação molecular e interfaces gráficas; como decorrem as reações químicas; sistemas caóticos e a sua presença inexorável.

