

## A Ciência e a Tecnologia no século XXI

### Uma visão integrada

A Ciência e a Tecnologia, embora com abordagens diferentes, são indissociáveis, na medida em que não há evolução na ciência sem evolução tecnológica e vice-versa. Uma e outra têm sido responsáveis pelas alterações radicais que ao longo dos séculos se fazem sentir na forma de estar em sociedade.

Se, por um lado, os diferentes avanços tecnológicos devidos às sucessivas “revoluções industriais” tais como a mecanização com recurso à energia hídrica, mecanização com recurso à energia do vapor, electrificação e motorização e, desde o século passado, a “revolução da Informação” que caracteriza os tempos actuais, marcaram profundamente a vida das pessoas, por outro, não nos podemos esquecer que em todas essas transformações da Sociedade, foi a presença da Ciência, como indutora de inovação e de mudanças técnicas, o ponto de partida para a modernidade tecnológica, económica e cultural a elas associadas.

É neste contexto, que se enquadra o curso “A Ciência e a Tecnologia no século XXI – Uma visão integrada” abordando quatro áreas temáticas: Informática (11 aulas), Energia, Telecomunicações e Robótica (9 aulas), Urbanismo e Ambiente (7 aulas), e Materiais (3 aulas).

1



## SINOPSES DAS AULAS

### Módulo I

#### URBANISMO e AMBIENTE

#### **Programa da componente “Urbanismo”**

Pela primeira vez na história humana, há mais pessoas a viver em cidades e vilas do que nas áreas rurais. O fenómeno da urbanização da humanidade, iniciado no final do século XVIII com a Revolução Industrial, é hoje um dos principais desafios que temos de enfrentar enquanto seres humanos. Todavia, a cidade, tal como a conhecemos desde há milénios, não é mais a única (ou dominante) forma dos espaços urbanos. Estes tornaram-se descontínuos, expandiram-se para os espaços rurais de modo difuso e sob múltiplas morfologias, acabando por constituir gigantescos conglomerados humanos onde várias cidades coexistem com espaços intersticiais agrícolas, florestais e naturais. Tal situação encerra novos problemas e coloca desafios que nem sempre têm encontrado a resposta adequada, tanto em termos sociais e económicos, como ambientais. O funcionamento em rede e a gestão dos fluxos entre as várias componentes do sistema urbano, assumem por isso um papel cada vez mais relevante.

#### **Temáticas**

2

#### ***A cidade como construção humana e a urbanização como processo.***

A cidade, enquanto espaço físico de suporte a actividades humanas, construído para responder a novas formas de viver em sociedade, existe há milhares de anos. Há registos deste tipo de estabelecimentos humanos com mais de 4 mil anos, localizados nas planícies aluvionares entre os rios Tibre e Eufrates, no que foi o território da antiga Pérsia. Desde essa época remota até aos nossos dias, a cidade evoluiu, nem sempre de modo contínuo e progressivo, adaptando-se aos diferentes contextos sociais, económicos, culturais e políticos em que se desenvolveu. Na viragem do século XVIII, com a Revolução Industrial, a cidade ganha um novo protagonismo e passa a ser o berço de novas classes sociais e um poderoso atractor para a população que então vivia nos espaços rurais. Tem assim início o fenómeno designado por urbanização da humanidade, fenómeno esse que não mais deixou de se acentuar e alargar a todo o planeta que habitamos. Como chegámos até aqui? Quais as principais forças e dinâmicas que podem explicar este processo de urbanização? Que novas formas está a assumir este processo nos outros continentes que não o Europeu?

#### ***A cidade compacta e a megalópolis nebulosa.***

Com a intensificação do processo de urbanização, a cidade deixa de ser a forma dominante (e até aí única) de estabelecimento humano marcado pela sedentarização da sua população. A um espaço urbano caracterizado pelos seus limites claros em relação ao entorno rural, denso e multifuncional, sucede uma ocupação extensiva e descontínua do território polarizado pelas actividades urbanas, assumindo tipologias morfológicas diversas onde, na maioria das vezes, se



interpenetram os usos urbanos e rurais (os espaços periurbanos) e onde é difícil distinguir o centro da periferia ou os elementos estruturantes do que anteriormente designávamos por cidade. A aglomeração urbana atinge novos patamares populacionais e extensões que se medem por largas dezenas de quilómetros. Com a consolidação e extensão deste processo aos vários continentes, a melhoria dos sistemas de transporte (tanto ao nível nacional como internacional), a difusão e expansão das tecnologias de informação e comunicação e a globalização da economia, estes novos espaços urbanos tornam-se mais hierarquizados (as cidades globais) e funcionam cada vez mais em rede. Será ainda legítimo designar por cidade os novos espaços urbanos que agora assumem a designação de megalópolis? A cidade compacta - por vezes também adjectivada de "canónica" - deixou de existir, só porque perdeu o seu carácter dominante no actual espaço urbanizado? O progressivo funcionamento em rede das grandes cidades-metrópole e das cidades globais constitui uma nova forma de segregação urbana? Que papel existe para as cidades médias?

### *Os problemas e desafios da cidade contemporânea. As respostas dos urbanistas.*

Se podem existir dúvidas quanto à aplicação do conceito de cidade às novas formas que os espaços urbanos vieram a assumir, é consensual que o nosso modo de vida em sociedade é essencialmente marcado pela urbanidade e pode classificar-se como cidadão. Tal não significa que não se verifique uma maior diversidade de modos de vida, influenciados pelos diferentes contextos em que se desenvolvem. A essa situação somam-se os problemas inerentes às diferentes formas e ritmos que assumiu o processo de urbanização e à situação de partida em que ocorreram. Face aos problemas que este processo fez emergir, aos diferentes desafios que foi necessário enfrentar para urbanizar cada vez mais território e alojar fluxos de populações migrantes mais intensos, os urbanistas desenvolveram, ao longo do tempo, teorias, modelos, métodos e práticas que procuraram responder a essas necessidades. Desde as "cidades ideais" aos planos estratégicos, passando pela diversidade das propostas do Movimento Moderno, a teoria e a prática do urbanismo está recheada de ensinamentos, sucessos e fracassos. Quais os principais problemas e desafios que se colocam hoje a estes novos espaços urbanos e à cidade mais tradicional (ou "canónica")? De que modo os urbanistas os equacionaram e que propostas foram formulando para responder a esses desafios? Face à escassez de recursos (tanto públicos como privados) e à crescente preocupação com os impactes ambientais do processo de urbanização, que respostas estão a ser equacionadas e qual o papel das políticas públicas neste domínio?

3

### *A cidade dos fluxos e a gestão da mobilidade urbana.*

A vida urbana contemporânea é marcada por um vasto conjunto de fluxos, tanto físicos como imateriais. A extensão dos espaços urbanos foi simultaneamente consequência e causa de novas tecnologias de transporte (de pessoas como de bens), sendo certo que é hoje inimaginável uma cidade ou um espaço urbano que possa sobreviver sem sistemas de transportes mecanizados e sem as novas tecnologias de informação e comunicação. Daí que um dos principais problemas



que os espaços urbanos contemporâneos têm de enfrentar seja o da mobilidade urbana, os quais são tanto mais intensos e prementes quanto maior for a taxa de motorização da sua população. Gerir mais eficientemente os sistemas de transportes e orientar a mobilidade urbana para modos mais amigos do ambiente, é o tema que ocupa boa parte da investigação científica neste domínio e uma dos temas dominantes das agendas políticas, tanto ao nível municipal como nacional e global. Quais são as principais causas para o crescimento da mobilidade urbana e quais são as suas tendências pesadas? De que modo se pode orientar ou condicionar a mobilidade urbana no sentido de garantir uma maior coesão territorial e social e diminuir os seus impactes ambientais? Que políticas estão a ser desenvolvidas neste domínio e que sucesso têm obtido? Qual o papel das políticas públicas de mobilidade e quais os seus protagonistas?

## **Programa da componente “Ambiente”**

### **Temáticas**

#### **Clima e Ambiente – Monitorização e modelação e mitigação.**

A Climatologia é a ciência que estuda o clima regional e global, com base no sistema climático. A climatologia pretende caracterizar e modelar o sistema climático. O principal objetivo da modelação climática é perceber de que modo o clima está a mudar, de que forma as variações dos diferentes componentes do sistema climático interagem entre si e quais os possíveis impactos nos ecossistemas e no homem, às escalas local, regional e global. Os actuais modelos climáticos projectam como o aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> poderá afectar as temperaturas globais, bem como que redução dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> será necessária para manter o aquecimento global sob controle. Os principais tópicos a abordar nesta aula serão: Definições de Clima, Sistema Climático e Variáveis Meteorológicas/Climáticas; Variabilidade e Alteração Climática; Modelos Climáticos; Vigilância e Casos de Alerta.

4

#### **Deteção remota à monitorização da terra e do ambiente**

Introdução aos fundamentos teóricos da detecção remota. Comportamento espectral dos principais elementos da superfície terrestre: água, solos e vegetação. Elementos de um sistema de detecção remota. Tipos de sensores e suas aplicações. Características das imagens digitais e o seu processamento para interpretação e extracção de informação. Apresentação de alguns exemplos de aplicação da detecção remota para observação e monitorização da terra e do ambiente, nomeadamente: alteração e ocupação de solos, desastres naturais e secas, desertificação, derrames de hidrocarbonetos, erosão, monitorização climática, contaminação atmosférica.

#### **Saúde ambiental**

O que é a Epidemiologia ambiental: apresentação de alguns exemplos clássicos sobre causas ambientais-efeitos na saúde (ex: consumo de tabaco-cancro pulmão, saneamento básico-cólera, radiação-leucemias). Os riscos ambientais mais importantes para a saúde pública, nas diferentes partes do mundo. Vamos avaliar a associação entre um factor ambiental e uma doença, mas



como podemos fazê-lo? Os estudos observacionais e experimentais, as suas diferenças. Vantagens e desvantagens. Por fim apresentaremos alguns estudos de epidemiologia ambiental que mudaram os paradigmas da saúde.

## II. Módulo

### ENERGIA, TELECOMUNICAÇÕES E ROBÓTICA

#### Temáticas

##### Transporte de Energia sem Fios

Este módulo apresenta a evolução da electrónica nas aplicações da energia sem fios, desde as aplicações de baixa potência (por exemplo, carregadores de telemóveis) até aplicações de média potência (por exemplo, recarga de baterias de automóveis eléctricos). Aplicações muito baixa potência que exigem a transmissão de dados e de energia simultânea, tais como "smart cards", sistemas de RF-ID, e alimentação de próteses biónicas intracorporais, onde os requisitos de transmissão de dados a um ritmo elevado e de energia em simultâneo põe novos desafios. Serão mostradas experiências interativas de modo a entender-se quais são as potencialidades e as dificuldades desta área emergente da engenharia eletrotécnica.

##### Energias renováveis

Desde a antiguidade que se utilizam como fontes de energia o vento, a água e a lenha. A partir da revolução industrial estas foram sendo substituídas pelo carvão e posteriormente também pelo petróleo, gás e energia nuclear. O crescente e elevado consumo dos combustíveis fósseis geraram problemas preocupantes com graves consequências. A história das Energias Renováveis é definida por três gerações de tecnologias : a primeira surgiu no final do século XIX incluindo o aproveitamento hídrico, a combustão de biomassa e a geotermia; a segunda teve início na década de 1980 quando se desenvolveram a energia eólica, a energia solar térmica e a energia fotovoltaica; a terceira geração, integra a energia das ondas e, energia solar concentrada, sistemas avançados de geotermia, entre outras. Portugal é um país favorecido no que respeita a energias renováveis e tem vindo a aproveitar o seu potencial, em especial a energia eólica e a energia solar que hoje em dia já contribuem com uma parcela muito significativa para a produção da energia eléctrica no nosso país. Principais formas de energia renovável abordados: i) Energia Eólica: Aerogeradores, ii) Energia Solar: Solar térmico e Solar fotovoltaico, iii) Energia hídrica, iv) Energia geotérmica e Biomassa e v) Energia das marés e Energia das ondas.

##### Ondas Eletromagnéticas (Comunicações sem fios)

Breve história da descoberta das ondas electromagnéticas e primeiras aplicações da radiação electromagnética nas comunicações. Demonstração experimental das propriedades fundamentais das ondas electromagnéticas como a polarização, reflexão, refração e difracção. Observação de outros efeitos da interacção entre as ondas electromagnéticas e os meios materiais. Ligação



dessas experiências às aplicações práticas conhecidas do dia-a-dia. Apresentação de exemplos de investigação e desenvolvimento em curso no IST/Instituto de Telecomunicações nesta área.

### **Radiação Eletromagnética e Comunicações Móveis**

Neste módulo apresentam-se alguns princípios básicos dos sistemas de comunicações móveis, nomeadamente na ligação entre os telemóveis e as antenas das estações base. Aborda-se o problema da exposição das pessoas às radiações electromagnéticas, clarificando alguns mitos e factos, mostram-se resultados de medidas efectuadas, e apresenta-se o Projecto FAQtos. No final, mede-se a radiação eletromagnética de telemóveis.

### **Rádio-Posicionamento e Navegação**

O módulo de Rádio-Posicionamento e Navegação aborda os principais aspectos conceptuais e tecnológicos associados à utilização de sinais de rádio, transmitidos por satélites, para posicionamento e navegação. Nesse contexto são apresentados os principais sistemas de navegação por satélite actualmente operacionais, com principal ênfase no sistema GPS de posicionamento global. É apresentada a constelação de satélites e os mecanismos de sincronização e determinação de pseudo-distâncias, que estão na base do seu funcionamento. Descrevem-se de forma resumida os algoritmos básicos de posicionamento, quer a nível autónomo, quer diferencial. São analisadas as principais fontes de erros na estimação da posição dos receptores. O módulo termina com a apresentação do futuro sistema Europeu de navegação global por satélite: Galileo.

6

### **Sistemas de Telecomunicações por Fibra Ótica**

Os sistemas de comunicação por fibra ótica começaram a ser utilizados comercialmente na década de 70 do século XX, porém o Homem utiliza a Luz para comunicar desde os primórdios da Civilização Humana. Ao longo deste módulo abordar-se-á aspectos históricos das comunicações ópticas, com início na China em 1000 ac, com a utilização de sinais de fumo para a transmissão de mensagens codificadas, e termina nos dias de hoje com as redes ópticas que suportam o tráfego de Internet. Usando uma experiência de transmissão no laboratório, apresentam-se os principais componentes duma ligação por fibra ótica e ilustra-se o funcionamento de cada um dos componentes. Mostra-se como pode ser analisada a qualidade da ligação, e ilustram-se experimentalmente ligações com qualidades significativamente diferentes.

### **Veículos Eléctricos**

Os veículos eléctricos constituem uma plataforma de integração de tecnologia que se estende desde os sistemas de armazenamento de energia como baterias ou pilhas de combustível até à utilização de materiais supercondutores. Neste módulo, aborda-se a constituição de um veículo eléctrico nas vertentes mais usuais e abordam-se os desafios tecnológicos que lhe estão associados. A partir das soluções clássicas, abordam-se soluções que integram supercondensadores ou motores eléctricos integrados nas rodas e tópicos como o consumo energético, eficiência energética e o recurso a fontes de energia renováveis.



### Controlo por Realimentação e Sistemas Ciberfísicos

O Controlo por Realimentação (muitas vezes conhecido popularmente pela palavra inglesa "Feedback") é um conceito fundamental, não só da Engenharia mas também de outros campos como a Biologia, as Ciências Biomédicas ou a Economia e Gestão. Nos últimos 50 anos há um crescendo de descobertas e de aplicações que têm tornado possíveis sistemas cada vez mais sofisticados e de grande impacto na nossa vida quotidiana. O enorme aumento da capacidade computacional tem levado ao desenvolvimento dos chamados sistemas ciber-físicos, em que uma parte é de facto computação, que interage com a parte "física", e onde o controlo por realimentação desempenha um papel primordial. Na lição proposta o Controlo por Realimentação e os conceitos, dificuldades e limitações a ele associados, incluindo a nova problemática dos sistemas ciber-físicos, são apresentados através de demonstrações experimentais com robots móveis, vídeos, e de uma discussão conduzida pelo proponente com a assistência.

### Construa o seu motor eléctrico de corrente contínua

A Civilização em que vivemos seria impossível sem os conhecimentos relativos à Engenharia do campo electromagnético. É o conhecimento das propriedades do campo electromagnético que nos permite comunicar através de telemóveis, construir veículos menos poluentes, projectar os sistemas de produção, transporte e distribuição de energia, ou simplesmente dar um ar mais limpo às nossas casas com menos esforço através dos aspiradores de pó. Para conhecer um pouco mais deste ramo da Física e da Engenharia Electrotécnica, esta aula propõe uma primeira parte em que se explicam conceitos básicos sobre corrente eléctrica e a sua interacção com o campo magnético, um pouco ao estilo de quem apresenta as obras completas de Shakespeare em 75 minutos. Na segunda parte, os alunos organizar-se-ão em grupos para construir, cada grupo, o seu motor, com 2 m de fio, 2 clips, um magneto permanente e uma pilha de 9V.

7

## III. Módulo

### INFORMÁTICA

#### Temáticas

#### Mecanismos de comunicação e trabalho colaborativo via Web.

Comunicação e Agendamento; Skype – Call meeting/comunicar independentemente da localização dos intervenientes; Doodle - agendamento de reuniões com grupos de pessoas muito ocupadas; Ambiente colaborativo de partilha de informação (Google Drive); Armazenar ficheiros, gestão de pastas online, share – gestão de acessos; Colaborar na escrita.

#### Instrumentos de Computação e Apresentação: Apps, e-Drives, e-Cockpits

Planeamento, gestão do tempo e gestão de equipas. Google Calendar – agenda online com partilha de eventos Trello – gestão.



### **“Nós, os dados e a rede”**

Todos nós hoje em dia, voluntariamente ou não, contribuímos com uma enorme quantidade de dados que são armazenados nos mais diversos sistemas, desde a base de dados das finanças, aos registos das operadores de telecomunicações, até às bases de dados do sistema nacional de saúde, dos sistemas de transportes, e dos operadores bancários. Nesta aula vamos ver como algoritmos relativamente simples nos permitem explorar estes dados, e o que podemos aprender e descobrir sobre nós todos.

### **“Dinâmicas coletivas e as origens da cooperação”**

Mais de duzentos anos depois do nascimento de Charles Darwin, a evolução da cooperação constitui, possivelmente, o problema em aberto com características mais interdisciplinares com que a ciência presentemente se debate. Recorrendo a técnicas de simulação de muitos agentes e teoria de jogos, procurarei descrever alguns dos princípios responsáveis pela evolução da cooperação, desde mecanismos baseados em reciprocidade e reputações, à influência das mais modernas redes sociais nos nossos processos de decisão. Por fim, procurarei mostrar de que forma as simulações computacionais podem ajudar-nos a compreender as complexas dinâmicas de cooperação associadas às negociações sobre nós todos.

### **Inteligência Artificial, Agentes e Língua Natural**

Será feita uma apresentação global da área de Inteligência Artificial, tendo em conta a evolução histórica, as subáreas, os principais desafios e os feitos alcançados. Seguidamente, a apresentação focar-se-á em duas subáreas da Inteligência Artificial: Agentes Inteligentes e Língua Natural. Em ambas trabalhar-se-ão os principais conceitos, problemática e abordagens, seguindo-se várias demonstrações que complementarão.

### **Nós e Eles, os Computadores**

Nesta aula serão estudados os conceitos de computação ubíqua, ambientes imersivos, realidade aumentada, interacção natural e computação afectiva. Com base nestes conceitos iremos explorar a área de interacção pessoa-máquina e apreciar o impacto e potencialidades do Iremos prosseguir o nosso estudo da criação de boas interfaces pessoa-máquina com a apresentação de um conjunto de heurísticas de usabilidade que podem ser usadas para rápida e eficazmente indicar quais os principais problemas de usabilidade numa interface. Estas serão consolidadas

### **Da Internet na Terra às Nuvens no Céu**

Nesta primeira aula falaremos sobre o ambiente imersivo da internet actual caracterizado por serviços e dispositivos ubíquos disponíveis numa rede omni-presente. Discutiremos quais as evoluções de hardware e software que nos trouxeram até esta situação e qual o papel da computação em nuvem nela. Conheceremos os tipos de serviços disponibilizados na nuvem, quais as suas vantagens e limitações e os públicos-alvo. Começaremos por falar sobre o SaaS (Software as a Service, “software como um serviço”), faremos um contraste entre o modelo de negócio do





SaaS e o modelo tradicional do software como um produto, o que nos levará aos desafios económicos levantados por este modelo. Entrando num nível mais aprofundado da computação em nuvem falaremos sobre o modelo do PaaS (Platform as a Service, "plataforma como um serviço") e de como este modelo de desenvolvimento de software representa um exemplo das enormes vantagens competitivas que a computação em nuvem trouxe às PME inovadoras (startups).

Na segunda aula deste tema, focaremos mais os aspectos operacionais dos serviços de computação na nuvem. Usando o exemplo dos AWS (Amazon Web Services) veremos como os serviços de computação da nuvem podem surgir de superávits de capacidade instalada de computação. Veremos exemplos de como esses excedentes de capacidade em bruto podem ser rentabilizados através de serviços na nuvem (IaaS, Infrastructure as a Service, "infraestrutura como um serviço"): serviços de armazenamento, computação, rede e monitorização, entre outros. Finalmente, faremos uma panorâmica pela arquitectura e características operacionais dos centros de dados de computação em nuvem: desde as questões energéticas até aos aspectos de como são geridos e mantidos este tipo de recursos.

### A Sociedade Biónica

Iremos olhar para as organizações humanas, formais e informais, como "internets" ligando "servidores computacionais, em tempo real, sendo estas " máquinas" de dois tipos: as construídas a partir da tecnologia da sílica, vulgo computadores, e as construídas a partir da tecnologia do carbono, vulgo seres humanos. A forma densa, intensa e veloz como as interações se fazem nestas redes de servidores que são as nossas organizações actuais, levam a uma intensa pressão simbiótica entre a capacidade de recolher, tratar e actuar no mundo a partir destas duas tecnologias, fazendo emergir uma nova tipologia de entidades sociais que designamos por "biónicas". O papel dos sistemas e tecnologias da informação nestes sistemas biónicos será devidamente relevado bem como a emergência da "consciência de si" do colectivo organizacional formado por cada uma destas redes, sustentado na consciência de si de cada ser humano que delas fazem parte.

9

## IV. Módulo

### MATERIAIS

#### Temáticas

#### Explicar o macroscópico a partir do microscópico

As propriedades dos materiais com que lidamos na nossa vida corrente, nomeadamente em termos de dureza ou fragilidade, de condutibilidade da corrente eléctrica e do estado físico em que se encontra à temperatura ambiente, etc., encontram explicação última no conhecimento da sua estrutura microscópica. Por outro lado, a capacidade de manipular as estruturas, às escalas molecular, atómica e electrónica, está na base do desenvolvimento e utilização de novos materiais



ou dos anteriormente exclusivamente fabricados pela natureza. É nesta perspectiva que se procurará explicar o macroscópico a partir do mundo microscópico.

### **Nanotecnologias: uma introdução**

O ponto de partida desta aula será a lição de Richard Feynman "There is plenty of room at the bottom" dada em 1959 em que o autor explorou as consequências da possibilidade da manipulação de materiais à escala de átomos e moléculas. Desde então, foram desenvolvidas tecnologias que permitem esta manipulação, tornando realidade muitas das previsões de Feynman, fantásticas na altura. Após uma discussão do grau de realização das previsões de Feynman, vamos explorar primeiro como os princípios e tecnologias que nos permitem a obtenção de objectos à escala nanométrica ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Depois discutiremos aplicações correntes e potenciais nas tecnologias da informação, novos materiais, e na química, biotecnologia e medicina. No final da aula, ênfase será posta na discussão de microdispositivos que permitem reproduzir as funções de tecidos, órgãos e organismos.

### **Impacto dos novos materiais nas áreas da energia, electrónica e bioelectrónica**

Esta aula tem por objectivo abordar as tendências actuais na área dos materiais funcionais. Em particular, partindo de uma perspectiva evolutiva dos materiais nas áreas da energia, electrónica e da informação, pretende-se descrever o papel dos químicos no desenvolvimento de materiais orgânicos com funcionalidades electrónicas e ópticas, que estão na origem da denominada electrónica orgânica. Dar-se-á uma perspectiva actual das aplicações, desde o fabrico de dispositivos flexíveis, como ecrãs de televisão ou painéis fotovoltaicos, até ao desenvolvimento de sensores e circuitos que podem ser incorporados no corpo humano.

10

