

A Última Lição

Por

Helder Coelho

Professor Catedrático da Universidade de Lisboa

2014

Verso da Capa

Helder Coelho é professor catedrático jubilado da Universidade de Lisboa, de Inteligência Artificial (IA), no Departamento de Informática da Faculdade de Ciências, membro do TC12 (Inteligência Artificial) da IFIP e Presidente do seu WG12.3 (Agentes).

É Research Fellow da European Coordinating Committee of Artificial Intelligence, membro da Academia Portuguesa de Engenharia, depois de ter passado pelo LFEN, LNEC, IST, FCUL, INESC e ISEG, onde exerceu funções de investigador e de professor.

Foi um dos fundadores da Inteligência Artificial em Portugal em 1973, tendo se doutorado mais tarde, em 1980, na Universidade de Edimburgo. Foi responsável pela orientação de 23 alunos de doutoramento (5 do Brasil) e por 34 de Mestrado. Na comemoração dos 30 anos da IA no Brasil e 40 anos de IA em Portugal foi homenageado, respetivamente em São Bernardo do Campo, São Paulo (SBIA-2010) e em Angra do Heroísmo (EPIA-2013).

Para a Rosa Vicari,

que me tem protegido de todos as maldades,

e estas tem sido muitas nos últimos anos.

(E, o mundo não está melhor depois do fim da guerra fria,
o que justifica a minha apreensão quanto à falta de democracia).

Índice

“Instruir é construir.”
Padre António Vieira (1608-1697).

Prefácio.	7
Plano da última lição.	11
1. Início.	13
2. Mapa de viagens.	17
3. Cruzando fronteiras.	23
4. Enfrentando o futuro.	27
5. As ideias para depois.	31
6. Fim.	37
Referências.	41
Apêndices:	
Trabalho para casa.	45
I&DE: Arte de pesquisar em toda a parte e em grupo.	47

Palavras-Chave: Agentes inteligentes, ensino, aprendizagem, investigação, interdisciplinaridade.

Prefácio

“Não há outro país que tenha multiplicado por 17 os investigadores, por 32 a produção científica e por 15 a percentagem do produto interno bruto aplicado em investigação e desenvolvimento, num tão curto período de tempo.

Não conheço país nenhum que tenha conseguido o feito de Portugal.”

José Mariano Gago, 23 de Abril de 2014.

Montar uma aula universitária em engenharia informática, e sobre a interdisciplinaridade, é, hoje em dia, um exercício delicado, sobretudo pela expectativa criada com a sua frequência (o aumento de estudantes-trabalhadores, por razões da crise, e não só, produziu uma diminuição dos alunos presentes na sala de aula) e a sua participação ativa. Não é um problema só português, e, mesmo nos EUA, a sua discussão transferiu-se da academia para os jornais (o New York Times tem sido um deles), abordando a oportunidade dos MOOC's (Massive Open Online Courses) via Internet e o cálculo do peso que as TIC's (Tecnologias da Informação e Comunicação) devem possuir na educação em geral, e em particular sobre a universitária (aprender em qualquer lado e a toda a hora, facilitar a interrupção da aula, automatizar a avaliação das provas, testes e ensaios, permitir discussões em rede (foruns), aceder aos recursos e conteúdos no Moodle). Os estudos recentes sobre a avaliação dos alunos (percentagem de sucesso da aprendizagem) não é animador quanto ao êxito dos MOOC's (a UNESCO tem estado atenta aos impactes da tecnologia e a esta forma de ensino), mas também sabemos que o desempenho das universidades (ensino tradicional, cara à cara, baseado no campus) não é bom (o caso dos EUA é revelador, com só 40% de rendimento), apesar dos investimentos públicos nalguns países, o que não é o caso de Portugal, onde a situação é preocupante, como tem sido alertado várias vezes pelo Conselho de Reitores.

Em Portugal cabe a um professor catedrático, em exclusividade e residente (habitualmente, no seu gabinete), ser ativo no ensino e na investigação. No ensino, não basta ser responsável pela organização de uma área disciplinar (várias cadeiras ou disciplinas), e isso significa o dever de acompanhar a fileira completa, desde as licenciaturas, mestrados, doutoramentos, e até aos pós-doutoramentos (graças a férias sabáticas), em largura e profundidade (atualização e renovação periódica), o que significa também não esquecer as interações com outras áreas (interdisciplinaridade, muito atual nos países desenvolvidos) na própria universidade, e na cooperação com outras mais próximas (no campus ou na região). A pedagogia é um elemento a não perder de vista, pois a dinâmica na aula compete com o acesso à Internet. Na investigação, a direção de uma unidade de I&DE (Instituto, Laboratório, Centro, Grupo) é relevante, pois articula-se com o ensino, em particular com os programas de pós-graduação. No entanto, as exigências de avaliação do desempenho individual (h-index na carreira universitária), tem consequências na avaliação das unidades (de I&DE, Departamentos, Faculdades, Universidades), no reconhecimento internacional (“Research Fellows”,

lugares em Academias, organização de Congressos, Presidências de Comités), na atração de alunos (nacionais e estrangeiros), na captação de verbas via projetos (com organizações, FCT, CEE), e também na força das unidades no país (aceitação pela sociedade). Infelizmente o tecido industrial é pobre em Portugal, e as relações entre as unidades de produção e as universidades não são boas e saudáveis (porventura, pela elevada percentagem das PME's, cerca de 99% desse tecido), estando a entrada de doutores nos quadros das empresas longe de ser normal (vejam-se os números de doutores nas unidades e os orçamentos delas para a I&DE, sem esquecer que só cerca de 3% dos doutorados ficam a trabalhar na indústria e serviços contra 70% na europa). Em contraste, os números referentes aos doutores por cem mil habitantes e às publicações científicas (revelados na Conferência promovida pelo Expresso, pela SIC Notícias e ICS sobre os 40 anos do 25 de Abril, por Carmo Fonseca do IMM), de 1972 a 2012, são motivo de orgulho nacional.

No meu caso particular (quase 50 anos ao serviço da administração pública, nas carreiras de investigador e de professor, nos CTT, LFEN, Universidade de Luanda, IST, LNEC, ISEG, INESC, e FCUL, a feitura de uma última lição seria francamente difícil de fazer, sem abordar um conjunto de experiências e realizações práticas (enquanto investigador e construtor no LFEN, LNEC, INESC e FCUL) que permitiram depois suportar e alavancar o exercício da docência no ISEG e FCUL. Algo, de que os estudantes se alheiam amiúde, não questionando os docentes sobre a sua experiência profissional (e de biscates) e não explorando o seu contributo para organizar os seus estudos e o futuro. A preocupação do estudante universitário médio é apanhar aprovações nas unidades curriculares, o mais depressa possível, para iniciar uma profissão (algo difícil em Portugal em 2014), e não aprender no sentido puro e universitário.

Apenas a título de exemplo refiro, resumidamente, os meus envolvimento:

- O desenho de um laboratório de medidas elétricas nos CTT,
- A construção de uma interface entre o PDP-15 e os aparelhos de medida para a Física Nuclear no LFEN,
- A construção de relógios digitais para o LFEN e o LNEC (Luanda),
- A criação da Inteligência Artificial no LNEC (em colaboração),
- A organização da Divisão de Informática do LNEC, com investigação e do centro de computação equipado com o DEC-10 (em colaboração),
- A construção de um Sistema de Processamento de Língua Natural (1ª gramática computacional do Português para viabilizar interfaces) com um serviço de acesso a uma biblioteca,
- Viagem ao Brasil, após o doutoramento na Universidade de Edimburgo, para estabelecer laços de cooperação com a UFRJ, PUC-Rio, USP, IPT e UBahia, o que permitiu depois apoiar a criação da Sociedade Brasileira de Inteligência Artificial (SBIA) e a orientação de cinco alunos brasileiros de doutoramento em IA,
- O envolvimento com a direção da Associação Portuguesa de Informática

- e a edição de uma Revista de Informática durante seis anos (em colaboração),
- O lançamento da Associação Portuguesa para a Inteligência Artificial (APPIA), do seu Encontro Português de Inteligência Artificial e da Escola Avançada de Inteligência Artificial (em colaboração),
 - A realização do programa de I&DE em Tecnologias da Informação para os Sistemas Administrativos no LNEC, e dos projetos sobre Edifícios Inteligentes com o ISEL e o INESC (em colaboração),
 - A supervisão de um Sistema Tutor Inteligente de Prolog,
 - O desenho do Sistema Pericial FIRE sobre a Regulamentação Portuguesa de Incêndios no LNEC, e no contexto de um projeto europeu,
 - A organização de um espaço Iberoamericano de IA e de um Congresso (IBERAMIA), em colaboração com as Associações de IA de Espanha e do México,
 - A criação do Grupo de Estudos da Complexidade, com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian (em colaboração),
 - A criação do Departamento de Tecnologias da Informação do ISEG (em colaboração),
 - A organização de uma Escola Avançada de Inteligência Artificial (EAIA) em Agentes, em Tróia, com uma forte participação de alunos brasileiros (em colaboração),
 - A criação do Centro de Ciências da Complexidade da UL, e no contexto da Licenciatura de Engenharia Informática renovada (em colaboração),
 - A Presidência do Comité Iberoamericano durante mais de 10 anos, levando a IA a mais países da América do Sul, como a Argentina, a Colômbia e o Chile,
 - A criação das unidades de I&DE da FCUL LabMAC e LabMag, reconhecidas depois pela FCT (em colaboração),
 - O lançamento da Workshop sobre Complexidade da Arrábida, com o apoio da Fundação Oriente e da Fundação Calouste Gulbenkian (em colaboração),
 - A supervisão do desenvolvimento do Modelo Interseções para a inovação (simulação social) num Parque Tecnológico,
 - A fundação do Instituto de Ciências da Complexidade (em colaboração),
 - A criação do programa de Mestrado/Doutoramento em Ciência Cognitiva da UL (em colaboração),
 - A criação do programa de Mestrado/Doutoramento em Ciências da Complexidade para as Organizações da FCUL/ISCTE (em colaboração),
 - A lecionação das disciplinas de Introdução à Inteligência Artificial, Tópicos Avançados de Inteligência Artificial, Engenharia do Conhecimento, Estrutura e Gestão das Organizações, Gestão do Conhecimento, Sistemas Multi-agente, e Ciências da Linguagem e da Cognição.

A minha escolha, apresentada em seguida na Lição e em detalhe, recaiu num

conjunto de temas interligados em rede que ainda me motivam a investigar e a publicar, porque vejo a sua potencialidade para Portugal e a sua relevância a nível internacional (publicação de 3 livros em 2014, na Bentham, IGI Global, e Grupoa, um livro contratado pela Springer para 2015, e centenas de artigos em Revistas e Congressos desde 1980.

Eis um quadro interdisciplinar onde se desenham processos de mudança e se colocam desafios e problemas. Os Sistemas ou Assistentes (Multi-agente, Processamento de Língua Natural, Baseados em Conhecimento, Tutores Inteligentes, Apoio à Decisão, Recomendação) e os Agentes Inteligentes (Simulação Social) são reconhecidos como pertinentes para o ensino da engenharia informática e das ciências da computação (vejam-se os currículos para a educação destas áreas na Association of Computing Machinery dos EUA), para as ciências da complexidade (CC) e a ciência cognitiva (CCog) (por exemplo, as dissertações sobre “Sentimentos e dinâmica de opinião”, “Uso de multidões para resolver problemas de regulação colaborativa”, “Demonstrações de protesto e violência civil, usando modelação baseada em agentes e redes com camadas” do lado da CC, e “Uma entidade artificial empática e a interação com humanos”, “Representações corporais e estratégias espaciais de navegação”, e “Colocar palavras em contexto, com mecanismos neurocognitivos da compreensão de frases”, do lado da CCog). Para o seu desenvolvimento e comercialização (vejam-se os exemplos do Siri, vindo do SRI dos EUA, que equipa o iPhone da Apple, e, ainda, o Watson da IBM) é indispensável que se realizem avanços inovadores sobre modelos e arquiteturas, metodologias de desenvolvimento, instrumentos para a automatização da sua construção (simuladores, bancadas, plataformas, caixas de ferramentas, linguagens de programação).

A autonomia dos agentes artificiais é hoje um facto (por exemplo, um rover da NASA em Marte, ou os drones nas guerras no Afeganistão), mas existem ainda insuficiências e problemas quanto ao seu poder de adaptação face aos ambientes em que estão colocados, não têm qualidades (virtudes) semelhantes às dos humanos no sentido de Robert Musil (comportarem-se bem, do ponto de vista moral), fazem escolhas usando utilidades e valores, e têm dificuldades em áreas de aplicação que são cada vez mais exigentes quanto à sua responsabilização (por exemplo na Computação Social).

O olhar cognitivo sobre os indivíduos pode ser alargado aos grupos (trabalho em equipa) ou às multidões se quisermos estudar a sua atuação em situações de catástrofes (incêndios, terremotos, tsunamis, tufões), em comportamentos de protesto e de violência, em manifestações políticas ou em revoluções, e realizar experiências através da simulação social, para descobrir os melhores modelos que nos aproximem da realidade. A criação de medidas irá ajudar a perceber como os diversos grupos se devem organizar (formas, padrões) para atingirem os seus objetivos com maior eficácia, e também para caracterizar a complexidade inerente a estas situações. Assim, a Lição abordará aquele quadro servindo-se da explicação analítica para defender uma aposta científica nas Ciências do Artificial.

Plano da última lição

“Se eu não morresse nunca! E eternamente
Buscasse e conseguisse a perfeição das cousas!”
Cesário Verde (1855-1886).

Esta lição, sobre a interdisciplinaridade e a inovação educativa, foi pensada para ser dada em apenas 45 minutos. Não é regular, mas especial, pois o seu objetivo foi servir para um ato de jubilação que não ocorreu na UL, mas na UFRGS/II do Brasil. Não é, também, uma exposição de um MOOC (Massive Open Online Course), para estar disponível na Internet e servir uma população global de alunos universitários. Porém, vive em 3 movimentos curtos de 15 minutos (1-2, 3-4, e 5-6), o tempo de uma unidade de aula teórica universitária, e isto para não cansar os seus supostos participantes (em vídeo ou ao vivo, o tempo normal de concentração visual e auditiva máximo é de 20 minutos, ou seja o tempo de uma palestra TED). Um leitor (ou um estudante) poderá abordar em 3 momentos, cada um com um par de capítulos, questionando ou respondendo às perguntas do professor, e depois fazendo algum trabalho complementar, de aprendizagem e de aquisição de mais informação em computador na Internet.

Não é uma aula teórica clássica, auto-contida e fechada. Impõe algumas leituras posteriores, e alguma reflexão prévia sobre os tópicos abordados. No ensino tradicional poderia ser preparada antecipadamente por um estudante, com a leitura de alguns capítulos dos livros de apoio, e o apontamento de perguntas, a fazer ao professor ao vivo, num caderno normal. No ensino moderno (online) exige leituras complementares, algum trabalho para casa (teste, quiz, resolução de problemas) e a feitura de resumos sobre o pensamento das matérias abordadas. A ordenação dos macro temas, a subdivisão em temas parciais, e as cartas cognitivas (mapas mentais) com os relacionamentos possíveis. As dificuldades de compreensão deverão ser identificadas e ligadas às referências bibliográficas, assim como a lista das perguntas em aberto que se colocam no fim dos cinco componentes da lição.

Qualquer lição deve ser construída através da explicitação do seu objetivo, dos resultados esperados de aprendizagem, da quantidade de tempo que exige ao estudante, das aptidões que ajuda a desenvolver, e também dos conhecimentos e saberes que fornece.

Perfil da lição

Objetivo: Ajudar a estar em movimento (dinâmica) pelo campo de disciplinas, fazendo da interdisciplinaridade (nas ciências da complexidade e na ciência cognitiva) um jogo de vai-e-vém (dinâmica); encontrar as fronteiras; e, montar pontes, abrir veredas, cavar trincheiras e pensar “fora-da-caixa”.

Resultados de aprendizagem: fazer soltar o pensamento, agilizar as conexões, motivar as excursões, e preparar a atenção.

Tempo investido: 5 horas.

Aptidões a potenciar: abrir pontos de vista sobre os problemas; confrontar as aplicações informáticas com técnicas avançadas e gerar reformulações daqueles problemas. Em suma, estimular e acelerar a inovação, a criatividade, o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas e o trabalho colaborativo.

Conhecimentos: Aceder ao estado da arte da Inteligência Artificial, ouvindo alguns factos recentes sobre a evolução da tecnologia, acompanhando os saltos entre disciplinas (ambiente multidisciplinar, com realce para a ciência cognitiva e a ciência da complexidade), e visitando alguns dos seus impasses e dificuldades atuais.

Não é normal um aluno universitário português trabalhar o conhecimento de uma aula à priori e à posteriori (indo às bibliotecas, pois a Internet não chega), e deste modo procura-se aqui também alertar os leitores para a complexidade do trabalho regular sobre o conhecimento veiculado numa aula de uma disciplina (unidade curricular) universitária, e para a disponibilidade de ferramentas complementares (eg. MindMup, Clickers) para interagir com o professor, e de consolidar aptidões (vulgo, “skills”), muito úteis para organizar, arrumar e explorar o auto-conhecimento de cada um.

Este texto deve-se entender mais como um guião detalhado do professor e a ser posteriormente servido em PowerPoint, que aqui se dispensa de tornar acessível. O leitor é desafiado a montar a sua construção, com a mesma alegria com que um artista plástico se deslumbra a erguer uma instalação ou a fabricar uma composição fotográfica em Mac, através da inclusão de elementos gráficos adequados (incluindo algum vídeo clips, acessíveis no Google Video e Images).

1. Início

“Sempre a fazer perguntas, não para encontrar respostas,
mas para saber até onde as perguntas nos conduzem.”
Lesley Hazleton (1945-).

Fazer a Última Aula (no contexto do fecho/jubilação de uma carreira universitária) pode ser visto como um adeus, mas pode ser muito mais do que isso. Certamente, diferencia-se das séries de lições (Lecture Series) ou das Masterclasses, em cinema ou em arquitetura, realizadas no fim de uma carreira ou mesmo durante alguma homenagem. Para mim, é um testemunho de que algumas coisas em que me envolvi não foram completamente ensinadas (o caso do Portefólio da disciplina de Inteligência Artificial, renovado anualmente, e acessível aos alunos em cada ano letivo na página Moodle, que visou enquadrar os alunos no espírito adotado pelo professor), e por isso nada melhor do que deixá-las agora escritas, para ensaiar explicá-las melhor e de forma quase definitiva. Neste caso em vez de ser por via oral, como é norma na jubilação, optei por fazer um pequeno livro onde irei defender as ideias que fui desenvolvendo, ainda nas Universidades onde aprendi, e depois pela vida fora nas instituições onde trabalhei. Tudo se resume à discussão da inter e da multi-disciplinaridade, que no caso da engenharia dos saberes se traduz pelas várias danças entre os campos do conhecimento: imitação, encaixe, sobreposição, entrelaçamento, vai e vêm, pontes, atalhos, trilhos ou mesmo erupção de novos ilhéus.

Ao optar pelo material escrito consegui evitar a exibição e obter a privacidade num tempo onde a exposição é cada vez mais inquietante (e não só através das redes sociais). Numa idade avançada, o desejo à renúncia, à reclusão, é naturalmente imperial. O desafio consiste em transmitir um saber, em o conseguir escrever e descrever (alertas para os ex-alunos, agora já em posições docentes). Centrar a atenção sobre a enunciação de um problema, e não sobre uma simples narração. Olhar para a literatura, as fições em particular, sem receio que elas perturbem a reflexão. As narrativas, pelo contrário podem nos levar para outros lugares e paisagens, oferecendo desafios, estímulos e dificuldades, tal como os quebra-cabeças. Por exemplo, o tema da resolução de problemas provoca-me desde 1970, quando me iniciei pela primeira vez na Inteligência Artificial, através dos livros do (Slagle, 1971) e do (Nilsson, 1971) e com a direção do Luis Moniz Pereira. Os problemas foram sempre iniciadores/ativadores para pequenas viagens de pensamento.

No início de um novo século, aceleraram-se os desenvolvimentos e os progressos dos nossos saberes em várias disciplinas que se foram acomodando em redor da Inteligência Artificial (IA). Do mesmo modo que ocorreu com a Biologia nas décadas de 60 e 70, em particular na Biologia Molecular (Weiner, 2000), onde se revelaram tijolos simples, como o tempo, o amor ou a memória, também na Ciência Cognitiva (Anderson, 2009) e na

Neurobiologia (Damásio, 2010), os saltos em frente têm sido notáveis, na última década, como o repensar da consciência e da mente, e as intrusões no cérebro via a Neuroengenharia. As Ciências do Cérebro, as Ciências da Complexidade (Kaufman, 2000; Mitchell, 2011) ganharam muito com isso, mas sobretudo o que conseguimos compreender foi muito mais extenso, e isso permitiu, por exemplo, conhecer os diálogos que a mente tem amiúde com o corpo (trabalhos na CMU sob a direção do professor Tom Mitchell com objetivo da leitura das mentes e indo além da Aprendizagem Mecânica), ou mesmo a natureza do Eu e da consciência, e os seus lugares no corpo, no contexto da Neurobiologia (Damásio, 2010). Mitchell pretende prever o que estamos a pensar no cérebro, encontrando precisamente as palavras ligadas aos nossos pensamentos, numa colaboração com a neurologia.

Vejamos o diálogo mente-corpo através do caso de uma tetraplégica que há 5 anos recebera um implante (“chip”) no cérebro), e que tinha 58 anos (ver Nature, May 16, 2012). A equipa liderada por Leigh Hochberg, da Universidade de Brown (EUA), explorou o Sistema BrainGate, permitindo que a doente comandasse mentalmente um braço robótico para levar a palhinha de uma coca-cola aos seus lábios e beber. Outras experiências têm permitido o comando de uma mão e dos seus dedos, através dos nervos, e da articulação do braço com uma prótese, ou seja as interfaces cérebro-máquina permitiram já avanços notáveis no homem e em animais. Uma destas interfaces ajudou que um rato detetasse a luz infravermelha via o sentido do tato. As interfaces cérebro-cérebro transmitem informação de um rato para o outro, permitindo ao animal no fim do eixo de recepção realizar tarefas sem treino. Aquela linha de investigação, graças aos implantes, facilitará a reabilitação de doentes com enfartes e com Parkinson.

No MIT, o professor Ed Boyden inventou uma técnica que permite o estudo dos circuitos cerebrais, abrindo novos caminhos na investigação das Neurociências: um interruptor genético para ligar e desligar neurónios com feixes de luz. Com este trabalho, as frases “o cérebro é um computador”, “o Eu também é computação”, “do ponto de vista evolutivo é essencial ter algum tipo de processo capaz de construir histórias e narrativas”, “já é possível introduzir informação num cérebro”, “o cérebro pode ter uma parte biológica e outra informática” passam a ter sentido de novo.

Gene → Neurónio → Cérebro → Comportamento

No imediato, assistimos a saltos mais simples nas interações entre a aprendizagem, a procura e o raciocínio (e à fusão das 3 técnicas), apoiadas na representação do conhecimento, nas misturas e associações de técnicas em geral (por exemplo, representação do conhecimento, procura e planeamento), e de que resultaram produtos como o Siri do SRI e Apple (no iPhone 4) ou o Watson (2011) da IBM, ou ainda filmes como o Avatar (2009) de James Cameron, que exigiu 10 anos de espera pela disponibilidade de computadores, com maior poder de cálculo e de memória para automatizarem a dinâmica de uma batalha e a possibilidade de combinar

atores humanos com agentes artificiais (com alguma capacidade de expressão facial para transmitir emoções) em ambientes artificiais (iluminação de bocados do mundo inventado de Pandora) gerados por computador (sequências fílmicas com 800 personagens geradas por computador num servidor Tesla GPU S1070, onde os cálculos conseguiram ser 25 vezes mais rápidos do que o habitual).

A digitalização da informação, graças a uma série de técnicas (“rendering”, “blending”, “morphing”, frequentemente exploradas em animação fílmica ou em jogos de computador), potencia hoje em dia o recurso a centenas de milhares de duplos artificiais pelo cinema e a construção de efeitos especiais (veja-se no YouTube o GTAIV – Euphoria Physics Engine), facilitando a produção de um filme, diminuindo muito os orçamentos, e completando à posteriori as filmagens (ligação mental por um operador humano avatar; criação do mundo novo de Pandora e interação com ele). Os mundos artificiais, a computação e a animação gráfica 3D (captura do movimento) encontram-se disponíveis já através de muitas empresas, como a Weta Digital.

O Senhor dos Aneis (2001-03), de Peter Jackson, foi um bom exemplo, no início do século XXI, recorrendo a ferramentas como o MASSIVE de Stephen Regelous para gerar as cenas de batalha, ou os movimentos de estranhos animais. Cada agente anda, corre, salta, combate. Encontra, identifica e envolve-se em combates com o inimigo; ganha e vive, ou perde e morre. O cérebro de cada agente tem entre 6.000 e 8.000 nós lógicos (neurónios) e obedece a uma lógica vaga. Cada agente evolui segundo regras, formas do comportamento, e características que lhe são próprias: traços de carácter e atributos pessoais, construídos em níveis, onde a combinatória produz depois milhares de guerreiros todos diferentes, por exemplo, gigantes, anões, boa vista, pele escura, etc. A personalidade liga-se à raça, às dimensões, à morfologia. O carácter poderá ser alterado quanto à agressividade, ao medo ou à força. As ações (lista de 350) incluem espada para cima, espada para baixo, um passo em frente, um passo para trás (1 segundo cada), determinadas pela diversidade do cérebro (100 a 8.000 nós lógicos definem as regras de comportamento), e garantindo uma boa comunicação com o ambiente. E, existem ainda regras para perceber, interpretar, responder, decidir, agir, controlar a agressão, o estilo de luta, e o movimento através de um terreno diverso. As regras são divididas em grupos, que definem o controle de agressão, o estilo de luta, a movimentação sobre o terreno, etc.

Como não é possível prever o resultado final da animação, foram feitos vários testes, e daí na montagem poderão cortar “um humano e um orc que estavam frente a frente gritando um para o outro mas sem lutar”, os “guerreiros que abandonaram a luta, e se afastaram em direção oposta até saírem de cena”. Ou seja, são eliminados todos os fragmentos de comportamentos azarados, e que não interessam à fição em causa.

O grupo do professor Demetri Terzopoulos, da Universidade da Califórnia em

Los Angeles, perto de Hollywood, com o apoio da Sony, tem vindo a trabalhar, misturando a Computação Gráfica com a Inteligência Artificial para dar maior credibilidade às caras dos atores artificiais na expressão dos seus sentimentos, e graças ao movimento dos músculos das faces (olhos, boca), o que implicou conhecimentos fortes de Anatomia, dos músculos e tendões, e da estrutura das camadas da pele (vejam-se os artigos e os video clips no seu sítio da Internet).

Na Biologia Molecular podem descobrir-se investigações recentes que nos podem interessar. As bactérias usam mecanismos de sensibilidade ao número suficiente (“quorum sensing”), habituais em qualquer assembleia geral para tomar decisões quanto ao que fazer a seguir (Miller e Bassler, 2001). As bactérias são entidades sociais que comunicam entre si através de uma linguagem (AI-1, AI-2) para coordenar a sua atividade, incluindo o ataque ao hospedeiro, o que significa o início de uma doença. Por detrás daquela decisão está a capacidade de calcular as forças dos dois lados em presença, escolhendo o momento exato para agir quando possuem mais poder. Este mecanismo poderá levar à criação de medicamentos pro-bióticos.

Os agentes artificiais inteligentes, a representar um papel num filme de Hollywood, recorrem também a uma linguagem para comunicar entre si, sendo capazes de negociarem para atacarem um castelo ocupado pelo inimigo, colaborando uns com os outros e agindo como se fossem um coletivo. Podem manifestar emoções, crenças, desejos e intenções, isto é serem não só inteligentes, mas também cientes do ambiente que os envolve (veja-se o filme Transcendence de Wally Pfister (2014), onde se fala de máquinas (“sentient machines”) que além de possuírem alguma inteligência, são também criativas e com alguma consciência, uma espécie de cérebros artificiais).

Q1: Concentre-se na Visão e no significado de ver. Que disciplinas, de áreas distintas, escolheria para aprender mais sobre o seu funcionamento? Como acha que elas interatuam para apoiar a construção da visão artificial?

2. Mapa de viagens

“A vida é um caminho de sombras e luzes. O importante é que se saiba vitalizar as sombras e aproveitar as luzes.”
Henri Bergson (1859-1941).

Depois de partir, não se volta para trás, a não ser que haja uma força maior. Só se devem inventar as rotas, preparar as velas para ser desfraldadas a qualquer momento, e conservar os cabos bem arrumados para o que vem aí (cuidado com a mistura dos cabos para não se enrolarem com os pés dos marinheiros). Convém manter a calma, o sangue-frio e pedir ajudas apenas nos momentos difíceis que virão de certo. Não basta ter conhecimento, é preciso praticar o seu uso (treino), sempre, e em problemas diversificados. Experimentar sem parar. Para depois o aproveitar da melhor maneira, em situações que sejam as mais variadas possíveis, automatizando comportamentos. Estas são regras elementares de qualquer Marinha.

Sem mapas não há achamentos, descobrimentos, coisas novas. Os mapas cativam conhecimentos vários e são as muletas dos que ousam fazer. Impulsionam movimentos para a frente, abrem a coragem ao desconhecido. Foram as ferramentas que os portugueses adotaram para partir. Mais a água, o vinho, o bacalhau e o limão. E, jamais se partiu sem o pão, o azeite e o alho.

Na década dos 80, logo a seguir ao meu treino para me tornar doutor, comecei a interessar-me pelos agentes guiados por objetivos e baseados em regras de produção (conhecimento), num tempo em que os computadores começavam timidamente a deixar de estar isolados e os sistemas informáticos apenas falavam com os seus utilizadores através de mensagens escritas nos teclados e visualizadas em monitores, muitas vezes graças a menus e através de interfaces pobres (veja-se a HCI ou Human-Computer Interaction). Os corpos não me motivavam, e muito menos os órgãos ou as suas funções, e pensava simplesmente, sobretudo, em formas e estruturas. Apenas as mentes me interessavam, e estas exigem sempre valores e qualidades, que têm sido nos últimos anos razão para o meu trabalho. Por exemplo, a moral é capaz de regular os comportamentos sociais e as interações entre os agentes.

A mente é um órgão de compreensão que molda e coordena sensações e ideias, transformando a caótica multiplicidade da experiência numa unidade organizada de pensamentos. Pode ser uma imensa coleção de agentes, segundo Minsky (1986), que realizam um leque de funções, tais como esperar, prever, reparar, lembrar, rever, actuar, depurar, comparar, generalizar, exemplificar por analogia, simplificar, e outras tarefas cognitivas. E, ainda, segundo Damásio (2010), a mente é um fluxo de imagens mentais, representadas em mapas neuronais. Se juntarmos o Eu à mente obtemos uma mente consciente.

Ora, pensar em agentes em vez de sistemas foi uma mudança que ocorreu nos anos 80 na Inteligência Artificial, e devo ao Gabriel Lopes ter-me forçado nessa direção (na Europa, durante o ECAI-1988 em Munique, tive a oportunidade de presidir a um debate sobre a relevância da agência, e dando o pontapé de saída para a entrada desta temática na Europa). O enfoque começou logo nos estados da mente de um agente, e como ponto de partida nos objetivos e nos conhecimentos (Coelho, 2014). Com a minha aluna Graça Gaspar, passei às crenças, aos desejos e às intenções. Depois, o Milton Corrêa levou-me para as expectativas e as esperanças, e ensinou-me a condicioná-los com atributos, controlos e leis de combinação (todos descritos numa tábua de estados mentais à la Mendleief). Com o Luis Botelho entrei nas emoções, e na computação afetiva. Juntei ainda os valores com o Luis Antunes para enfrentar as escolhas durante a deliberação, recorri às cartas cognitivas da tomada de decisão com o Jorge Louçã, à vontade, para o agente se tornar interventivo e ativo, com o Francisco Coelho, e voltei à sua administração (regulação e parametrização dos estados da mente) com o José Cascalho. O José Castro Caldas motivou-me para a escolha na tomada de decisão e a Rosa Vicari explicou-me porquê a área da Educação era um terreno de eleição para a computação e as tecnologias da aprendizagem na ajuda dos alunos (por exemplo, aprender a pensar criativamente e criticamente com exemplos, “feedback”, e de modo repetitivo).

Atribuir estados (mentais) a uma máquina é apropriado quando isso expressa a mesma informação acerca da máquina daquela que é expressa sobre uma pessoa. A atribuição ajuda-nos a compreender a estrutura da máquina, o seu comportamento passado ou futuro, e, depois, como repará-la ou melhorá-la.

Mais recentemente, com o Rocha Costa e o Paulo Trigo, descobri que a moralidade não é mais que um pensar em contexto social (nós pensamos para agir, mas pensamos moralmente quando se trata de intervir em sociedade, e não sermos penalizados por más condutas ou chamados de mal educados). Ultimamente, acho que tudo isto, esta construção artificial de agentes, necessita de consciência e, ainda, de identidade (assinatura do agente). Logo, os agentes para serem inteligentes precisam de saber evoluir, de ganhar mais poder (vontade) e de assumirem a responsabilidade de quem são. As arquiteturas BDI (Belief-Desire-Intention), surgidas no fim da década de 80 com (Bratman, 1987) não chegam para tudo isto, pois contemplam apenas um raciocínio de tipo prático (RP), dirigido à ação, de meios e fins (a técnica popularizada pelo sistema General Problem Solver de Newell, Shaw e Simon em 1959)!

Um RP tem dois processos computacionais: 1) decidir que estado queremos atingir (deliberação) e o resultado é a escolha, e 2) decidir como queremos atingir esse estado (raciocínio de meios-fins), e o resultado é um plano. Um agente BDI é constituído por uma série de componentes (unidades) interrelacionadas, que representam as modalidades interligadas: unidades mentais, para caracterizar as crenças, os desejos e as intenções, e unidades

funcionais, para o planeamento e a comunicação. A intenção é a atitude que controla a conduta. E onde está a decisão? Na construção de uma ordem parcial, através de alguma regra de preferência, ou da filtragem (para reduzir os candidatos) e de uma função de utilidade.

Crenças + Desejos → Intenções

Neste modelo existem dois níveis, no 1º nível, as intenções e os planos anteriores colocam problemas e fornecem um filtro para as opções que são as soluções potenciais desses problemas; e, no 2º nível, as razões desejo-crença entram como considerações para serem depois pesadas (com valores) na deliberação entre as opções relevantes e admissíveis.

E, os seres humanos habituaram-se a enfrentar tudo o que gira à sua volta com muito bom senso, o qual tem resistido ao longo dos anos em progredir rapidamente. Os trabalhos de John McCarthy dos anos 50, sobre a formalização do senso comum com a Lógica, tiveram a continuação de alunos de Marvin Minsky nos anos 60 e 70, e depois só, no começo deste século, dois outros alunos deram passos em frente, (Singh, 2005) com uma ferramenta de “crowdsourcing” baseada nas nuvens (projeto Open Mind Common Sense), e Catherine Havasi em torno de uma grande base de conhecimentos sobre a Web que levou à criação de uma fundação tecnológica, a Luminoso Technologies. Esta “start up”, com fins comerciais, permitiu levar o senso comum para a análise de textos (“Text Analytics”; veja-se também o interesse da Google em “Big Data” (mega dados) e a criação do Google Analytics). O livro Emotional Machine de (Minsky, 2006) e as suas discussões com Aaron Sloman, graças ao apoio da IBM, foram só pequenos empurrões no sentido de dar visibilidade a este tema, aliás sem grandes consequências. Numa outra direção apareceu o grande projecto de IA CALO (Cognitive Assistant that Learns and Organizes), dirigido por Adam Cheyer do Stanford Research Institute, com 25 universidades por detrás e a participação do professor Pedro Domingos da Universidade de Washington. Aqui a aprendizagem mecânica é nuclear, ligada às tecnologias da Web Semântica e ao processamento de língua natural, e em torno da “Big Data” (veja-se o esforço da Google Research sobre este tema e a presença de um outro português, o professor Fernando Pereira naquela unidade de I&DE). O tema das grandes massas de dados e conhecimentos exige não só as tecnologias da procura e da inferência, mas também as do reconhecimento da voz (acesso a padrões em BD’s com conversas faladas entre telemóveis) e da imagem (acesso a fragmentos de filmes em descrições do que foi visto anteriormente).

Nos anos 90, com o Luis Botelho saltei da racionalidade para as emoções e isso levou-me para o domínio do público, para o teatro das exteriorizações, para o lado das escolhas/preferências, e, ainda para a tomada de decisão (veja-se o filme AI de Steven Spielberg, de 2001). O que pretendia era dotar aqueles agentes com o domínio do privado (interiorizações) e da subjetividade, fazê-los ser indivíduos aptos a viverem em sociedade com

outros agentes e também com os seres humanos, e capazes de serem influenciados pelos outros, embora também os influenciando. Agentes responsáveis merecem ser confiáveis, e que os homens os encarreguem de realizar tarefas cada vez mais difíceis em ambientes tão complexos como os da Internet, onde as redes sociais nos obrigam a ser cautelosos e a desconfiar de tudo e de todos. Mas, isto foi antes do tempo próprio para estas inovações serem completamente compreendidas.

Margareth Boden, em 2011, optou por uma outra perspectiva ao fazer uma leitura crítica do livro *Braintrust* de (Churchland, 2011). “Se sentimos bem-estar é porque estamos confortáveis”, o que nos leva para a convicção de que a explicação científica dos valores morais humanos está longe de ser simples e direta (uma relação de causa-efeito), e que a moralidade pode não estar apenas ligada (enraizada) às nossas disposições comportamentais (virtudes)! Boden foi mais em profundidade colocando em dúvida a crença de David Hume (1739) de que podemos derivar uma obrigação moral de “um é”, e que o pensamento dedutivo é muito relevante na nossa vida moral. De facto, Boden conclui que, os nossos problemas morais não precisam da dedução, mas sim da satisfação de restrições e, algumas vezes, do pensamento analógico e da aprendizagem associativa.

Seja um exemplo simples do que considero ser um exercício interdisciplinar. Peguemos num quebra-cabeças clássico, o dos missionários e canibais, os quais querem todos atravessar um rio, recorrendo a um barco com dois lugares e sem provocar problemas em volta (Regra: se os canibais estiverem em maioria face aos missionários podem pensar em comê-los). Começemos pelo seu enunciado e a separação entre o que são os dados, as restrições e os objetivos a alcançar. Podemos pegar neste passatempo (uma espécie de jogo) e olhá-lo como se fosse um problema.

Em Inteligência Artificial, identificamos os meios e as regras (ou os operadores), que serão necessários para nos conduzir numa viagem, do início (os dados) até ao fim ou alvo (a solução). Para trabalhar na resolução de problemas temos de escolher uma descrição do conhecimento, onde o espaço da resolução ou da procura seja o dos estados (instantes do jogo), apresentados através do modo como descrevemos cada um desses instantes, por exemplo o tuplo de 3 elementos (M,C,B), onde M significa o número de missionários, C o número de canibais, e B o lado onde o barco está (margem esquerda ou direita), e a isto chama-se representação do conhecimento. Os instantes vão ser ligados, num grafo, por arcos, que descrevem os passos da viagem de resolução, de um estado para o seguinte, até ao objetivo, para passar todos de um lado para o outro do rio sem precalços.

O mapa ou grafo (uma espécie de grelha a 2D) dar-nos-á o comportamento do jogador, através dos percursos ou atalhos que engendrou para otimizar o percurso da viagem. Um tal comportamento qualificará o jogador. Se passarmos para as Neurociências, estaremos mais interessados em

identificar quais os mecanismos cerebrais que serão necessários para produzir o jogo ou a resolução, e em descobrir que benefícios nos podem trazer os jogos para a nossa vida. Se passarmos para a Biologia, e trabalharmos com animais, como os ratos ou os cães, focaremos o significado dos fenómenos de multi-funcionalidade, que atrás desprezamos, e as diferenças que existem entre as várias espécies de animais. O olhar para o cérebro que joga (brinca) poderá levar-nos aos limites das Neurociências, e a refletir sobre os modos como os jogos formatam os cérebros, abrem a imaginação, e fortalecem a “alma” destes animais (Pellis e Pellis, 2010)!

Em apêndice aponto para a interação entre um estudante de doutoramento e o seu orientador, e revelo o jogo que se constroi apoiado na relação de orientação e ao longo da viagem pelo conhecimento. É um jogo de regras, e onde cada um dos intervenientes deve gozar com o prazer de descobrir e de enfrentar riscos e incertezas. Gerir o tempo, recorrer a mapas, adoptar heurísticas e outras técnicas de procura, faz-nos lembrar a resolução de problemas da Inteligência Artificial.

O interesse dos MOOC's não se restringe apenas à democratização do ensino, levando através da Internet os bons professores até onde estão pessoas interessadas em saber (veja-se a palestra da professora Daphne Köller da Universidade de Stanford na TED via YouTube). Existe algo mais no recurso às tecnologias em geral para ajudar os estudantes a aprender (veja-se como o jornal The Guardian explora esta temática via o Higher Education Network, o Learning and Teaching Hub, e o blog de Donald Clark), colocando-os em ambientes e contextos capazes de os entusiasmar. As tecnologias podem potenciar as aptidões dos alunos na compreensão, na análise crítica e na memória, além de automatizarem o vai-e-vém na resolução de um problema, e de facilitar a avaliação dos exames dos estudantes, incluindo possibilitar a auto-avaliação. Os MOOC's podem libertar os professores de repetirem lições, permitindo uma interação diferente com os alunos, mais rica e efetiva. Como será o ensino, em geral, em 2020? E, o universitário? Penso que terá mais alegria, que arrastará os estudantes para situações de jogo, para os desafios em ultrapassar as dificuldades e os obstáculos, realimentando os azares em responder mal (aprender com o erro), e tendo em conta a colaboração.

Em Apêndice incluímos Trabalho para Casa na forma de exemplos para o leitor estimular a atividade de pensar.

Q2: Consideremos o caso de animais como o cão. Na Etologia Cognitiva realizam-se experiências sobre a Teoria da Mente apoiada em situações de jogo onde se observa um cão a desafiar outro para uma brincadeira através de sinais inequívocos (“attention-getters” seguidos de “play-signals”) e da tomada de posições que permitam essa mesma comunicação. Poderemos afirmar que desse jogo social se deverá inferir que os cães têm estados mentais como desejos e intenções (a série televisiva Encantador de Cães

(“Dog Whisperer”) de Cesar Millan mostra-nos que os cães, mesmo sem falar, são mais complexos do que poderíamos alguma vez pensar).

Q3: O ponto apontado por Boden, durante a discussão do último livro da Patricia Churchland, quanto à dedução e à Moral é sedutor. Em primeiro lugar porque sugere o recurso às regras de exceção para caracterizarem a moralidade e depois à satisfação das restrições, à analogia e à aprendizagem, o que pré-figura os modos embrulhados como os seres humanos de facto pensam quando deliberam para se comportarem (moralidade) numa certa situação. Isto leva-nos para a falta de conhecimento que temos quanto ao funcionamento do nosso cérebro e às dificuldades da ressonância magnética e de outras técnicas de imagiologia mais recentes para esclarecerem este imbróglio. Isto conduz-nos à falta de uma teoria da moralidade convincente. Pense nisto. Explique porque é que nós achamos certos comportamentos mais recompensadores do que outros.

3. Cruzando fronteiras

“Um vírus ineficiente mata o seu hospedeiro.
Um vírus inteligente fica com ele.”
James Lovelock (1919-).

Um problema complexo não jaz confortável numa única disciplina. A maior parte das vezes habita na fronteira entre duas disciplinas e impõe um diálogo e algum consenso sobre o que fazer em seguida. Quase sempre somos forçados a perspectivas/olhares enviesados, para o “pensar fora da caixa”, aberto, e para alguma inovação na abordagem global. Quer isto dizer que a criatividade e a serendipidade (veja-se o filme *Serendipity* de Peter Chelsom, 2001) são frequentes: fazemos descobertas, por acidente e sagacidade, de coisas que não estávamos mesmo à procura (Lehman e Stanley, 2011).

Peguemos na cena do filme *Titanic* (1997) de James Cameron quando o navio começa a partir-se e os passageiros a salvarem-se de qualquer maneira. A cena é filmada com uma câmara artificial, num computador, sendo o barco e os passageiros também objetos digitais. Aqui o que interessa é entrar em comunicação com as emoções dos espetadores, puxá-los para a ação e envolvê-los, através da perspectiva capturada pela câmara, aliás colocada num sítio que teria sido impossível de atingir se tudo fosse real.

Fala-se por isso de acidentes felizes ou de surpresas agradáveis quando nos empenhamos a percorrer os campos do conhecimento, e as interiorizações são frequentes para serem aproveitadas mais tarde (o nosso senso comum). Logo este género de fazer impõe naturalmente alguma aprendizagem, que passa por: 1º) a descoberta de problemas adequados, 2º) o conhecer as suas características e propriedades, e 3) o encontrar as relações que possamos explorar.

Ao olhar-se para os problemas, e a sua resolução, há que descobrir o seu carácter multidisciplinar (exigem múltiplas disciplinas), interdisciplinar (exigem vários atravessamentos, eventualmente movimentos de vai-e-vém entre disciplinas), transdisciplinar (exigem uma visão holística de relacionamento entre todas as disciplinas e de forma coerente), e, finalmente, o cruzamento disciplinar (exigem explicar-se uma disciplina com os termos da outra).

Hoje em dia as disciplinas estão arrumadas em agrupamentos, tais como as Ciências da Computação (Sistemas Distribuídos, Redes de Computadores, Computação Gráfica, Inteligência Artificial, Segurança, Bases de Dados,...), as Ciências do Cérebro (Neurologia, Psiquiatria, Neurocirurgia,...), as Neurociências (Neurofilosofia, Neurobiologia, Neuropsicologia, Neuroeconomia, Neuroengenharia, Neurociência Social,...), a Ciência da Cognição (Filosofia, Psicologia Cognitiva, Psicologia Evolucionária, Psicologia Social, Antropologia, Inteligência Artificial, Linguística, Neurociências), as

Ciências do Artificial (Inteligência Artificial, Vida Artificial,...), ou mesmo as Ciências da Complexidade (Dinâmica e Análise de Redes Sociais, Modelação Baseada em Agentes Inteligentes,...). No caso das Neurociências é frequente a junção de duas disciplinas para inaugurar um novo campo de conhecimento.

Viajar exige disciplina e muito método. Quando o atravessamento é feito a dois (mestre/orientador e discípulo/aprendiz), todos os cuidados são poucos para se chegar são e salvo, porque existem perigos e diversões, em particular um desejo de ler tudo e de pensar cada vez mais em profundidade. Hoje em dia é notória a cultura pobre do aprendiz e a sua falta de perspetiva histórica. Os estudantes lêem menos, sabem pouco sobre o que aconteceu nos campos do conhecimento, e preferem pensar/buscar em largura. Ora, as inovações e os saltos em frente exigem preparação e saber sobre o que e como se fez. Por vezes, a pressa é má conselheira e inibidora de contribuições realmente originais. É conveniente quando se inventa procurar bem e arranjar prova da novidade. Na partida, os viajantes/navegadores devem estar fortemente motivados para a dureza do trabalho e o esforço em escavar até ao fundo. Não basta os dois se conhecerem bem, por vezes alguma dose de amizade é favorável para estabelecer uma boa comunicação e afastar os fantasmas das incompreensões. Na frente os desafios irão ser variados e o ambiente por onde irão passar é excitante e exigente. As perguntas abertas e as explicações irão ser frequentes e os problemas muitas vezes ficam meio resolvidos. Voltar para trás pode ser habitual, para fechar o que ficou entre-aberto. Por exemplo, no domínio dos agentes inteligentes é bom não esquecermos que há um triângulo de qualidades, mentalidade (pensamento), emotividade (escolha e decisão), e sociabilidade (comportamento moral). Mas os dois viajantes necessitam, muitas vezes, de ter um saber prático que alie a inteligência emocional à vontade moral.

Ao saltar de disciplina para disciplina existem vários problemas que sendo interessantes são difíceis de descortinar, ora porque se encontram nas fronteiras, ora porque estão encostados aos limites do campo. Por isso costuma ser bom recorrer a algumas divisas, que funcionam sempre como lembranças de coisas que fizemos mal pelo menos uma vez. Steve Jobs costumava lembrar-nos do “foco e simplicidade”, e eu uso sempre a máxima da navalha de Occam “Postula nunca mais entidades do que as que são necessárias para explicar algo” e também a da simplicidade “Postula o menor número de princípios necessários para explicar uma coisa”. Peter Drucker costumava lembrar “O difícil não é encontrar a resposta certa, mas sim a pergunta adequada”. Ou seja, inquirir exige perguntar, esgravatar, e ser rigoroso na feitura da investigação.

A ciência opera frequentemente junto ao que já se conhece e à beira do desconhecido. Por isso, existem perguntas que nos costumam acompanhar na viagem: O que é uma teoria? O que é uma explicação? Como podemos avaliar teorias em competição? E, qual é o papel da modelação computacional (Gilbert e Troitzsch, 2005)?

Existe um método que me acompanhou sempre e que consiste em partir do objetivo (como compreender um mecanismo), avançar uma hipótese e começar a experimentar num protótipo, ou esboçar uma teoria, construir um modelo e desenvolver uma arquitetura, e voltar depois para trás até que as coisas estejam a funcionar. Ou seja, os quatro princípios para atacar dificuldades, a saber: compreender o problema, esboçar um plano, levar acabo o plano, e tornar a olhar para ele para o reformar ou para ampliá-lo, são indispensáveis.

Em Apêndice inclui-se um conjunto de notas soltas sobre a atividade de pesquisar, apenas para recordar a um aluno de doutoramento o que não deve esquecer quando inicia a sua viagem pelo conhecimento, na companhia do seu supervisor.

Q4: Perante um problema muito complexo recorrer a recursos multidisciplinares parece lógico. Porquê?

4. Enfrentando o futuro

“Uma força menor aplicada persistentemente é igual a uma força maior.”
Wilhelm Leibniz (1646-1716).

Em inícios do século XVI, mais propriamente em Março de 1508 e a 3 de Fevereiro de 1509, as forças navais portuguesas estacionadas no Índico e as forças navais coligadas do Egipto mameluco, do sultanato do Guzarate e do reino de Calecute enfrentaram-se nas batalhas de Chaul e a do canal de Diu para discutir o controlo das rotas das especiarias. Os portugueses alcançaram uma vitória esmagadora, acabando por aniquilar a força expedicionária egípcia.

Chaul e Diu (no Guzarate) foram as primeiras grandes batalhas navais da Era Moderna onde a artilharia passou a desempenhar um papel decisivo. Com Chaul e Diu os portugueses seguraram, no Índico, o domínio do alto mar, ficando com as mãos livres durante cerca de 100 anos para aumentar e consolidar o seu poder na costa da Índia e estender a sua presença ao Golfo Pérsico, ao Mar Árábico, e ainda ao Sudoeste Asiático (Monteiro, 2013).

Passados 500 anos, em Janeiro de 2014 uma equipa chefiada pelo professor Jorge Louçã foi durante um semestre dar aulas das Ciências da Complexidade (no âmbito do programa de Mestrado/Doutoramento em Ciências da Complexidade aplicadas às Organizações da FCUL/ISCTE) no Indian Institute of Technology em Gandhinagar, no Estado de Guzarate, um dos 28 da União Indiana. E, isto no contexto de um movimento de aproximação e cooperação universitária virado para o futuro.

Portugal tem todo o interesse em organizar movimentos de enlace com os povos que encontrou ao longo da sua história. Não só para os ajudar, mas para trocar, algo que está na sua matriz mais original, recorrendo ao mar onde desenvolveu a epopeia dos seus descobrimentos e achamentos. Explorar e procurar são também duas técnicas da Inteligência Artificial que evocam depois as formas de representar o conhecimento, o raciocínio e o planeamento do que vier em seguida (Ribeiro, 2014).

Todos nós evoluímos alterando os nossos comportamentos ao longo do tempo. Existem três grandes forças orientadoras, a saber: a adequação (adaptamo-nos às mudanças através das restrições), a competição (ultrapassamos os concorrentes sendo melhores ou diferentes, invenção (inovação ou imitação). Darwin ensinou-nos como isso foi feito pelas espécies, ao longo de milénios, propondo a sua teoria da evolução no século XIX.

Na Inteligência Artificial começou-se por construir sistemas dirigidos por objetivos, capazes de fazer coisas (tarefas) usando conhecimentos. Foi a época da engenharia do conhecimento, onde as máquinas de inferência

realizavam raciocínios consultando uma base com dados e outra com conhecimentos. Depois fizemos os robôs decidir, andar (passo a passo, como o robô ASIMO da Honda), ver, sentir (tatear), cheirar, ouvir e falar uma língua, escrita ou oral. Simultaneamente construímos a compreensão da língua, o reconhecimento e a reprodução dos sons. Os robôs passaram a conversar entre eles e com os seus utilizadores, a traduzir uma língua noutra, ou jogar futebol. Como agiam, também representavam papéis e assumiam funções nos serviços, nas fábricas, nos tribunais ou nos hospitais. Raciocinavam, monitoravam, pensavam, administravam e criticavam. Passaram a planear, a aprender e a adquirir conhecimentos sozinhos. Começaram a guiar aviões ao lado dos pilotos, automóveis em cidades, a viajar no espaço e a viverem em planetas longínquos (Marte). Com engenho e arte iniciaram um longo desafio de enfrentar as dificuldades do complicado: das rotinas para as situações muito complexas.

Herbert Simon começou por fazer uma aposta em 1960: seria possível em 10 anos um programa ganhar um jogo de xadrez a um grande mestre. Não foi, e durou mais tempo do que uma década. Só em 1997, a IBM com o seu Deep Blue ganhou ao Gary Kasparov. Hoje em dia, um programa em laptop é capaz de o fazer. Em 2011, a mesma IBM com o Watson ganhou na televisão Americana, e em direto, o jogo do Jeopardy (responder as perguntas de um certo domínio, por exemplo desporto, buscando num base de dados e recorrendo a probabilidades para ordenar as respostas como as mais plausíveis, pela força das evidências descobertas) aos dois melhores jogadores humanos, que anteriormente se tinham consagrado como vencedores. Este feito singular levou a IBM a fazer evoluir o Watson para a saúde pública, em particular o diagnóstico de uma doença, o cancro. O programa está ainda num hospital da costa leste a treinar-se para este objetivo.

As duas últimas décadas (a do cérebro e a da mente) promoveram avanços espetaculares, mas ainda insuficientes para nos ajudarem a obter respostas para perguntas intrigantes como estas: Como as mentes constroem novas ideias? Como aprendemos com as experiências? Como fazemos para raciocinar e pensar? Porquê conservamos tantas crenças sobre as quais temos tão poucas evidências? Como trabalha a nossa imaginação? O que é o amor, a atração, a compaixão, e outras emoções? O que são os objetivos, os valores e os ideais?

O que está por detrás destes êxitos? 58 anos de trabalho duro, com alguns erros e desilusões, persistente e com estratégia, visando o longo prazo. A disciplina da IA é muito mais nova do que a Filosofia, a Matemática, a Física ou mesmo a Biologia. Mas tem progredido graças às interações, à colaboração com muitas outras (Psicologia, Sociologia, Antropologia, Engenharia, Linguística, Neurociências,...), à construção de pontes, veredas por onde marchar mais depressa, cavando trincheiras, invadindo as fronteiras, e sobretudo ajudando a pensar fora da caixa.

Nos últimos anos, a IA regressou aos tópicos que são hoje pertinentes para enfrentar o difícil e o complicado, como a Teoria dos Jogos (na Segurança, Economia e Ciências Sociais), e ao Desenho de Mecanismos para inventar novos meios de perfurar o que está por detrás das doenças e do funcionamento de organismos, e assim contribuir para melhorar a Saúde Pública.

Neste movimento pela digitalização do mundo (nas comunicações, no entretenimento, na educação, na saúde), em direção à globalização, é interessante como as empresas dominantes, Google (adquiriu a Skybox Imaging, Boston Dynamics, DeepMind Technologies), Apple (adquiriu Spotsetter, Snappy Labs, Topsy, Cue), ou Microsoft (adquiriu recentemente a Yahoo, Skype e Nokia), têm vindo a enfrentar o futuro. Se formos procurar na Internet as aquisições/fusões dos últimos anos (na Wikipedia) descobrimos a estratégia de longo prazo daquelas empresas e os modos de competirem entre si.

Apple: Análise de dados (“Analytics”), Semicondutores, Mapas, Reconhecimento de voz.

Google: Realidade aumentada, Computação em nuvem, Comércio eletrónico, Segurança na Internet, IA, Robótica.

Microsoft: Computação em nuvem, “Analytics”, Automatização do lar.

Por exemplo, após a Apple colocar no seu iPhone o processamento da voz (inclusão do Siri e do TrapIt), a Google respondeu logo com o Google Voice e a Microsoft, mais recentemente, com o Cortona, e, ainda, outras entraram no jogo, como a SkyPhrase (norte-americana), a iFlyTek (chinesa) e a DoCoMo da NTT (japonesa).

Q5: Como se explica que a recente discussão entre Noam Chomsky (na revista norte-americana The Atlantic, de Novembro de 2012) e Peter Norvig (diretor da Google Research respondeu apoiado nos desafios da “Big Data” e recorrendo a Claude Shannon, o pai da Teoria da Informação), em torno das técnicas do processamento da língua natural, com mais ou menos recurso à Estatística (veja-se a outra disputa, entre Chomsky e Norvig, na Internet via Google e YouTube)? O que está por detrás deste embate de ideias?

Q6: Considerando outras empresas, como a sul-coreana Samsung (adquiriu a Unity Technologies, a Green Throttle Games, a Everything.me) e vem tentando competir com a Apple, que entretanto comprou a Beats Electronics, como interpreta o seu foco, aquando de aquisições centradas em memória e no sistema operativo Android?

5. As ideias para depois

“De vez em quando, quando isso me interessa, copio-o.”
Eduardo Souto Moura, referindo-se a Dominique Perrault, 19 de Maio de 2014.

O que é a natureza humana, e como é que ela influenciou os grandes escritores, como Tolstói e Dostoiévski, a pensarem os conflitos, as relações de dependência, e os seus humores e paixões? Uma mente é capaz de amar, sentir medo, tristeza, alegria, inveja ou mesmo de ter ciúmes, mas também de perdoar ou mesmo de ter compaixão. A mente muda-nos a conduta, porque vivendo em sociedade somos obrigados a ter atenção aos que nos envolvem e a levar em conta os seus problemas e dificuldades. A sobrevivência leva-nos a defendermo-nos das agressões, e a compensarmos os que nos ajudam, pois somos seres cooperativos. Há assim um espaço próprio para os sentimentos sociais, como o altruísmo ou a empatia. A compaixão conduz-nos ao sofrimento, mas também à carência dos outros. Choramos porque sentimos a perda de alguém, e quando estamos perto dos amigos expressamos a nossa alegria. Damos afeto porque iremos mais tarde ter necessidade de afeto também de outros, para vencermos outras dificuldades e ganharmos alento para enfrentarmos a vida. Os animais (gorilas, chimpanzés e bonobos) fazem o mesmo (De Waal, 2006).

Como usar estes sentimentos sociais para construir condutas éticas e políticas? O estar em sociedade fez evoluir qualquer animal. A moralidade é necessária à vida mesmo dentro de um grupo social, e é moldada pelas culturas e seus valores. "Um ficou ferido e os outros vão ajudá-lo...", pois sabem que mais tarde, ou mais cedo, vão precisar também de ajuda. O bem e o mal são necessários para regular os comportamentos (as religiões nascem, impondo valores, diversificando os sistemas morais)! Mesmo os animais precisam da confiança. Sem ela ficam mais indefesos e morrem mais depressa.

Necessidades + Recursos → Objetivos

Há uma geometria para o desejo? Se entendermos a geometria como a ciência das propriedades e das relações de grandeza no espaço, então ao descrevermos as paixões amorosas do livro *O Vermelho e o Negro*, de Stendhal, podemos encontrar um jogo entre o Eu e o Outro, que não é linear, mas sim triangular pois existe um mediador que se mexe ao longo da narrativa, ora se aproximando de um ou do outro. René Girard fala disto, desde 1961, não só pegando em Stendhal, mas também em Proust, Flaubert, Cervantes, Dostoiévski, e observa as narrativas onde a sociedade é apenas um reflexo do que acontece no amor. Vai mais longe quando salta para a guerra e lê Clausewitz. Descobre as leis do desejo (“no nascimento do desejo, a terceira pessoa está sempre presente”), identifica o papel da distância a separar o mediador do sujeito desejado, isola os mecanismos como o da imitação, o da cópia, e pensa sobre a dialética entre o Eu e o

Outro. Na desconstrução da maquinaria por detrás dos comportamentos vai além do modo como fazemos as escolhas, e aponta para alternativas ao recurso à utilidade, em particular a relevância da imitação (Girard e Chantre, 2011).

Na cinematografia digital, o filme *Memento* de Christopher Nolan (2000), sobre a memória, é um belo exercício sobre o arranjo da estrutura de uma ficção. O realizador constroi uma narrativa não linear, operando um equilíbrio entre estilo (linguagem visual) e forma, e recorrendo a elementos meta ficcionais. Usa movimentos de voltar atrás no tempo, a perspectivas husserlianas (“tudo é um produto da minha mente”), invade a subjetividade das personagens, e motiva constantemente o espetador a fazer perguntas.

Para se atingirem os objetivos mais ambiciosos, por vezes temos de estar preparados para os abandonar. Este princípio tem sido defendido por (Lehman e Stanley, 2011), e constitui a base da Novelty Search (NS), uma forma de computação evolucionária que se baseia em subverter a ideia das funções de adequação. Estas funções, ditas de objetivo, medem o progresso para um objetivo, no espaço de procura, mas através do engano podem impedir aquele objetivo de ser alcançado, aumentando a complexidade. Esta tecnologia está a ser usada experimentalmente para estudar e olhar em profundidade para os comportamentos miméticos (Antunes et al, 2014).

No Livro da Consciência (“Self Comes to Mind”), António Damásio fala da construção de novos mecanismos, de estruturas, de processos, de dispositivos, de padrões e de imagens, por detrás do Eu, e que são necessárias para a construção dos sentimentos e da consciência. Revela também a interação profunda entre o cérebro e o corpo, através de sinais (químicos, neuronais), de “drives” (empurrões), motivações, estímulos e emoções (o comportamento pode-se complicar muito). O cérebro cria o comportamento e a mente, e constrói a simulação corporal (problema mente-corpo), enquanto a consciência é o resultado da junção de uma função do Eu à mente (Damásio, 2010).

Estímulos
Empurrões → Ações
Motivos

A função do Eu orienta o conteúdo mental para as necessidades do nosso organismo (cérebro e corpo) e assim produz a subjetividade. A função do Eu é o aparecimento no processo de projeção visual (mente) de mais um elemento virtual, um protagonismo imaginado para os nossos acontecimentos mentais. A consciência é muito mais do que simples vigília (“awareness”), e para alguns envolve a atenção e a memória! Ao procurar a sua estrutura, Damásio encontra três camadas do Eu, o proto-Eu, o Eu nuclear e o Eu autobiográfico, e este último está associado ao sentido do passado e à identidade. Esta descoberta significa que nos agentes artificiais precisamos de trabalhar mais sobre as identidades (Dimas e Prada, 2013), e que isso nos

levará a investir também na sua consciência, ou seja há uma interconexão entre a subjectividade, o Eu, a consciência e a identidade. Qualquer identidade (pessoal e social) constroi-se, ao longo do tempo, suportada naquilo que um agente faz (é), e enredada nos valores e convicções que vão sendo adquiridas.

Valores

Necessidades de uma personagem →

Atos

As emoções são um sinal revelador da consciência (o cinema aparece como uma metáfora da consciência). Existe uma diferença entre os sentimentos e as emoções, pois por detrás das emoções temos reações, comportamentos públicos que ocorrem no teatro do corpo, enquanto no caso dos sentimentos temos ideias, percepções que tivemos emoções, as quais são privadas e ocorrem no teatro da mente. As emoções e as reações relacionadas estão alinhadas com o corpo. Os sentimentos estão relacionados com a mente. Há um encadeamento,

Pensamentos → Emoções → Sentimentos → Pensamentos

onde os pensamentos amplificam os estados emocionais! A tristeza (emoção negativa) diminui a velocidade do pensamento, e a alegria aumenta a velocidade do pensamento. Os pensamentos disparam as emoções. As emoções corporais transformam-se no tipo de pensamentos que chamamos sentimentos. Claro que os pensamentos estão na origem dos comportamentos:

Pensamentos → Atos → Comportamentos

Nascemos com a compaixão? Damásio diz que não. Aprendemos, no social, a tê-la! A apreciação toma a forma de uma matriz complexa de reações fisiológicas, a qual é descrita no cérebro. A partir desse mapa surge um sentimento como "uma ideia do corpo quando é estimulado por um processo emocional."

Na empatia, o que está em causa é a capacidade para alguém se identificar com a outra pessoa, de sentir e partilhar o que ela sente, de querer o que ela quer, de aprender como ela aprende. A moralidade, segundo (Churchland, 2011) é toda acerca da empatia e nasce na biologia de um cérebro: "Os cérebros evoluíram para fortalecer os laços sociais e para termos confiança". Contudo, a moralidade não é inata como defendia Hauser, nem é um sistema abstrato. É algo engendrado pelos nossos instintos. A compaixão e a admiração são capazes de ancorar os sistemas morais. E, estão acima das emoções básicas (medo, receio, fúria) capazes de nos fazer apenas sobreviver, prestando mais atenção ao que nos cerca.

Uma outra temática, a do poder, tem-me absorvido nos últimos anos, envolvendo a orientação de teses de doutoramento (a de Francisco Coelho e

uma em curso, a de Carlos Lemos). Iniciado por Cristiano Castelfranchi, professor da Universidade de Siena e investigador do ISTC/CNR italiano, em Roma, nos anos 90, este tema envolveu no início a reflexão sobre a dependência, essencial para montar o raciocínio social de um agente. A Teoria da Dependência apareceu então como alternativa à Teoria dos Jogos, e um caminho para entender o mecanismo das escolhas. Em 2012, foi organizada na Arrábida uma Workshop sobre Complexidade, Poder e Liderança que procurou, de uma forma interdisciplinar e dentro do campo das Ciências da Complexidade, esclarecer os desafios e as dificuldades que se enfrentam.

Nas Ciências da Complexidade (o Santa Fe Institute, nos EUA, é o centro de I&DE mais destacado a nível mundial, estando o Instituto de Ciências da Complexidade português ligado à rede da Sociedade Europeia de Ciências da Complexidade, a ECSS, e à European Conference on Complexity Sciences; outro instituto a destacar é o francês ISC-PIF, de Paris, ligado à rede mundial de formação em complexidade, a CS-DC UNESCO UniTwin entre universidades) estudam-se os sistemas compostos de muitas entidades (do mesmo tipo ou de tipos diferentes) as quais interagem entre si e de múltiplas formas. Dentro da complexidade podem escolher-se várias aplicações associadas ao poder, aparecendo a guerra como uma delas, nas vertentes de conflito e combate, com variantes como as demonstrações, as manifestações de protesto, a guerrilha urbana (destruições de Londres) e as revoluções (casos da Tunísia, Itália, Egipto, Espanha e Ucrânia). Tradicionalmente, os modelos baseados em equações foram os mais explorados (apoiados na centralização), e mais recentemente os modelos baseados em agentes (e redes) ganharam mais apoio (apoiados na distribuição), em virtude de se usarem os computadores pessoais para se realizarem as simulações sociais.

A investigação em progresso aborda algumas questões pertinentes: Como as grandes manifestações se constituem e como se transformam em confrontos violentos? Como as demonstrações, em geral, mudam o panorama social e político)? Através de que medidas se podem compreender, prever e mesmo controlar? Questões como estas cruzam-se com a Dinâmica das Multidões, com o esvaziamento de um estádio de futebol, ou com o desenvolvimento de incêndios em florestas, abrindo o leque de potenciais catástrofes.

Neste domínio de segurança e defesa interessa calcular a relação entre o potencial de conflito, as manifestações de rua e a escalada de violência, e assim avaliar com rigor a legitimidade do poder instalado. Por isso, os modelos incluem as variáveis sobre a legitimidade e o ressentimento, vários tipos de agentes (manifestantes passivos, ativos, violentos, polícias e jornalistas/fotógrafos) em dois cenários típicos (parlamento com escadaria e praça aberta), onde se revelam padrões de formação dos polícias em ação para impedir a violência.

Q7: A instabilidade política internacional, a nível global, exige novos

instrumentos de previsão que possam alinhar o futuro. Que ideias avança para a sua concepção artificial? E, que papel está reservado para o estudo dos mecanismos do desejo?

6. Fim

“Se consciência significa memória e antecipação,
é porque consciência é sinónimo de escolha”.
Henri Bergson (1859-1941).

“...O número de patentes e de registos de marcas portuguesas no Instituto Europeu de Patentes teve, em 2013, um dos crescimentos mais elevados da Europa, que elevou Portugal do 40º lugar, que ocupava em 2012, para o 36º lugar na classificação mundial composta por 50 países. Mas o que não mudou significadamente foi transformar esse conhecimento em valor, em produtos, em soluções, em empregos, em riqueza. Portugal continua a ser um país de média/baixa tecnologia e quando se chega à economia pura e dura é o PIB que se recusa a aumentar, é o desemprego que se recusa a ir embora, são as importações, as dependências...” escreveu Renato Morgado, no Público de 16 de Maio de 2014, sobre o desenvolvimento científico e educacional português, e defendendo um ensino diversificado, contra a massificação, e que seja capaz de potenciar o aparecimento de elites.

O Sistema Nacional de Ensino Superior, além de estar superdimensionado confunde os estudantes ao misturar vários objetivos de educação, tais como pretender ser universal, e formador de elites, de académicos, de intelectuais, e de profissionais. Não defende as Escolas Politécnicas, nem as Escolas Profissionais, garantindo toda a sua dignidade, não orienta pais e alunos a proteger lugares de formação essenciais para o país, e não percebe que uma escolar primária é tão imprescindível como uma faculdade. Pelo contrário, deixa em liberdade as praxes como se elas fossem úteis. Acresce que não informa convenientemente a sociedade, em geral sobre as necessidades do país em quadros superiores, técnicos, e em portadores de especialização num ofício, agrupando na mesma sala de aulas alguém que quer ser mecânico de automóveis, com outros que querem ser engenheiros fabris, professores do ensino superior, professores do ensino secundário, investigadores, vendedores, funcionários da administração pública, etc. (a confusão é frequente em Portugal: não há bachareis, só licenciados; e o nome de doutor é aplicado, sem critério, a um licenciado, a um médico, e também a alguém doutorado). Deste modo, muitos estudantes desesperam nas aulas, começam a faltar em maior número, recusam-se a participar normalmente (dizem que podem ser gozados: o “bullying” é mais frequente do que se pensa), e engrossam o grupo de desempregados sem qualificação, enquanto que outros que se doutoram são obrigados a emigrar para o estrangeiro. O país não planeia o que fazer com o seu capital humano, tratando-o mal e com desprezo. Esbanja dinheiro que gasta na formação de pessoas (presume que nunca o contabilizou, por dar muito trabalho) e que outros países aproveitam gratuitamente. Parece um contrasenso e é!

O capital humano tem sido desprezado nos últimos anos em Portugal. Apenas uma exceção, a de Maria de Lurdes Rodrigues que desenhou o

Programa Novas Oportunidades, quando existiam 500 mil jovens com menos de 24 anos e que não tinham o 9º ano ou o secundário. E, para lhes dar a possibilidade de qualificação para o crescimento económico e o desenvolvimento social do país. No que respeita o indicador “Capacidade de reter talentos”, o país ocupa a posição 111 entre 148 países (Relatório do Capital Humano do Fórum Mundial de 2013). Nos indicadores “Qualidade das instituições de investigação” e “Disponibilidade de investigadores e engenheiros” ocupamos as posições 20 e 16. O IMD, divulgou em Maio último, o relatório anual sobre a competitividade a nível mundial num universo de 60 economias: Portugal está na posição 43 (em 2010 estava em 37). Ainda no Expresso de 7/6 de 2014, Gonçalo Brás clama por uma mudança de estratégia ao olhar para os dados do inquérito ao potencial científico e tecnológico nacional de 2012 da DGEEC e concluindo que “a despesa afeta à I&D (setor público e privado), a preços correntes, entre 2009 e 2012, diminuiu cerca de 10,7%, sendo que o seu peso no PIB recuou de 1,64% (2009) para 1,50% (valor provisional de 2012). Os sucessivos relatórios do OE permitem concluir que a despesa do Estado com a educação, em % do PIB, entre 2009 e 2013, recuou quase um ponto percentual. A execução orçamental, com base nos dados da DGO, permite-nos concluir que, entre 2009 e 2012, em termos nominais, a despesa do Estado em educação diminuiu 22,16%, aproximadamente”.

Quer isto dizer, que o desenvolvimento do país está ameaçado pela austeridade, e que o discurso tímido sobre o crescimento contrasta ainda com a realidade da forte saída de quadros para o estrangeiro, desde 2012. Lino Fernandes faz figas para que possa haver uma segunda oportunidade em 2015, apoiando-se na análise dos últimos 30 anos, onde a formação de investigadores (a produção de doutores) e a I&DE marcaram pontos positivos, abrindo uma janela de esperança (Fernandes, 2014). No entanto, o livro escrito em 2010 (e com muitos dados até 2010) não cobre o período de 2011-14, do presente governo, e trágico para o país, pelas políticas de desinvestimento, de destruição da classe média, de humilhação dos funcionários públicos e dos professores, e de desemprego massivo.

Neste quadro atual podem e devem as universidades ter um papel mais ativo e interventor na vida nacional, sendo inovadoras e criativas. A sua autonomia, embora minimizada pelo poder, permite aos docentes ser imaginativos e empreendedores no que respeita a colocarem estas instituições ao serviço dos anseios da população em geral e das empresas em particular, nomeadamente visando a resolução clara de grandes objetivos, que como fantasmas têm pairado durante anos e anos sobre nós. O recurso a novas maneiras de ensinar (com ou sem MOOC’s, à aprendizagem ativa, à interdisciplinaridade, ao recurso à experimentação em laboratório de inovação e criatividade) pelos professores, a novos modos de estar com os estudantes, e à intervenção dinâmica dos dois corpos na sociedade em geral, é bem vinda, com ou sem cobertura do Conselho de Reitores. É disso exemplo, o grande projeto de um novo aeroporto de Lisboa, capaz de ajudar a TAP a potenciar o seu valor no Brasil, e assim ajudar as

exportações nacionais (do Rio Frio para Alcochete, depois o seu enterro por causa da grande despesa) e o desenvolvimento do país.

Infelizmente, tem imperado uma política de adiar, para mais tarde, de destruir em vez de construir, de parar em vez de continuar, de suspender, ou de mudar em vez de melhorar. Apenas um exemplo. Destruuiu-se a construção naval, enfraqueceu-se a frota de pesca, acabou-se com a marinha mercante, esqueceram-se os portos. Afastámo-nos do mar. Agora, voltamos de novo a ouvir um discurso onde o nosso futuro está no mar (será por causa do alargamento do Canal do Panamá?). Retirando um período curto, antes das eleições, onde se prometem coisas avulso e se fingem ouvir as populações, no resto do tempo não se estudam os nossos problemas com rigor e não se opera uma convergência de opiniões. E, jamais se ouvem as universidades portuguesas e se aproveita o seu valor instalado.

Nos últimos anos o interesse por uma Inteligência Artificial Geral (AGI) tem aumentado, a nível mundial, graças aos progressos sobre a compreensão do cérebro e da mente, nas Neurociências e na Ciência Cognitiva. Deste modo o projeto de um agente inteligente foi crescendo muito além da capacidade de raciocínio (fazer inferências lógicas, sintetizar e interpretar informação, reconhecer semelhanças e diferenças), abarcando a visão das situações sociais (julgar e fazer previsões precisas), a percepção moral com aptidões intuitivas (sobre os costumes, as histórias pessoais e relacionais), o poder de corrigir e rever (manutenção da verdade) para governar os juízos e a inteligência emocional, capaz de orientar o raciocínio e o cálculo dos valores das opções, e de suportar finalmente a decisão.

Este aproximar da natureza humana vai no sentido de dotar a deliberação com um processo colaborativo (clarificação do seu ponto de vista e possibilidade de expandir os horizontes, ficando aberto às perspetivas dos outros), de desenvolver a identidade (ir além das circunstâncias presentes e da possibilidade de incluir expectativas sobre o futuro) do agente, e de ampliar a sua capacidade de julgamento, com a compreensão do passado e à luz do futuro, o que implica a presença de um Eu, e, naturalmente, melhores maneiras de fazer opções.

A escolha da FCT ao privilegiar a saúde (vejam-se os cargos de secretário de estado da ciência, presidente da FCT e presidente do Conselho Nacional de ciência todos ocupados por médicos) como a política de ciência (vejam-se as quebras no financiamento dos projetos de I&DE, nos últimos anos, e na atribuição das bolsas para doutoramento e pós-doutoramento), congelando por agora as TIC's, contrasta com o aproveitamento da oportunidade de juntar as componentes clássica e técnica da UL, pondo mais em contato as ciências e as engenharias com a medicina. Será que vão potenciar o Instituto de Medicina Molecular e a sua colocação junto ao Hospital Santa Maria? Ou, pelo contrário, virar-se-ão para o semi-público e o privado? Será que a FCT percebeu já que o aumento de rendimentos não se deve mais à acumulação de capital, mas ao progresso tecnológico, isto é ao aprender a fazer as coisas

melhor?

Ouvindo o norte e o sul (por exemplo, na SIC Notícias), as vozes são unânimes em criticar a terra queimada, a destruição de equipas, a diminuição de massas críticas, tão difíceis de alcançar, e de afastar os jovens do país, ao manterem-se as elevadas percentagens de desemprego (cerca de 36% em abril de 2014) até aos dias de hoje. Será que teremos uma segunda oportunidade?

A resposta a estas questões é simples, pois perante a adversidade e as grandes dificuldades só existe uma direção natural a escolhermos: ousar lutar, ousar vencer.

Referências

- Adamatti, D., Dimuro, G. e Coelho, H. (Eds.) *Interdisciplinary Applications of Agent-Based Social Simulations and Modeling*, IGI Global, 2014.
- Aleksander, C. et al. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Constructions*, Oxford University Press, 1977.
- Anderson, J. R. *Cognitive Psychology and its Implications*, Worth Publications, 2009.
- Antunes, L., Nunes, D. e Coelho, H. *The Geometry of Desire*, Proceedings of the AAMAS, Paris, 2014.
- Axelrod, R. *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, 1984.
- Bak, P. *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*, Springer-Verlag, 1996.
- Benjamin, W. *The Arcades Project*, Harvard University Press, 1999.
- Berners-Lee, T. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*, Harper Collins, 1999.
- Boden, M. *Braintrust: What Neuroscience tell us about Morality*, Times Higher Education, May 5, 2011.
- Bratman, M. E. *Intentions, Plans, and Practical Reason*, Harvard University Press, 1987.
- Caraça, J. e Cardoso, G. *Ideias Perigosas para Portugal, Propostas que se Arriscam a Salvar o País*, Tinta da China, 2010.
- Churchland, P. *Braintrust: What Neuroscience tells us about Morality*, Princeton University Press, 2011.
- Coelho, H. *Inteligência Artificial em 25 Lições*, Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.
- Coelho, H. *Sonho e Razão, Relógio d'Água*, 2ª Edição, 1998.
- Coelho, H. *Explorações, Ligações e Reflexões (Rede de 30 anos de pesquisas em IA com sentido prático)*, Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- Coelho, H. *Teoria da Agência, Arquitetura e Cenografia*, Grupoa, 2014 (a aguardar publicação no Brasil).
- Damásio, A. *O Livro da Consciência, A Construção do Cérebro Consciente*, Temas e Debates, 2010.
- De Waal, F. *Our Inner Ape, The Best and Worst of Human Nature*, Granta Books, 2005.

De Waal, F. *Primates and Philosophers, How Morality Evolved*, Princeton University Press, 2006.

De Waal, F. *Our Inner Ape: A Leading Primatologist Explains Why We Are Who We Are*, Riverhead Books, 2006

Diamond, J. *The World Until Yesterday, How Can We Learn From Traditional Societies?*, Penguin Books, 2012.

Darwin, C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, Dover, 2006.

Dimas, J. e Prada, R. *Dynamic Identity Model for Agents*, Proceedings of the MABS 2013, 14th International Workshop on Multi-Agent-Based Simulation, Saint Paul (USA), May 6-7, 2013, Springer LNAI 8235, 2014.

Epstein, J. M. e Axtell, R. *Growing Artificial Societies, Social Science from the Bottom Up*, The MIT Press, 1996.

Epstein, J. M. *Generative Social Science in Agent-Based Computational Modeling*, Princeton University Press, 2007.

Fernandes, L. *Portugal 2015: Uma Segunda Oportunidade?*, Gradiva, 2014.

Gilbert, N. e Troitzsch, K. G. *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, 2005.

Girard, R. *Deceit, Desire and the Novel, Self and Other in Literary Structure*, The John Hopkins University Press, 1965.

Girard, R. e Chantre, B. *Achever Clausewitz*, Frammarion, Champs Essais, 2011.

Hauser, M. D. *Moral Minds: How Nature Designed our Universal Sense of Right and Wrong*, Abacus, 2008.

Hume, D. *Treatise of Human Nature*, Clarendon Press, 1978 (1^a edição 1739).

Johnson, S. *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software*, Penguin Books, 2002.

Kauffman, S. A. *Investigations*, Oxford University Press, 2000.

Lehman, J. e Stanley, K. O. *Abandoning Objectives: Evolution through the Search for Novelty Alone*, *Evolutionary Computation*, 19 (2): 189-223, 2011.

Lemos, C., Coelho, H. e Lopes, R. J. *Agent-based Modeling of Social Conflict, Civil Violence and Revolution: State-of-the-art-review and further Comments*, Proceedings of EUMAS 2013, Toulouse, December 12-13, 2013.

Lopes, F. and Coelho, H. (Eds.) *Negotiation and Argumentation, Fundamentals, Theories, Systems and Applications*, Bentham Books, 2014.

- Lorenz, K. *On Aggression*, Routledge, 1966.
- Miller, M. B. e Bassler, B. L. Quorum Sensing in Bacteria, *Annual Review of Microbiology*, Vol. 55: 165-199, October 2001.
- Minsky, M. *The Society of Mind*, Simon and Schuster, 1986.
- Minsky, M. *The Emotion Machine, Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*, Simon and Schuster, 2006.
- Mitchell, M. *Complexity: A Guided Tour*, Oxford University Press, 2011.
- Monteiro, A. S. S. *Batalhas e Combates da Marinha Portuguesa, Volume I Poder Naval à Escala Planetária 1139-1521, 3ª Edição do Autor*, 2013.
- Negroponte, N. *Being Digital*, Vintage, 1996.
- Newell, A., Shaw, J. C. e Simon, H. Report on a General Problem-Solver, *Communications of the International Conference on Information Processing*, pp. 256-264, 1959.
- Nilsson, N. J. *Problem-Solving Methods in Artificial Intelligence*, McGraw Hill, 1971.
- Nilsson, N. J. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*, Morgan Kaufmann, 1998.
- Pellis, S. e Pelis, V. *The Playful Brain: Venturing to the Limits of Neuroscience*, Oneworld Publications, 2010.
- Perry, J. Can the Self Divide?, *Journal of Philosophy* 69, pp. 463–488, 1972.
- Perry, J. (Ed.) *Personal Identity*, University of California Press, 1975.
- Ribeiro, J. M. F. *A Economia de Uma Nação Rebelde*, Guerra & Paz, 2014.
- Russell, B. *Human Society in Ethics and Politics*, George Allen & Unwin, 1954.
- Russell, S. e Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Pearson, 3rd. Edition, 2010.
- Singh, P. *EM-ONE: An Architecture for Reflective Common Sense Thinking*, MIT PhD Thesis, 2005.
- Slagle, J. R. *Artificial Intelligence, The Heuristic Programming Approach*, McGraw Hill, 1971.
- Spencer-Brown, G. *Laws of Form*, Allen & Unwin, 1969.
- Tavares, G. M. *Atlas do Corpo e da Imaginação*, Caminho, 2013.
- Thaler, R. H. e Sunstein, C. R. *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*, Penguin, 2009.

Thompson, D. On Growth and Form, Dover (1st. edition, 1917), 1992.

Weiner, J. Time, Love, Memory, Faber and Faber, 2000.

Wilson, E. O. Consilience: The Unity of Knowledge, Knopf, 1998.

Trabalho para casa

Uma das operações de pensamento, mais habitual, é aquela que procede pelo estabelecimento de ligações, de pontes, ou de analogias malucas. E, porquê? Ela permite potenciar e ampliar o campo das possibilidades, ao colocar tudo em relação com quase tudo, ao “pensar fora da caixa”. Isso permite sorrirmos com as hipóteses que geramos enquanto pensamos, algumas incríveis pois desafiam o nosso próprio bom senso. Ao inovarmos, ao sermos criativos libertamos os nossos complexos de errar, e deixamos-nos levar pela intuição, gelando a racionalidade, e indo por ali quase ao acaso.

Os exemplos seguintes são trabalho para casa, para obrigarem a fazer viagens de leitura e reflexão crítica.

Exemplo 1: a fabricação de um Atlas, segundo Gonçalo M. Tavares

Amontoado de fragmentos (máquina de produzir inícios), que começam amiúde, e de forma arbitrária. Começar ali equivale a interromper uma tarefa aqui, noutra lado. O leitor fica livre, sendo convidado a passear pelo Atlas (distribuidor de começos ou de caminhos, e uma espécie de coleção de exposições de saberes especializados ou de objetos de pensamento: o mundo é feito para poder ser incorporado num atlas). Como obra do pensamento, o Atlas recorre a conceitos e instala dois espaços, um de conhecimentos e outro de reflexões. Um tal dispositivo dá forma visual ao saber, sem esquecer o seu material de eleição, o pensamento: pensar como mudar de posição, de perspectiva, circulando em volta à espera de descobrir um modo de entrar.

Exemplo 2: a geometria das caminhadas dos caçadores-recoletores é semelhante à de muitas outras espécies no mundo natural

O estudo do padrão das caminhadas de um grupo de caçadores-recoletores, à procura de alimentos, revelou que a sua estratégia dominante, a que define os seus trajetos, é a mesma de muitas outras espécies animais (abelhas, tubarões) e corresponde a um padrão aleatório bem conhecido (Lévy walk): a pessoa anda ao acaso, deslocando-se numa série de pequenos movimentos no interior de uma certa área, para depois efetuar uma deslocação mais longa para uma outra área, e assim por diante. Esta estratégia é a melhor (padrão presente durante a nossa história evolutiva) quando se tratam de descobrir recursos que não se encontram uniformemente distribuídos no meio ambiente (acontece com recursos alimentares disponíveis num meio natural). Este padrão também surge em ambientes urbanos, quando nos deslocamos para o trabalho ou para fazer as compras de Natal: damos passos curtos

numa dada área e a seguir passos maiores para passar para outra área de procura. Os caçadores decidem conscientemente para onde vão, e recorrem à memória e às características do mundo à sua volta, mas mesmo assim o padrão surge no seu processo de procura.

Exemplo 3: olhar para um quebra-cabeças

Usar o enunciado original da Torre de Hanoi, e de forma analógica, construir um outro problema mas referente a uma situação real, de um quotidiano normal. Este exemplo ilustra a vulgarização do raciocínio analógico no dia-a-dia dos seres humanos (caso do trabalho numa clínica médica, onde o diagnóstico de uma doença pode envolver mais de um especialista médico).

Exemplo 4: explorar os sentidos segundo Steve Paxton e a propósito da dança

Será que a forma como pensamos o corpo, como concebemos o seu funcionamento, afeta o modo como o corpo funciona? Arranjam-se 3 recipientes, um com água quente, outro com água fria, e um outro com água normal.

Primeiro, coloca-se a mão esquerda na água fria, e a mão direita na água quente. Depois, colocam-se ambas as mãos à temperatura normal.

Através desta experiência percebe-se que a mão pode viajar através do corpo. As mãos contam duas histórias diferentes e ao mesmo tempo. Sente-se a mente a amostrar uma mão e a sua realidade, e depois a mudar as alusões mentais para a outra mão e a sentir a sua realidade.

A mente é a ferramenta para tomarmos consciência das mudanças., por exemplo ligadas ao movimento. (Sugestão: veja o filme Barry Lydon de Stanley Kubrick para perceber a dança das emoções).

I&DE: Arte de pesquisar em toda a parte e em grupo

“O difícil é fazer entrar a superfície na profundidade.”
Céline (1894-1961).

Divisa

Ousar pensar, ousar vencer.

Como se passa de aprendiz a sênior, sob a direção de um mentor (supervisor, orientador) num espaço de procura orientado por “problemas”?

Em primeiro lugar, um estudante de doutoramento tem de descobrir os seus objetivos a alcançar de modo autónomo e livre, de um ponto de partida e num certo mapa do nicho disciplinar abordado. Os objetivos/desejos e os dados (início) têm de ser contextualizados através de um levantamento demorado dos conhecimentos existentes (estado da arte) sobre o problema a resolver. Em segundo lugar, há que descobrir os meios (métodos, técnicas, processos) para viajar entre o início e o fim da viagem de descoberta. Naturalmente, nessa viagem existe a necessidade de construir pontes, para ligar pontos (estados), atalhos vários com heurísticas, e ser capaz de explorar o espaço de procura escolhendo os melhores caminhos a percorrer em profundidade e largura. A ideia do mapa é complementada pela montagem de demonstrações com a ajuda de protótipos. Isso facilitará a experimentação de ligações, o aparecimento de analogias, de associações, de intuições, e de ideias. Por detrás, o orientador deve dispor de infraestruturas para suportar todo o empreendimento, libertando o aprendiz para se concentrar no trabalho e planear os passos a dar. A disciplina é essencial, assim como a persistência, a vontade e a humildade, sem esquecer, claro, a gestão do tempo.

Mais à frente, são necessárias contribuições originais e significativas (novos conhecimentos), a ser avaliados pelos pares do orientador (especialistas) em congressos e revistas, comparações com o que foi feito antes (o passado), e, ainda, distinções entre o novo e o velho. A identificação das singularidades no mapa é interessante para revelar a visão global sobre a situação da área de investigação. Possuir sólida cultura científica é desejável.

Quebrar mistérios é a atividade de um investigador. Completar um doutoramento significa assim saber desenhar o futuro, organizando um projeto, estabelecendo estratégias e recorrendo a táticas para operar com o presente. Estas aptidões associam-se a outras, tais como arranjar uma visão meta, explorar relações, misturar técnicas e ferramentas, e, sobretudo, exercitar a síntese. Deste modo, será possível descobrir o que falta fazer, em que se apostar (preferências), isto é calcular o que pode ser feito e em quanto tempo.

Quando um doutor começa a repetir o seu orientador tem de prestar muita atenção, porque ganha a competência e o à vontade, entrou numa fase

seguinte, onde o que importa agora é a individualização plena, a inovação, a diferença e a mestria única. Sem atrair novos estudantes, construir grupos, montar projetos, buscar a confiança e o respeito, internacionalizar-se, ser reconhecido e referenciado no mundo não está ainda em condições de se agregar e de atingir uma cátedra. Por vezes, só se pensa em publicar, e esquece-se a formação de outros discípulos, montar uma escola, a criação de boas condições de trabalho (laboratórios, instrumentos, recursos, orçamentos), e de enfrentar tarefas complexas nunca vistas (coordenar, dirigir, empreender e liderar). Ir contra-corrente, intervir, defender, contra-argumentar em público faz parte do jogo. Organizar Congressos, Workshops, servir os mais novos, lutar por melhores condições para eles, ser solidário, animar a malta em períodos de depressão e crise. E permanecer humilde.

Tarefas

Gerir,

Selecionar,

Orientar.

Tomar nota

Como se estuda,

Como se lê,

Como se viaja até ao passao,

Como se investiga,

Como se pensa criticamente.

Gerir o tempo

Liderança,

Criatividade,

Inovação,

Dedicação, Olhar para a interação (individual, coletiva),

Aprendizagem permanente (adquirir competências),

Responsabilidade.

Selecionar (qualidades exigidas aos membros)

Entusiasmo,

Ousadia,

Autonomia,
Disciplina,
Persistência,
Vontade.

Aptidões

Análise,
Conhecimentos (saber-como),
Controle da língua (falar, escrever),
Enfrentar riscos e incertezas,
Síntese,
Gestão do tempo.

Recursos dos membros

Orientador(es),
Amigos,
Colegas,
Ambiente (grupo, equipa),
Padrões de ação (associação, interrogação, observação, conexão).

O que ocorre com frequência na I&DE

Sangue, suor e lágrimas,
Esforço qb,
Descanso,
Confusões com o orientador (o Português é ambíguo).

Viagem

Tipo aventura,
Veredas,
Trilhos,
Atalhos,
Pontes,

Quedas,
Desastres,
Enganos,
Falhanços,
Descobertas,
Paragens.

Modos de proceder dos candidatos a PhD

Conhecer bem a área disciplinar,
Estado da arte do tema (ideias originais, aplicações, técnicas e métodos),
Problemas em aberto e direções promissoras de I&DE,
Leituras com pensamento crítico,
Atenção à interdisciplinaridade,
Fazer pequenos exercícios de aprendizagem,
Construir protótipos,
Experimentar os protótipos com exemplos simples e complicados,
Preparar uma proposta de dissertação,
Avaliar a proposta (custos-benefícios, investimento, produção científica, riscos, inovação, transferência para a indústria e utilidade para o país),
Gerir o tempo de execução.

Contracapa

O desenho desta Lição, sobre a interdisciplinaridade e a inovação educativa, surgiu-me quando comecei a ficar deveras interessado nos MOOC's (Massive Open Online Courses). Isso ocorreu quando um dos meus alunos de doutoramento decidiu começar a contar-me as suas experiências com os vídeos dos cursos que frequentava na Internet (o leitor é desafiado a ir ao YouTube e ver algumas dessas aulas de 8-10 minutos). A narrativa que ele me ia passando, quase diariamente, motivou-me de tal maneira que comecei a pensar até que ponto o interesse dele não aumentava o meu desejo por novos saberes. E, como esses saberes agarrados de modo tão aberto eram capazes de o fazer pensar nos objetivos e nas tarefas da sua própria pesquisa (explodir a criatividade). Esta dinâmica além de intrigante funcionava melhor do que as aulas clássicas, que eu costumava dar ao meus alunos na universidade, e fazia emergir na minha cabeça estranhos trajetos de reflexão. E, o interessante era o modo provocatório que produzia, através de ideias novas e de vontades de fazer coisas. Isso traz uma sinergia entre ensinar e aprender, e expectativas novas quanto ao conhecimento.

Desenhar não era bem o meu forte, mas esquisava bem bonecos vários, e conseguia imaginar processos e mecanismos que depois punha em funcionamento, pois quase sempre desconstruía os meus brinquedos. Havia uma alegria que contagiava o meu aluno, e por sua vez me envolvia também. Era isso que eu gostava de mobilizar: energias várias para explorarem recursos, e num vai-e-vém que possuía diferentes músicas (africanas, brasileiras). As conversas começavam assim muito devagar, sem pressa, e depois enrolavam tudo o que girava à nossa volta. Naquele tempo da crise, a vida não era nada fácil, e tudo que nos fazia rir, gargalhar, surgia como benção espiritual.