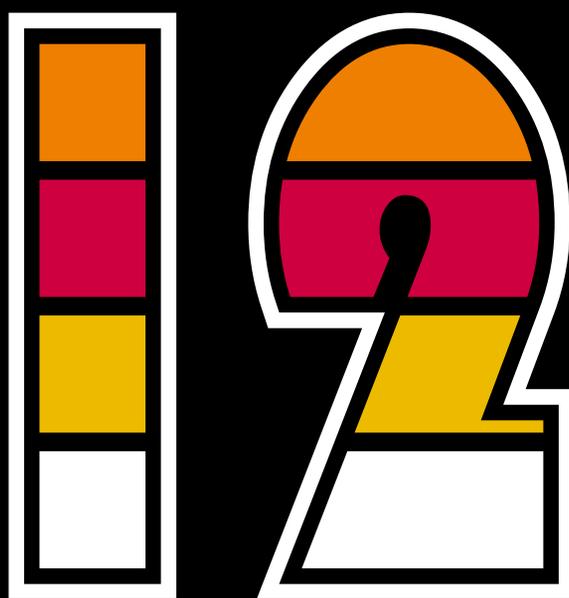


cadernos do

GOB





Número 12 | dezembro de 2019  
Externato Cooperativo da Benedita

**FICHA TÉCNICA****Diretora**

Inês Silva

**Diretor Executivo**

Nuno Rosa

**Revisão**

Zita Nogueira

Lucília Borges

**Secretariado**

Lucília Borges

**Capa**

Fernanda Baptista

Paulo Valentim

**Paginação, arranjo informático, publicação online**

Paulo Valentim

**Instituto Nossa Senhora da Encarnação  
Externato Cooperativo da Benedita**

Rua Cooperativa de Ensino  
Apartado 197  
2475-901 Benedita

Telefone: 262 925 180  
Fax: 262 925 185  
ecb@inse.pt  
<http://ecb.inse.pt>  
ISSN:2183-8526

## SUMÁRIO

Inês Silva [Diretora dos Cadernos do ECB]

**Editorial** 7

Laborinho Lúcio [Jurista, professor universitário, ex-ministro da Justiça e escritor]

**Educar para uma Cidadania de sucesso** 9

Filipe Valadas [MSc Biomedical Engineer, MS International Management]

**Inovando na Saúde com pequenos passos. O caminho pelo Empreendedorismo – do geral ao particular** 11

Inês Antunes dos Santos Dias [Clinical Neurophysiology (CNPH), Technical Medical Centre (TechMed), University of Twente, The Netherlands]

**O mundo pula e avança, como bola colorida, entre as mãos do Engenheiro Biomédico** 19

João Rodrigues [Investigador no Libphys-UNL, Universidade Nova de Lisboa]

**Inteligência Artificial: Aplicações e Potencialidades** 27

Carolina Serrazina [Licenciada em Fisioterapia pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa]

**Lombalgia?** 35

David Murargi [Head of TV Engineering and Operations na Altice Portugal]

**Corrida contra o Tempo – Quadros de Giz e Inteligência Artificial na Educação** 37

Inês Silva [Vereadora da Cultura da Câmara Municipal de Alcobaça]

**REDE CULTURA 2027 e a candidatura de Leiria a Capital Europeia da Cultura** 45

Daniel Guerra [MSc Engenharia Eletrotécnica e de Computadores]

**On the Exploration of Automatic Analog Integrated Circuit Placement using Neural Networks** 51

Mariana Santos e Marina Rodrigues [Instituto Politécnico de Leiria/ Escola Superior de Educação e Ciências Sociais]

**O desenvolvimento da lateralização e da lateralidade em crianças com 5 e 6 anos de idade** 61

António Valério Maduro [CEDTUR/CETRAD]

**Alguns contributos sobre o património agroindustrial da Benedita no século XIX** 71



## EDITORIAL

Inês Silva

[Diretora]

Se a Educação é um direito universal, ela procura ajustar-se ao tempo no qual cumpre a sua função, de forma a satisfazer as necessidades e os anseios dos sujeitos aprendentes, do corpo docente e das famílias. A vocação dos *Cadernos do ECB* é a de divulgar textos de temas atuais, reflexões e interpretações que enriqueçam a escola – a nossa e a dos outros, a de todos.

O tema quase dominante deste número é a Inteligência Artificial, motivador de estudos por parte de novos investigadores, que se debruçam sobre o papel da IA na Educação. Embora muito jovens, veem o quadro preto e o manual em papel a serem substituídos por quadros eletrónicos, e-books, e ainda as aulas dadas pelo professor por aulas em vídeos *youtube*, salas de chat, e outras dinâmicas inovadoras, num processo em que as *startups* têm o seu papel, ao ansiarem a libertação do professor de burocracias e a construção de um método de orientação, do ponto de vista pedagógico, das necessidades dos alunos.

Neste número, temos ainda a possibilidade de perceber que a maturidade democrática de um lugar se mede pelo respeito

que a sociedade tem para com a criança, e de ficar a saber que a saúde humana é perspectivada de forma interdisciplinar pela engenharia biomédica, com o intuito de a melhorar. É prova disto a recentemente Empresa Júnior EBIMED, que associou a inovação ao sonho.

A história local da Benedita, quer a do passado, com as pertinentes referências à atividade económica dos finais do século XIX e princípios do século XX, quer a recente, nomeadamente a atividade cultural, a propósito da REDE CULTURA 2027 da qual o concelho de Alcobaça faz parte, têm também o seu espaço.

É mais um número dos *Cadernos do ECB* a proporcionar aos leitores bons momentos de leitura!



## EDUCAR PARA UMA CIDADANIA DE SUCESSO

### (Breve Apontamento)

Laborinho Lúcio

Jurista, Professor Universitário, ex-ministro da Justiça e escritor

Numa sociedade livre, é à pessoa humana, considerada esta, desde logo, na sua dimensão antropológica, que deve conferir-se centralidade, tomando-a como fim e limite de toda a intervenção, designadamente de natureza pública. Do mesmo modo, numa sociedade organizada que se queira democrática, é à política e ao político que cabe reconhecer prevalência sobre qualquer outra forma de poder onde quer que este se situe ou tenda a exercer-se. Finalmente, numa sociedade justa, é no encontro entre aquela centralidade reconhecida à pessoa, e o compromisso que com ela estabelece a política e o político, que se dá corpo e sentido à dignidade humana, elevando-a ao plano dos valores inegociáveis sobre os quais se funda a soberania dos povos. Dignidade, assim, como «condição intrínseca do ser humano», de todo o ser humano, pelo simples facto de ser pessoa. Por isso que valha afirmar que é pelo modo como nela se respeita a criança, enquanto verdadeiro sujeito de direito e de direitos, que se avalia a maturidade democrática e a densidade ético-política da comunidade onde vivemos.

Para quem, como nós, entenda a cidadania na sua expressão material e ativa, fácil

é identificar, entre os elementos que lhe dão conteúdo, o direito de todos e de cada um a desenvolver o máximo das suas capacidades, de modo a poder participar de forma crítica na vida pública, política, económica, cultural ou social. É por isso que à noção de cidadania se opõe a de exclusão social, tomada esta não apenas na sua expressão económica, enquanto pobreza, mas também, sem hierarquia de valoração, na negação de acesso à condição de cidadão.

Ora, este constitui o binómio sobre o qual importa erguer a figura da criança enquanto sujeito de direito, começando por reconhecer nela a sua condição de pessoa, revestida de dignidade, afirmando-se, ainda que diferentemente do adulto, como um ser autónomo e completo.

Numa sociedade complexa, marcada por uma forte reflexividade, na qual o paradigma da homogeneização se confronta, a cada passo, com uma realidade caracterizada pela fragmentação, onde os discursos generosos da inclusão esbarram, tantas vezes, com a verdade das mais variadas formas de exclusão, a educação adquire uma dupla dimensão, sobre ela recaindo, por um lado, a responsabilida-

de de uma acção redentora, capaz de formular novas narrativas e, assim, recriar o futuro; e, por outro lado, o impacto brutal das contradições, por sua natureza inconciliáveis, que a força da diversidade e do multiculturalismo projectam no interior do sistema educativo, condicionando-o, aparentemente, de forma irremediável.

A passagem de uma escola burocratizada, hierarquizada à maneira da própria organização social, e referida, na sua base ideológica, a um quadro de valores consensual e estável, sucedeu uma escola que se afirma como democrática, massificada, confrontada com uma pluralidade de valores e com a incerteza daí resultante, também isso tido como reflexo de uma realidade social que, por inteiro, vem agora a reproduzir-se no interior do sistema educativo.

Ora, parecendo, de todo, adequado que se reclame da educação formal uma actuação incorporando a complexidade e a diversidade, agindo nelas, e formando para nelas intervir, já se mostrará menos próprio que se não recolha, transformando-a em projecto programático de acção, a ideia de que urge abrir o campo privilegiado de escola à partilha de responsabilidade com o conjunto da «comunidade educativa», chamando os diversos elementos que integram esta à assunção da quota parte de responsabilidade que, hoje, não poderá deixar de se lhes exigir como condição de sucesso.

A positividade que resulta da democratização do ensino traz consigo, a par do triunfo quantitativo que evidentemente se lhe

reconhece, o enorme desafio de garantir, com ele, idêntico êxito do ponto de vista qualitativo, garantindo-se, desde logo, ao lado da já assegurada igualdade no acesso, também uma verdadeira igualdade de oportunidades no interior do sistema de educação. O que, antes do mais, coloca a questão, pouco ou nada trabalhada, da representação, na escola, das crianças e dos jovens alunos. Questão, aliás, que não poderá deixar de ir de par com a temática mais extensa e, porventura, mais complexa, daqueles já referidos direitos da criança e do jovem, quer enquanto tais, quer na sua condição de alunos.

É também aqui, nesta dimensão, que cumprirá abordar a questão da cidadania na escola. Não apenas enquanto objeto de estudo e de aprendizagem por parte dos alunos, mas também como condição prévia à prática do ensino e à organização do sistema educativo.

Pressupostos, ambos, afinal, para que possa, verdadeiramente, falar-se em educação para uma cidadania de sucesso. Uma Educação, em suma, capaz de trabalhar e privilegiar o verdadeiro sentido da liberdade na infância.

## Inovando na Saúde com pequenos passos.

### O caminho pelo Empreendedorismo – do geral ao particular

Filipe Valadas

MSc Biomedical Engineer, MS International Management

Hoje em dia parece haver um estigma associado à palavra empreendedor. Talvez pela sobre inflação e sobre-uso que a palavra tem em todos os círculos de comunicação ou talvez, e apenas, por estar na moda. Prende-se com o facto de que uma larga maioria das pessoas acha que um empreendedor é alguém que obrigatoriamente dá um salto no vazio, vendo e aspirando um futuro que poucos veem senão o próprio. E mais grave, que o empreendedor age agora, no imediato, desprendendo-se de seguranças e planos alternativos de carreira.

Esta visão não é compatível para quem gosta de pesar o risco em igual medida com a ambição e certamente não é algo para pessoas que gostem de ter os dois pés no chão e que sonham com um sentido de realidade.

Empreender pode ser algo tão simples como inovar práticas que já existam, explorar novos processos para gerar receita, criar uma nova equipa desportiva, inventar uma comodidade ou explorar a possibilidade de criar novas tecnologias com amigos, tempo e recursos. Claro que, quando nos dão exemplos de empreendedores, por norma costumam cair no extremo mais apelativo desta última categoria. Embora seja um facto bem sabido que o core da inovação tecnológica aconteceu no seio das universidades desde o fim da segunda guerra mundial, que melhor exemplo dar do que *college drop-outs* que alcança-

ram o epíteto do sucesso. Quem não viu já uma apresentação ou discussão do tópico 'Empreendedorismo' em que a primeira imagem nada mais é que um dos elementos do quarteto maravilha Steve Jobs, Bill Gates, Jeff Bezos ou Elon Musk. Parece-me que isso é pôr a barra um bocadinho alta. Os primeiros dois senhores criaram domínios num mundo que ajudaram a vender às massas a lógica do *personal-computer* e sistemas operativos *user-friendly* num período em que a internet escalava globalmente a largas passadas.

Hoje, a probabilidade de criar uma empresa multimilionária nestes sectores já é altamente improvável, (mais ainda do que o era antes), pois os grandes tubarões já estão instalados. Não é que a idade de ouro dos empreendedores de garagem, da Web e do digital tenha acabado, é mais um cenário em que agora já temos um aquário

bastante lotado. Qualquer cenário de entrada neste mundo tem que contemplar pelo menos estas duas (altamente) prováveis hipóteses: i) ou se entra para roubar aos outros peixes uma porção de ganhos, (que não se alterando muito o total), apenas faz antecipar, que a mesma pizza que antes era dividida por  $N$ , passará a ser dividida por  $N+1$  com margens de lucro inferiores ou b) na perspectiva de competir com os tubarões é-se mesmo assimilado por um. Este último cenário tem ganho muita força principalmente no domínio tecnológico onde uma quantidade considerável de *startups* é comprada anualmente e assimilada em grandes conglomerados tecnológicos como a Microsoft, Apple e outras.

Pensando bem, faz sentido que o façam. Embora estas grandes empresas tenham como garantido que têm nas suas hostes, os melhores empregados em cada domínio, só se mantêm no topo se se mantiverem constantemente competitivas. E para que isto aconteça, que melhor e mais rápida hipótese do que tomar uma dose regular de empreendedores. A aquisição de *startups* por parte de grandes empresas é uma excelente forma de assimilar tecnologias quasi-prontas ou já comercializáveis sem que haja a necessidade de fazer provas de conceito ou esperar grandes quantidades de tempo. Analogamente é como ir ao supermercado, passar a secção dos verdes, das carnes, peixes etc. e ir diretamente à secção da comida pronta, (ou do *fast-food*). Tipicamente este é um cenário muito agradável para os *founders* das empresas, que recebem um cheque

chorudo e por vezes a possibilidade de continuarem envolvidos no seu projeto. É uma meta honesta para se aspirar – que a venda de algo que um dia não passou de uma ideia ocorra com um cheque de vários zeros associado.

Não é tão bom no entanto para um ecossistema que se deveria ver cada vez mais diversificado e competitivo e que acabaria por trazer benefícios aos consumidores no fim da estrada, como acontece por exemplo em Tel-Aviv, que embora tenha um número recorde de novas empresas a surgir, (a par com Silicon Valley), não tem conseguido gerar unicórnios. As grandes multinacionais “vão às compras” nestes sítios e mais tarde, poucos sabem de onde vieram empresas como o Waze, ou até a Mobileye.

Concluindo, é bom aspirar a ser maior e independente, e deixando de lado o paradigma da realidade de cada economia, o empreendedor é uma figura que surge associada à inovação e ao sonho.

Cabe a cada um desses sonhadores decidirem quanto estão dispostos a abdicar para começar esta jornada. Falemos um pouco mais localmente. Por exemplo, dado o ecossistema pro-empendedor que vivemos cá em Portugal, não há necessidade de arriscar quase tudo a termos pessoais para testar quão boa (ou má) é uma ideia. Não faltam concursos de empreendedorismo, *bootcamps* para construir modelos de negócios e capacidades de financiamento (de quantidades reduzidas a médias) por meio de incubações

subsidiadas, aceleradoras em cada esquina ou até através de prémios monetários de competições de ideias e MVPs que não escasseiam.

O parágrafo anterior reflete um pouco o *mind-set* que fui adquirindo para a minha própria jornada. E quão importante não foi.... Saber que custa zero alcançar público interessado e/ou entendido para validar o grau de inovação de uma tecnologia; que é fácil (basta ter lata) recolher feedback sobre cada aspeto de um plano e modelo de negócio e como as ferramentas mais variadas que um empreendedor (*wanna-be*) pode precisar. Desde apoio legal, de propriedade intelectual, etc. tudo se encontra e com boa vontade, a quem saiba pesquisar.

Nota para o leitor: peço desculpa pelo uso excessivo de jargões em inglês (i.e. *boot-camp*, *mind-set*, *founders*). Creio que faça parte de uma epidemia contagiosa de estrangeirismos que invadiu o nosso país ao mesmo tempo (mais ou menos) que eventos como a *Web-summit* chegaram a Portugal. Suponho que todos queremos ser *trendy*.

Em Abril de 2016, estando eu a terminar Engenharia Biomédica, tive mais um pico de inspiração que, como outros, surgiu derivado de uma necessidade, de um problema e de uma inquietação (ou um desequilíbrio emocional associado a uma transição de fase de vida).

A necessidade: estou a terminar um curso (engenharia biomédica) para o qual vejo

um enorme potencial para desenvolvimento, mas no meu país não vejo na medida do que gostaria de estar a fazer, ainda o ambiente no qual me veria a trabalhar.

O problema: eu sei onde nasce a inovação (nas universidades)... sei onde há a necessidade de soluções médico-tecnológicas e quem a pode explicar em primeira mão (médicos, enfermeiras e pacientes)... Sei até (e muito importante) onde há pessoas que poderiam desenvolver grandes coisas se tirassem por momentos o nariz de apontamentos que apenas estudam avulso para o teste seguinte despejarem o que sabem, esquecer e seguir em frente...

A inquietação: sendo finalista, tive (como acho que todos estudantes têm a certo momento), um período de hesitação em relação ao futuro, de muitas perguntas que se calhar não me estavam prementes na cabeça desde que escolhi o curso... Sobre o futuro e o que quero mesmo fazer. Seria isto uma oportunidade de testar para mim o que realmente gosto? De usar o mundo que me rodeia como um laboratório para testar o que acredito que funcionará e como funcionará? (Recomendo pesadamente esta mentalidade. Só vos traz benefícios e a quem vos rodeia.)

Muitas questões se colocaram.

Como ligo tudo isto? Como consigo envolver mais estudantes de todas as áreas de conhecimento, das diversas engenharias, medicina etc. no desenvolvimento de soluções e dispositivos médicos para melhorar a qualidade de vida dos pacientes e a qualidade das práticas médicas? Como envolvo estudantes e agentes clínicos no processo e crio pontes entre a Academia e a Indústria, dando um *boost* à Biomedicina, promovendo o ecossistema que gostaria de ver em Portugal. Como crio as oportunidades para os que se envolvem, seguirem por esta via empreendedora, (se assim o quiserem) ou pelo menos a oportunidade de se envolverem na construção de algo que pode mudar a vida de muita gente para melhor?

Deixo um conselho para este ponto da história. Tirar as perguntas da cabeça. Exteriorizá-las. Falar com tantos amigos, colegas e pessoas informadas quanto possível. Foi o que fiz, comecei pelos meus amigos mais chegados do curso e de seguida coloquei uma mensagem num grupo do Facebook do curso e convidei toda a gente para vir escutar e opinar o que de seu juízo pensassem ser adequado. Foi uma parte muito construtiva do processo. Também o foi ter partilhado com os meus amigos mais chegados dentro do curso e alguns professores que muito admiro. Cada um deu a sua visão, (muitas vezes puxando a brasa à sua sardinha), revelando sempre informação que

me permitia pouco a pouco ir lapidando o conceito que se ia desenvolvendo. A ideia foi maturando: Uma Júnior Empresa, sediada junto da Universidade, que pudesse servir de local para inventar, discutir ideias, partilhar conhecimento, desenvolver protótipos e dar vida a ideias com potencial para melhorar a qualidade de vida para pacientes das mais diversas patologias ou tratamentos. Trabalhariam nestas ideias todos quanto quisessem tanto, dar algo ao projeto como aprender com ele. Juntem-se os engenheiros biomédicos, os físicos, os eletrotécnicos e os programadores. Tragam-se também estudantes de Medicina, nano-tecnologia ou informática. Envolvam-se os pacientes no centro do processo e os médicos na periferia. Desta miscelânea, certamente, só poderiam sair coisas positivas.

Rapidamente reuni uma equipa de trabalho junto de mim, uma direção fundadora, composta tanto de pessoas muito trabalhadoras, cheias de vontade e claro, alguns erros de casting (fazem parte do processo). Definida a lista de necessidades que tínhamos, tanto “físicas”, como de *networking* ou processo, o trabalho começou a tomar forma. Graças a um professor da FCT e responsável pela incubadora de empresas associada à Faculdade, o Dr. José Damião, foi-nos alocado um espaço, que rapidamente nos apressámos a limpar e a trazer de volta ao esplendor que em tempos teve. Juntaram-se no meio da sala todas as mesas, que tendo tamanhos e formas diferentes, criavam uma har-

moniosa mas disforme sala de reuniões. Muitas horas se passaram à volta desta mesa debatendo todos os aspetos de uma estratégia, que sabíamos vir a ter reflexo no médio-prazo... Isto é, caso o modelo funcionasse.

Expandimos a partir das contactos no ramo médico mais próximos de nós. Quem melhor que os clínicos, enfermeiros, fisioterapeutas e médicos de especialidade para nos dizerem os problemas que enfrentam decorrentes da sua prática no dia a dia. O que lhes faz falta e o que podia ser melhorado. Quem melhor que estes essenciais agentes para nos conceder acesso a ideias que à partida têm já um

grau de validade comercial inapta, derivada do facto de que surgem de necessidades do quotidiano no domínio clínico em que trabalham? Quem melhor sabe o que os pacientes precisam... Ou que mesmo não sabendo que exista já tecnologia para dar resposta exata ao que precisam, nos sabem descrever a necessidade que tem a indústria médica nas suas diversas especialidades. E assim foi nascendo toda a estrutura.

E assim foi, um pouco como que embarcando numa peregrinação, os elementos fundadores desta iniciativa foram porta a porta, do Hospital São José ao Garcia de Orta, da Nova Medical School a clínicas



de reabilitação neurológica, fazer um levantamento do que havia a fazer. As primeiras propostas de projeto foram redigidas, o site criado, o espaço preparado e as inscrições abertas. Em Setembro do mesmo ano, abrimos portas como EBIMed - Júnior Empresa de (E)ngenharia (B)io-médica para (I)novação na (Med)icina.

Convido-vos a visitar [www.ebimed.pt](http://www.ebimed.pt) .



As nossas expectativas foram largamente superadas com números de inscritos e interessados nos projetos. Tivemos que crescer proporcionalmente dentro do que era lógico e fazível.

Passado pouco mais de dois anos, estamos agora em 2019 e já contamos com mais de 150 associados, um terço destes ativos em projetos (cerca de 10 a decorrer) e uma maioria considerável ativa em eventos, workshops e formações que são dadas com regularidade. De entre os vários projetos que surgiram, alguns se salientaram ora por progredirem mais rapidamente, (mérito das incríveis equipas que neles trabalham) ou pela exposição e previsível impacto que podem vir a ter.

Um deles é o C-mo (Cough Monitor). Este dispositivo é capaz de monitorizar a tosse, quantificando e qualificando este sintoma hoje tão subestimado e pouco avaliado de forma objetiva, e de transformar os dados num relatório médico, que será depois aplicado à prática clínica e facilitando o diagnóstico. Este projeto ganhou recentemente competições como o Life Enablers e o NOVA Idea Competition e conta com parceiros como o Dr. Neuparth da Associação Portuguesa de Pneumologia e o Dr. Carlos Cordeiro, Secretário Geral da European Respiratory Society. A destacar está a ligação forte deste projeto ao meio clínico, (onde presentemente decorre a fase de validação *in-situ*) e a inovação tecnológica que permite que desempenhe mais funções e seja quase duas ordens de grandeza mais barato que o substituto mais aproximado, atualmente no mercado.

Enquanto que o C-mo se enquadra numa perspectiva de monitorização e de auxílio ao diagnóstico, outros projetos encaixam na ótica pós-diagnóstico: o processo de tratamento. Por exemplo, no âmbito da reabilitação neurológica, a EBIMed está a desenvolver um protótipo de um apoio de braço robotizado para cadeiras de rodas que permitirá reforçar a terapia dos membros superior no período pós-AVC, acelerando o ritmo de recuperação da função motora. Outro exemplo seria um estimulador de fusos musculares, com a mesma finalidade que o projeto anterior, auxiliar e acelerar a recuperação no período pós eventos neurológicos.

Mais exemplos, testemunhos e informações sobre os projetos a decorrer podem ser encontradas no site da EBImed, provando que para ser empreendedor não é preciso arriscar tudo, basta apenas querer criar algo novo. A ambição indica o caminho e uma boa equipa de trabalho serve de orientação.

Inovar em Saúde devia ser um desafio mais recorrente da educação médica e tecnológica em Portugal. A premissa de formar engenheiros para alimentar a In-

dústria funciona para as engenharias clássicas, mas se queremos inovar e desenhar novos sectores e práticas, devemos formar engenheiros empreendedores e não apenas conhecedores do que se faz. Devemos sim, tentar dar os conhecimentos, ferramentas e oportunidades aos sonhadores de hoje sobre o que se sabe hoje, antecipando com excitação o que poderá ser criado amanhã.





## O MUNDO PULA E AVANÇA, COMO BOLA COLORIDA, ENTRE AS MÃOS DO ENGENHEIRO BIOMÉDICO

Inês Antunes dos Santos Dias

Clinical Neurophysiology (CNPH), Technical Medical Centre (TechMed)

University of Twente, The Netherlands

Quando recebi o convite para escrever na presente edição dos Cadernos, senti o peso da responsabilidade que é representar uma área tão vasta e multidisciplinar como a Engenharia Biomédica. Sendo eu ainda tão principiante neste campo, dei por mim a lembrar com nostalgia os 5 anos que passaram desde que decidi embarcar nesta aventura e o quanto as oportunidades que me foram surgindo moldaram a minha visão sobre a medicina, a investigação e a engenharia, não só no nosso país como também no estrangeiro. Numa sociedade em constante mudança e avanço tecnológico, o papel do Engenheiro Biomédico é fundamental na criação da ponte entre as soluções desenvolvidas em laboratório e a aplicação das mesmas em contexto clínico. Ser Engenheiro Biomédico é estar na linha da frente da inovação em Saúde e ter como visão melhorar a qualidade de vida de pacientes mercedores de novas e eficientes respostas face a diversas condições e patologias. É esta dinâmica de exploração do desconhecido que pretendo aqui deixar, dando a conhecer ao leitor este mundo tão fascinante da Biomédica.

### Afinal o que é a Engenharia Biomédica?

Quando confrontada com a pergunta introdutória “O que é que estuda?”, recebo sempre a mesma expressão espantada do meu inquiridor face à simples resposta “Engenharia Biomédica”, como se estas duas palavras encerrassem em si todo um mundo místico e incompreensível ao comum dos mortais. Segue-se então o dilema de tentar explicar resumidamente o universo abrangido por esta área tão vas-

ta, acabando na maior parte das vezes por sentir que um detalhe qualquer me escapou e que não fiz jus a cada um dos meus colegas engenheiros cujo trabalho não mencionei.

Segundo o Imperial College London, a Engenharia Biomédica é a disciplina que *“permite o avanço do conhecimento em engenharia, biologia e medicina, e melhora a saúde humana através de atividades*

*interdisciplinares que integram as ciências da engenharia com as ciências biomédicas e a prática clínica.”* Esta definição engloba não só a tentativa de aquisição de um novo e mais detalhado entendimento sobre os sistemas e organismos vivos, através de técnicas experimentais e analíticas inovadoras, como também abrange a criação de novos processos, aparelhos e algoritmos capazes de melhorar a prática clínica e a prestação de cuidados de saúde.

Com o avanço tecnológico das últimas décadas, também os sistemas de saúde se tornaram progressivamente mais dependentes da tecnologia e do seu constante crescimento. O diagnóstico, prevenção, monitorização e tratamento de patologias assim como a organização e gestão dos cuidados de saúde prestados estão dependentes das novas descobertas feitas nos bastidores do palco principal que é o hospital e a clínica. Face a esta mudança de paradigma em que a prática médica é cada vez mais baseada em tecnologia de ponta, cresce a procura por profissionais com flexibilidade para mergulhar ao mesmo tempo no sector médico e no sector tecnológico.

Esta multidisciplinaridade traduz-se no enorme espectro de especializações existentes em Biomédica, que abrangem áreas que se interligam constantemente e que cooperam entre si para gerar conhecimento. Muito brevemente, algumas dessas áreas são:

- Bioinstrumentação – Consiste na aplica-

ção dos princípios de eletrónica ao desenvolvimento de aparelhos usados no tratamento e diagnóstico de doenças.

- Biomecânica – Consiste na aplicação da mecânica aos sistemas biológicos e médicos, incluindo o estudo do movimento, da deformação dos materiais, o transporte de gases e químicos em membranas, entre outros, na tentativa de melhorar o entendimento da função de alguns órgãos e do sistema musculoesquelético.

- Biomateriais – Inclui o estudo dos tecidos vivos e de materiais biocompatíveis (não tóxicos, quimicamente inertes, estáveis, não cancerígenos) usados para implantação no corpo humano, tal como certos materiais cerâmicos e polímeros.

- Bioinformática – Inclui o desenvolvimento de métodos e software para análise de dados provenientes de meio biológico. Combina informática, estatística, matemática e engenharia na tentativa de interpretação desses dados, como por exemplo a identificação de certos genes e nucleótidos através de algoritmos personalizados, com o objetivo de compreender as bases genéticas de certas patologias. Um dos subtemas nesta área é o *machine learning*, cada vez mais em voga e muito promissor.

- Bióptica – Consiste no estudo da interação entre a luz e os tecidos vivos, que pode ser explorada nas vertentes da imagiologia, dos sistemas sensoriais e do tratamento.

- Biossensores – Consiste na criação e

uso de sensores para diagnosticar e monitorizar certas patologias, como, por exemplo, o acompanhamento de pacientes com Parkinson (monitorização do movimento e das atividades diárias).

- Engenharia clínica – Consiste na aplicação e transferência de tecnologia para os hospitais, visando a aplicação direta da mesma nos cuidados de saúde. Esta área envolve a adaptação de softwares e interfaces de equipamentos às necessidades específicas dos profissionais de saúde em contexto clínico.

- Engenharia genética – Consiste na manipulação do genoma de certos organismos, isto é, na alteração direta da estrutura e das características de genes específicos com o intuito de, por exemplo, produzir insulina humana sinteticamente, necessária a pacientes diabéticos.

- Engenharia de tecidos – Tem por objetivo a criação de órgãos e membranas artificiais a partir de células estaminais, outros componentes biológicos e sintéticos, com o objetivo de serem transplantados em pacientes.

- Engenharia farmacêutica – Estuda novos mecanismos de administração de fármacos e inclui a tecnologia farmacêutica envolvida na produção dos mesmos.

- Engenharia de reabilitação – Tem por objetivo expandir e melhorar a qualidade de vida de pacientes com capacidade reduzida. A maior parte das soluções desenvolvidas nesta área são extremamente personalizadas e adequadas às necessidades

específicas do indivíduo.

- Fisiologia de sistemas – Consiste na integração de técnicas e ferramentas de engenharia na tentativa de compreensão de sistemas biológicos, desde organismos bacterianos até ao corpo humano. Os processos fisiológicos são descritos recorrendo à criação de modelos para análise de dados obtidos experimentalmente e à formulação de equações matemáticas capazes de traduzir os comportamentos observados.

- Gestão hospital – Inclui a gestão dos serviços hospitalares, com o intuito de tornar o funcionamento dos mesmos mais eficiente, focado no paciente e com custos direcionados.

- Imagem médica – Inclui todas as técnicas de imagem utilizadas na prevenção e diagnóstico de patologias, desde a ressonância magnética, à medicina nuclear, ao ultrassom e a técnicas de microscopia.

- Neuroengenharia – Consiste na utilização de técnicas de engenharia na compreensão do sistema nervoso central e periférico. As soluções desenvolvidas neste campo estão na interface entre a biologia neuronal e de tecidos, a matemática, as neurociências e a eletrónica aplicada ao tecido nervoso.

- Robótica – Consiste no design, construção, controlo, feedback sensorial e processamento de informação de aparelhos robóticos e sistemas computacionais capazes de replicar o comportamento humano.

• Telemedicina – Consiste no diagnóstico, acompanhamento e tratamento remoto de pacientes com recurso a tecnologias de telecomunicação.

Como é bastante notório, a variedade de áreas que Engenharia Biomédica engloba é tremenda (e peço desculpa se omiti alguma outra por lapso), criando profissionais que, apesar de eventualmente se especializarem numa em concreto, são extrema-

mente versáteis e adaptáveis, possuindo o conhecimento base de cada uma destas matérias mencionadas.

Face a este conjunto de engenheiros resilientes e altamente qualificados, as questões que naturalmente se colocam é onde é que o Engenheiro Biomédico se insere na sociedade atual e quais são as suas perspectivas futuras.

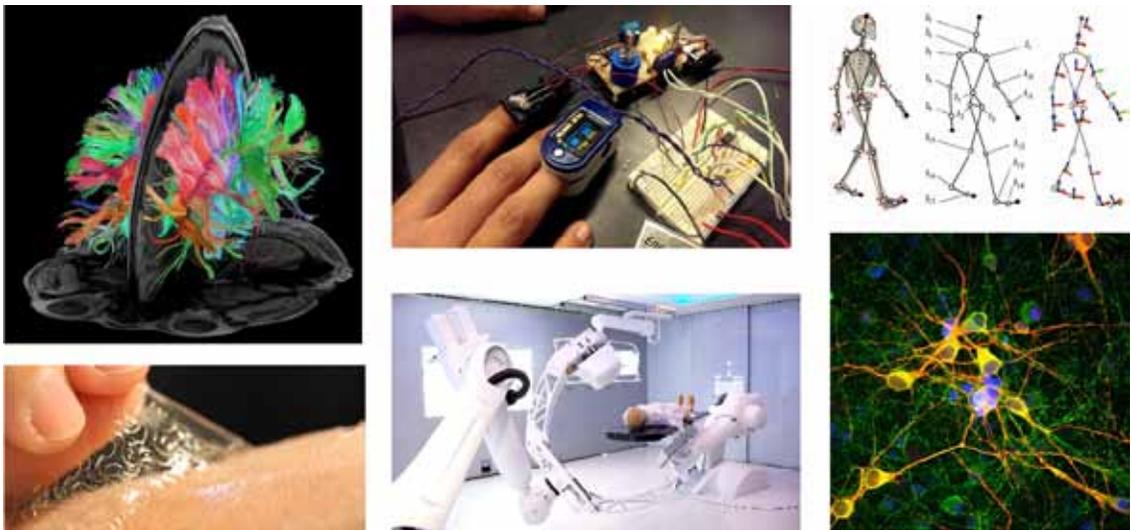


Figura 1 – Diversas áreas abrangidas pela Engenharia Biomédica. Da esquerda para a direita, imagem médica, bioinstrumentação, biomecânica, biomateriais, robótica aplicada à medicina e neuroengenharia, respetivamente.

### O Biomédico em contexto social

Gostaria de começar por frisar que a Engenharia Biomédica ainda é uma área extremamente embrionária em Portugal e por isso desconhecida da maior parte dos portugueses. Depois de todo um discurso sobre a essência biomédica na minha resposta à pergunta “O que estuda?”, o meu

interrogador acaba sempre, ou por se resignar à informação recebida em catadupa e mudar de assunto, ou por responder “Ah, trabalha nas próteses, não é?”. E é esta visão assim um bocado simplista e desinformada que paira muitas vezes em torno do papel do Engenheiro Biomédico na sociedade portuguesa, e que cabe a todos os estudantes e profissionais esclarecer e clarificar.

Para além do contributo óbvio no avanço da ciência, na modernização da prática médica e na melhoria da qualidade de vida dos pacientes com as mais diversas patologias, o Engenheiro Biomédico, pela sua versatilidade, é capaz de se inserir nos mais diversos contextos e resolver variadíssimos problemas não ligados necessariamente à Saúde ou à medicina *per se*.

As saídas profissionais para Biomédicos em Portugal prendem-se bastante a consultoras que captam os recém-mestres com a criatividade necessária para encontrar soluções face aos desafios propostos por empresas de várias áreas, através do design de produtos, programação e pensamento crítico. Alguns profissionais trabalham também em gestão hospital, em empresas de equipamentos médicos e em investigação nas universidades ou em centros e institutos especializados nas áreas mencionadas anteriormente. Apesar destas últimas posições parecerem as mais orgânicas e adequadas ao Engenheiro Biomédico, apenas uma minoria dos estudantes finalistas é empregue nas mesmas. Esta minoria prende-se à falta de fundos disponibilizados quer para os serviços hospitalares, que muitas vezes necessitam dos profissionais, mas não têm capacidade para os recrutar, quer para a investigação em Portugal, onde as bolsas são escassas e extremamente competitivas. O facto de ser também uma área recente que tem como mote a inovação e a tecnologia como resolução de problemas, cria por vezes algum ceticismo e desconfiança em relação aos Biomédicos

por parte de alguns profissionais de saúde menos abertos à mudança de certas práticas médicas correntes e à sua substituição por novas ferramentas tecnológicas. Felizmente, este estigma tem vindo a ser ultrapassado pela necessidade de renovação do nosso sistema de saúde, a procura de alternativas para problemas ainda sem solução e o reconhecimento do valioso contributo do Biomédico neste sentido. A pouco e pouco, os Engenheiros Biomédicos vão se tornando cada vez mais conhecidos dos restantes profissionais de saúde portugueses e valorizados nas suas plenas capacidades.

No estrangeiro, o cenário é logo à partida bastante diferente. Para além da Engenharia Biomédica ser uma área já com alguma tradição, bastante mais consolidada do que em Portugal, e, portanto, conhecida do público em geral e muito valorizada, os fundos canalizados para os hospitais, universidades e centros de investigação permitem uma inserção muito mais natural dos profissionais Biomédicos no mercado de trabalho. As oportunidades acabam por ser extremamente variadas, desde excelentes condições para investigação, até empresas de renome no sector da saúde, a hospitais com tecnologia altamente avançada e em constante cooperação com centros de investigação e a profissionais Biomédicos em organizações regulatórias governamentais, responsáveis pela criação e aprovação de normas necessárias à aplicação de novas soluções desenvolvidas. A necessidade destes profissionais em vários contextos está bastante enrai-

zada e a sua procura é também tremenda, o que possibilita ao Biomédico alguma liberdade para explorar diferentes caminhos ao longo da carreira.

Num mundo com uma taxa de crescimento populacional esmagadora, em que nos países mais desenvolvidos a esperança média de vida é altíssima, cresce a necessidade e a demanda por parte do público de novos métodos, técnicas, aparelhos e dispositivos capazes de solucionar eficazmente os problemas de saúde que afetam as várias gerações. A Engenharia Biomédica cresce a cada minuto de uma forma exponencial e o avanço da Saúde passa pela aposta nesta área tão promissora.

### O que esperar do futuro?

*“Eles não sabem, nem sonham,  
que o sonho comanda a vida,  
que sempre que um homem sonha  
o mundo pula e avança  
como bola colorida  
entre as mãos de uma criança.”*

António Gedeão

A necessidade de respostas rápidas e eficazes não só no tratamento, diagnóstico, prevenção, monitorização e reabilitação de pacientes como também na gestão dos serviços hospitalares, aleada à evolução

tecnológica aceleradíssima, constituem o trampolim necessário para lançar no estrelato profissionais criativos, sonhadores e motivados.

Os Engenheiros Biomédicos, por se encontrarem altamente qualificados na interface entre a medicina e a engenharia, possuem uma posição privilegiada na vanguarda das inovações tecnológicas e na sua aplicação em contexto clínico. Numa sociedade em constante mudança, em que o ritmo apressado obriga à procura de soluções eficientes e ao mesmo tempo rentáveis e *user-friendly*, é cada vez mais determinante apostar nas pessoas com visão e vontade de explorar e descobrir novos caminhos na resolução de problemas.

A robótica, o *machine learning*, a realidade virtual médica, a neurotecnologia, o controlo adaptativo de próteses, a regeneração de tecidos, a criação de órgãos artificiais, a monitorização de pacientes através de sensores, a estimulação elétrica na redução de sintomas em variadas patologias, e tantas outras inovações biomédicas, são o futuro do nosso sistema de Saúde. Mesmo sendo cada vez mais a realidade lá fora, tudo isto parece ainda um pouco distante das salas de urgência e hospitais portugueses, e muitas pessoas encaram a Engenharia Biomédica ainda como uma espécie de “ficção científica” da Saúde. Acredito que no espaço de tempo de algumas décadas e à taxa de crescimento e desenvolvimento atual desta área, que todas estas tecnologias estarão também aplicadas ao serviço do público português

com o mais puro objetivo de melhorar a qualidade de vida de cada um de nós.

O Engenheiro Biomédico possui a capacidade e as ferramentas necessárias para reestruturar e melhorar a forma como vivemos. A paixão por descobrir a solução para os problemas ainda por resolver no mundo dos cuidados de Saúde, é a bús-

sola que orienta estes profissionais no caminho tão excitante e incerto a que se propõem. Pensar, explorar, resolver e aplicar, assim vai o Biomédico na maré do conhecimento aportar num estado de maior compreensão sobre o universo que tanto o intriga: o ser humano.



# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: APLICAÇÕES E POTENCIALIDADES

João Rodrigues

Investigador no Libphys-UNL, Universidade Nova de Lisboa

## Introdução

Diariamente, somos suportados por uma panóplia de ferramentas digitais otimizadas através de mecanismos de inteligência artificial (IA). Desde a filtragem do nosso correio eletrónico em spam e não spam até aos percursos fornecidos pelas nossas aplicações de navegação, que já dão origem a carros autónomos que conduzem sem recurso a um condutor e são capazes de identificar todo o tipo de objetos no seu caminho. Todos estes são exemplos do papel da IA hoje em dia.

Neste documento será feita uma descrição do conceito de aprendizagem automática, focando na utilização de redes neuronais e seu funcionamento base e demonstrando a sua utilidade através de exemplos e aplicações no dia a dia.

## A origem da IA

Desde sempre que o ser humano procurou agilizar tarefas árduas com o apoio mecânico. Com a introdução de máquinas robóticas (derivado da palavra checa “*robota*” que significa “trabalho forçado”) como suporte de apoio, o Homem conseguiu encontrar formas de tornar os processos mais rápidos e menos trabalhosos. Com o apoio de soluções automatizadas grandes avanços foram conquistados, mas nada comparado à revolução da era digital com a integração de automatização “*inteligente*”.

Um sistema automatizado pode ser programado a partir de um conjunto de instruções detalhadas, um livro de regras que

serve como um mapa, um caminho específico para o destino desejado do qual não se pode abstrair. Funciona perfeitamente para situações específicas, sendo assim um ciclo fechado, limitado ao conjunto de instruções dadas e cenários previstos. No entanto, neste caso, não se considera um sistema “*inteligente*”.

A origem do conceito de IA remonta ainda antes da era digital (anos 60/70 do século XX), e tem as suas raízes no paralelo com a estrutura básica que confere inteligência ao ser humano: os neurónios. Desta forma, não só nasce o conceito de IA, como também o princípio das redes neuronais.

Em 1948, já Alan Turing submetia um ar-

tigo denominado “*Máquinas Desorganizadas*”, no qual apresentou as suas ideias sobre a criação de máquinas com um comportamento designado inteligente, iniciando assim o conceito de *conexionismo* aplicado à computação. Este conceito tenta encontrar formas de descrever fenómenos cognitivos a partir de modelos matemáticos ou computacionais. Desta forma, Turing sugeriu que uma simulação de redes de nodos de neurónios aleatoriamente organizadas (a então “*Máquina desorganizada*”) poderia ser utilizada para solucionar problemas complexos no domínio da computação [1,2].

### O neurónio perceptrão

As ideias descritas no parágrafo anterior podem ser transpostas visualmente. A unidade básica de uma rede de neurónios é um simples neurónio, o que do ponto de vista de computação, pode ser representado por um *perceptrão* (ver Figura 1).

Tal como o neurónio, o *perceptrão* tem uma zona de entrada, por onde é feita a chegada de informação, e uma saída, dada como resposta à informação de entrada. Neste caso em específico, o *perceptrão* tem pesos associados a cada entrada de informação, os quais não são mais do que reguladores ou seletores das características de entrada, dando mais importância a umas do que a outras.

Os pesos dos ramos de entrada são inicialmente aleatórios, mas podem ser ajustados, de forma a dar a melhor resposta possível.

O perceptrão é a unidade mais básica das redes neuronais. Se juntarmos múltiplos perceptrões, será possível criar redes profundas (dando origem ao conceito de *Deep Learning*), com grandes camadas de neurónios, muito robustas para resolver todo o tipo de problemas. Ainda assim, o que torna uma rede neuronal capaz?

### Uma máquina que “pensa”

No contexto humano, a ação *pensar* reflete-se na forma como o ser que *pensa* é capaz de utilizar características e aprendi-

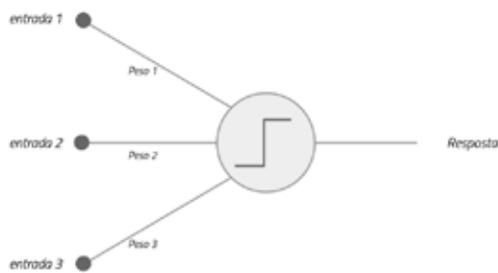


Figura 1 – O Perceptrão, no qual se verificam o conjunto de entradas, o seu comportamento binário e a sua resposta [3].

dizagens adquiridas para responder a problemas nunca antes vivenciados. Por exemplo, imaginemos que um ser humano vê um animal (gato) na rua e tenta perceber a sua espécie (O problema). Quando o vê, uma atividade é iniciada no cérebro (O processo) de modo a encontrar todas as características que se assemelham a algo que já foi visto e aprendido (A experiência). Tudo é estudado: desde os olhos, às orelhas, ao nariz, à boca, ao pelo, etc... (As características). Estas características são assim comparadas à nossa experiên-

cia, e com base nelas, chegamos a uma conclusão: *é ou não é um gato*.

A máquina *desorganizada* que Turing propôs, constituída por uma (des)organização de redes neuronais, teria como base de funcionamento o exemplo anterior. Na verdade, todos os sistemas que são considerados "*inteligentes*" têm por base esse processo de *pensamento*, estruturado através da comparação entre características experienciadas e aprendidas.

Vários tipos de redes neuronais têm sido desenvolvidos, nomeadamente redes neuronais mais complexas do que um simples perceptrão ou uma cadeia de perceptrões – redes neuronais com memória, *Long-*

*Short Term Memory*, e as *Gated Recurrent Units*. Estas redes têm a característica de ter contida informação que representa memória, de forma a que a aprendizagem seja feita progressivamente, como no exemplo da Figura 2.

### A engrenagem *mor*: aprendizagem

A aprendizagem é um passo fundamental para *pensar* melhor. As máquinas *inteligentes* precisam, também elas, de *aprender* para dar bons resultados.

*Leo Tolstoi by AI*

1ª instância	tyntd-lafhatawiaoirdemot lytdws e ,tfti, astai f
2ª instância	we counter. He stutn co des. His stanted out
3ª instância	"Tmont thithey" fomesscerliund Keushey. Thom here
4ª instância	Aftair fall unsuch that the hall for Prince Velzonski's that me of her hearly
5ª instância	"Kite vouch!" he repeated by her door. "But I would be done and quarts
6ª instância	"Why do what that day," replied Natasha, and wishing to himself the fact the princess, Princess Mary was easier, fed in had oftened him.

Figura 2 - Conjunto de saídas de uma rede neuronal em diferentes fases do seu passo de aprendizagem, enquanto aprendia a gerar texto com base em Leo Tolstoi

Comummente, esse passo é designado por *fase de treino*, sendo precisamente a fase em que a rede de neurónios, com os pesos de entrada inicialmente aleatórios, se ajusta e organiza.

O ajuste dos pesos da rede é feito a partir de um processo de tentativa e erro. Do ponto de vista computacional, isso significa que a rede neuronal é confrontada com uma série de problemas para os quais já se conhece a solução (Exemplos), ou seja, a resposta da rede é sabida ser certa ou errada, sendo que, se for certa, os pesos são ajustados de uma forma, e se estiver errada, são ajustados de outra, sempre no sentido de melhorar a resposta a problemas semelhantes.

Quanto maior o número de exemplos “vistos” (e aprendidos), maior será a robustez perante novos problemas. Desta forma, a aprendizagem / treino da rede neuronal é o que lhe confere o seu tom extrapolativo, que não se rege por um conjunto de instruções, mas pela estrutura criada internamente com a *experiência*.

Algo que contribui para que a *experiência*, e consequentemente, o treino, sejam mais robustos, é a utilização de uma grande quantidade de dados, pois mais *experiências* serão fornecidas à rede.

Alguns exemplos podem ser encontrados em diferentes fases do processo de aprendizagem da rede. Nomeadamente, no caso seguinte (Figura 2), a rede neuronal foi treinada com texto para devolver texto escrito de *Leo Tolstói* como resposta à entrada de uma letra.

Na 1ª iteração, verifica-se que a resposta é aleatória. Na 2ª iteração, com um treino mais prolongado, nota-se a evidência da construção de palavras e a noção de pontuação. Com o tempo, essa compreensão é mais robusta, até que a rede neuronal começa a aprender palavras concretas, inicialmente curtas, posteriormente maiores, bem como começa a ter noção de diálogo entre personagens. Finalmente, na última iteração, é gerado um texto com o estilo de *Leo Tolstói*, mas sem qualquer sentido aparente.

Esta aplicação é interessante para representar o potencial das redes neuronais, no entanto, este é um simples exemplo de um infinito número de possíveis aplicações de modelos de IA, algumas das quais serão apresentados no tópico seguinte.

## Aplicações de IA no dia a dia

A presente evidência da utilidade da IA nesta era digital é inegável. A possibilidade de ensinar um processador de informação digital a executar determinadas tarefas à velocidade de processamento de computação (ordem dos GHz – cálculos por segundo) é impressionante. As aplicações atuais são inúmeras em todos os ramos e as que estão por descobrir são ainda mais.

### O spam que não recebemos

O padrão associado a emails de spam é aprendido por redes neuronais e promove que a nossa caixa de entrada não fique cheia de mensagens indesejadas.

### IA em movimento

A importância da IA cresceu fortemente com a presença do smartphone no nosso dia a dia, pois acabamos por transportar uma estação de computação portátil. Grande parte dos aplicativos instalados são otimizados através de mecanismos de IA. Possivelmente, grande parte dos portadores de smartphones já utilizou a aplicação de navegação da *Google*.

Neste contexto, a escolha do destino fornece a informação de tempo de duração, quais os possíveis trajetos, entre outras coisas. Os itinerários devolvidos são maioritariamente calculados a partir da teoria de grafos, enquanto as informações de previsão do tempo necessário para chegar ao destino ou os mapas que nos são apresentados, são determinados a partir de mecanismos de IA.

### IA que fala, lê e escreve

Os sistemas de reconhecimento de fala têm um leque de aplicações muito interessantes. Os algoritmos de IA deste grupo são desenhados para aprender a reconhecer as palavras ditas por utilizadores, e com base nisso, muitas empresas desenvolveram produtos que servem de assis-

tentes pessoais, como a *Siri* da *Apple*, a *Alexa* da *Amazon* ou a *Cortana* da *Microsoft*.

A *Google*, nesse sentido, já pensa em aplicar conceitos mais inovadores, tendo até apresentado recentemente o seu *Google Assistant (Duplex)* a fazer chamadas de marcação para o cabeleireiro [4].

Apesar de existir a possibilidade de usar um sistema autónomo capaz de nos ouvir e responder a perguntas triviais, não é o mais prioritário. Pessoas com problemas de visão beneficiam muito deste tipo de tecnologia, uma vez que esses sistemas se podem tornar numa extensão do seu corpo.

Um grande exemplo da aplicação de AI neste contexto vem de Chieko Asakawa, inventora para acessibilidade na *IBM* que perdeu totalmente a sua visão após os 14 anos de idade, cujo trabalho tem sido focado em descobrir formas de tornar os cegos mais autónomos. Várias aplicações que facilitam várias tarefas do dia a dia foram desenvolvidas, como sistemas de reconhecimento de fala e leitura de texto para navegar na internet e uma variação da aplicação *Google Maps* que permite seguir um percurso pré-estabelecido através de comandos vocais que servem de guia [5].

Ainda relativo à capacidade de interpretação linguística das redes neuronais, foi desenhada uma nova funcionalidade pela *Google* para completar palavras e até frases enquanto escrevemos mensagens eletrónicas.

### Saber tudo sobre nós, melhor do que nós

Todos os nossos dados de navegação são recolhidos pelo nosso *navegador* de internet. É com esses dados que surgem as sugestões de preferências, na forma de publicidade, notícias e conteúdos associados às nossas pesquisas. Os dados utilizados não se limitam ao histórico, nem aos clicks, mas também ao tempo que estamos numa secção específica da página *web*, por exemplo.

Exemplos disto são os vários sites de entretenimento que se moldam à medida que fornecemos dados de utilização. O *Youtube* recomenda-nos vídeos com base nas nossas escolhas de tema, o *Spotify* desenha listas de músicas com base no nosso histórico, o *Booking* sugere-nos a próximas viagens e alojamentos em locais sugeridos com base em onde já estivemos, e assim por diante.

### IA pode valer mais do que mil imagens

*Uma imagem vale mais do que mil palavras*, e desde cedo que tal foi aplicado no contexto da IA. Imensas aplicações foram desenvolvidas com base em imagens, como o reconhecimento de objetos, animais, pessoas e caracteres manuscritos, a identificação de locais e nomes de ruas para melhorar o serviço do *Google Maps* e a captura de poses por algoritmos desenhados pela equipa do *Facebook*, como é representado na Figura 3 [6].

Um campo em específico que beneficia da aplicação de IA em imagem é a imagiologia médica, que tem cada vez mais recorrido a esta tecnologia no apoio aos diagnósticos, sobretudo no reconhecimento de artefactos em imagens de tomografia ou raios X, auxiliando a deteção precoce de tumores. Com base nisto, é promovido o valor dos profissionais de saúde, a sua eficácia e precisão no diagnóstico e tratamento, e a própria satisfação pessoal, como é reportado no estudo sobre a apli-



Figura 3 - DENSEPOSE aplicado a uma imagem reconhecendo a pose dos sujeitos [6].

cação de AI no campo da radiologia [7].

Por fim, uma das aplicações futuras de reconhecimento de imagens em tempo real é o desenvolvimento de carros autônomos. Os futuros automóveis vão ser capazes de interpretar toda a informação que os rodeia a partir de câmaras frontais, traseiras e laterais, sendo que o reconhecimento de toda a informação nas imagens recolhidas (ver Figura 4) terá um papel fundamental na tomada de decisão do veículo (seguir em frente, não seguir por uma via de sentido proibido, parar na presença de peões, etc...).

## Conclusão

Existe uma tendência tecnológica em mimetizar a natureza para encontrar soluções para problemas. A integração de mecanismos de IA é um exemplo, demonstrado pela inspiração no mecanismo de aprendizagem humana do qual fazem parte, entre outros, a confrontação e o ajuste perante o erro, peças fundamentais para o mecanismo que dá *inteligência* a este sistema.



Figura 4 - Reconhecimento de objetos em imagem adquirida num veículo autónomo.

Os benefícios da IA são evidentes quando esta é utilizada para melhorar e otimizar determinadas tarefas. Espera-se que no futuro o seu campo de ação se alargue e o seu impacto seja ainda maior, estando presente em contextos sociais mais abrangentes. Das aplicações apresentadas, conclui-se que a capacidade da IA reside na forma em como é capaz de entender os *padrões* subjacentes a um conjunto de dados, se estes forem suficientes para tal.

A aplicação do potencial da IA é cada vez mais relevante para empresas e entidades que procuram lucros. No entanto, a extensão da aplicação destes sistemas pelos governos à sociedade teria um interesse socioeconómico de grande importância. Tal como as publicidades nos são apresentadas com base nos nossos dados de navegação, serviços públicos poderiam ser fornecidos mais eficientemente com base nos dados recolhidos pelo comportamento social. Os governos poderiam também utilizar IA como método de previsão de ocorrências de acidentes, criminalidade, necessidades de serviços de primeiros socorros, etc... [8]. Até mesmo do ponto de vista pedagógico, certos dados poderiam ser utilizados para orientar mais eficientemente as necessidades dos alunos.

Esta realidade não é longínqua, mas uma reforma significativa deve ser feita do ponto de vista de aquisição de dados, de forma a otimizar as previsões dos sistemas de IA. Para além disso, os sistemas de IA têm um problema considerável: são sistemas não explicáveis. O que isso significa é que eles tomam decisões, mas ninguém

percebe porquê. Este é ainda um dos grandes desafios por resolver.

O futuro é ainda incerto e nada retira os benefícios que a IA oferece, apesar do impacto radical no comportamento da socie-

dade que ela traz consigo. Esperemos só que este não siga os contornos contados pelos grandes autores distópicos de ficção científica.

## Referências

- [1] - Jack Copeland and Diane Proudfoot. Alan turing's forgotten ideas in computer science. *Scientific American*, April 1999
- [2] – Hasim Sak, Andrew Senior, and Françoise Beaufays. Long short-term memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling. In Annual Conference of the International Speech Communication Association - Interspeech 2014, number 5, pages 338–342, Singapore, Sept 2014.
- [3] - Belue, L. M., & Bauer, K. W. (1995). Determining input features for multilayer perceptrons. *Neurocomputing*, 7(2), 111–121. doi:10.1016/0925-2312(94)90053-t
- [4] – Yaniv Leviathan. Google Duplex: An AI System for Accomplishing Real-World Tasks Over the Phone. *Google AI Blog*. May 8 2018.
- [5] - Sato, Daisuke and Oh, Uran and Naito, Kakuya and Takagi, Hironobu and Kitani, Kris and Asakawa, Chieko. NavCog3: An Evaluation of a Smartphone-Based Blind Indoor Navigation Assistant with Semantic Features in a Large-Scale Environment. *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. ASSETS '17, 2017. Baltimore, Maryland, USA. ACM.* <http://doi.acm.org/10.1145/3132525.3132535>.
- [6] – Riza Alp Guler, Natalia Neverova and Iasonas Kokkinos. DensePose: Dense Human Pose Estimation In the Wild. *CoRR*, 2018. <http://arxiv.org/abs/1802.00434>.
- [7] – Recht, M., & Bryan, R. N. (2017). Artificial Intelligence: Threat or Boon to Radiologists? *J Am Coll Radiol*, 14(11), 1476-1480. doi: 10.1016/j.jacr.2017.07.007
- [8] - Helen Margetts and Cosmina Dorobantu, Rethink government with AI, *Nature*, International Journal of Science, 9 April 2019.

## LOMBALGIA

Carolina Serrazina

Licenciada em Fisioterapia pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Cerca de 80% da população adulta, a nível mundial, apresentará dor lombar em algum momento da vida. É a causa mais frequente de inabilidade para o trabalho profissional.

### A COLUNA LOMBAR: O QUE É E POR QUE DÓI?

A coluna lombar corresponde a cinco vértebras (L1-L5) que, naturalmente, estão rodeadas de um conjunto de músculos, ligamentos, vísceras e tecido fascial. Para além disto, e não menos importante, existem trinta e um pares de nervos na medula espinhal, responsáveis por enviar sinais do corpo para o cérebro.

Entre os corpos vertebrais existe um disco intervertebral, sistema hidráulico composto essencialmente por estruturas fibrocartilaginosas. A sua localização promove união, alinhamento e mobilidade para com as vértebras vizinhas. Para além disso, o disco intervertebral é especialmente *deseenhado* com a função de amortecer cargas e pressões às quais a coluna vertebral está sujeita.

Esta zona da coluna tem, portanto, a especial e fulcral função de suporte de peso (para além da mobilidade). É, por isso,

uma região propensa a maiores desequilíbrios e disfunções. Estas, por sua vez, poderão conduzir ao aparecimento de dor.

A maioria dos casos de dor lombar resolve-se por si só, sem perda de função residual. Este tipo de situações descreve-se como agudas, ou de curto prazo, cuja duração se resume a dias ou poucas semanas.

Em casos de durabilidade entre 4 e 12 semanas, fala-se em dor subaguda.

Passadas 12 semanas de presença de dor, a dor é classificada como crónica. Neste caso, pode ser necessário recorrer a tratamento médico e/ou cirúrgico. Porém, numa elevada percentagem de casos, a fisioterapia poderá ser a solução.

### CAUSAS DE DOR LOMBAR

Uma vasta maioria dos casos é de natureza mecânica. São exemplo: entorses e distensões (causados por estiramento excessivo, distensão/rotura ligamentar ou muscular), degeneração do disco intervertebral, protusão ou hérnia discal, radiculopatia, compressão do nervo ciático, espondilolistese, lesão traumática, estenose, deformidades da coluna (escoliose, hiperlordose, anomalias congénitas, etc).

Existe um conjunto de outros fatores que podem estar na origem de dor lombar, tais como infeções, tumores, síndrome da cauda equina, aneurisma da aorta abdominal, entre outros. Estes, mais raros, não dispensam consulta médica.

### FATORES DE RISCO

Sendo a coluna lombar uma região tão preciosa do nosso corpo, a chave assenta na prevenção. Sabendo que o suporte de peso está intimamente ligado a ela, é de extrema importância manter um peso corporal adequado. O excesso de peso irá, certamente, provocar um maior desgaste nos discos intervertebrais.

Para além do peso corporal, existem outros fatores que influenciam a coluna lombar de forma direta. A idade, a condição física, a gravidez, a profissão, herança genética, *overuse* de carga em idade jovem, saúde mental – todos eles têm um papel preponderante.

### COMO ATUAR?

A condição física é um dos fatores que é exclusivamente manipulado pelo paciente, isto é, não foge do seu controlo. Toda a mobilidade e fortalecimento que podemos dar à nossa coluna, bem como um estilo de vida saudável de forma global, garantirão saúde e vitalidade. Assim, benefícios acrescidos estarão associados a caminhadas, hidroginástica/natação e pilates clínico.

O pilates clínico é uma modalidade praticada por fisioterapeutas e profissionais de exercício e visa a prevenção e/ou tratamento adjuvante da dor lombar. Assenta num conjunto de exercícios executados especificamente para a zona lombar e abdominal. Esta *cinta* abdómino-lombar deve ser fortalecida de forma a garantir mobilidade e flexibilidade à coluna lombar, permitindo-lhe realizar movimentos sem dor.

Por vezes, estas soluções não são suficientes e terão de ser cooperadas com a Fisioterapia. Através de um conjunto de estratégias e também de um trabalho global sobre a postura, é possível a ausência de dor sem recorrer à componente médica.

Ainda assim, realça-se que, em casos específicos, só mesmo o cuidado médico solucionará: analgésicos, anti-inflamatórios não esteroides ou, em última análise, métodos invasivos.

Viver com dor não é a solução. Consulte o seu Fisioterapeuta. Cuide da sua coluna!

## CORRIDA CONTRA O TEMPO – QUADROS DE GIZ E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO)

David Murargi

Head of TV Engineering and Operations na Altice Portugal

Quadros de giz, cadernos escritos a lápis de carvão ou esferográfica, secretárias de madeira, mochilas pesadas são, para a maioria de nós, as referências da nossa escola, a que nos formou individualmente e como sociedade até hoje. Somos a geração que através dos quadros de giz encontrou a ciência que suportou as tecnologias do que são hoje comodidades: o Telefone, a Rádio, o Computador, o Cinema, a TV, o Telemóvel, a Internet e a GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon).

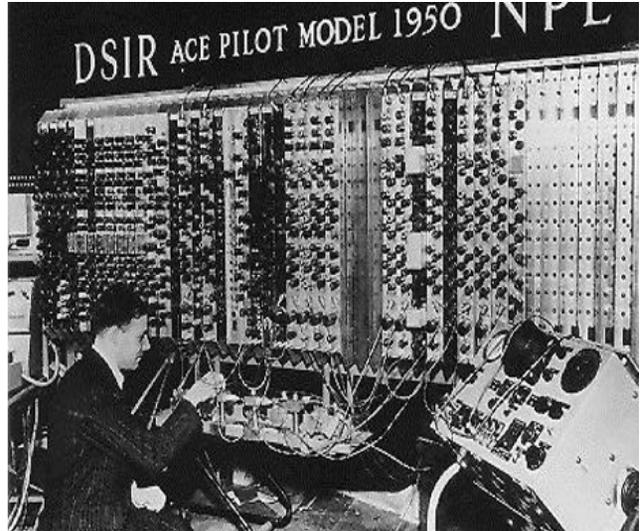
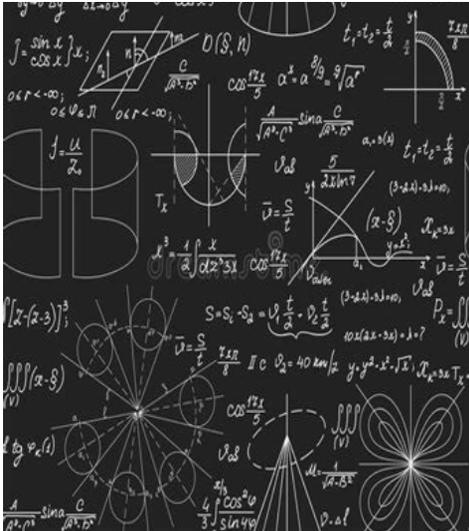
Impactes na Educação e acesso ao conhecimento, perguntam. Não será necessário muito para nos lembrarmos do que era fazer trabalhos de investigação em bibliotecas, cartolinas, fotocópias e recortes de jornal. Ou ver o programa de ciência animal na TV das manhãs de fim de semana? Podíamos ainda ir a pé ou de bicicleta ao vídeo clube buscar um VHS de um qualquer documentário? Ou quantos quilómetros tínhamos de percorrer até encontrar um cinema.

Outro dado para reflexão é entender a percentagem de pessoas que tinha acesso à educação, fosse aos problemas acima, ou à educação avançada em universidades. Mesmo aqueles que tinham o privilégio de chegar a mestrados e doutoramentos,

quantos deles aplicavam na realidade, no campo pessoal ou empresarial, os seus conhecimentos?

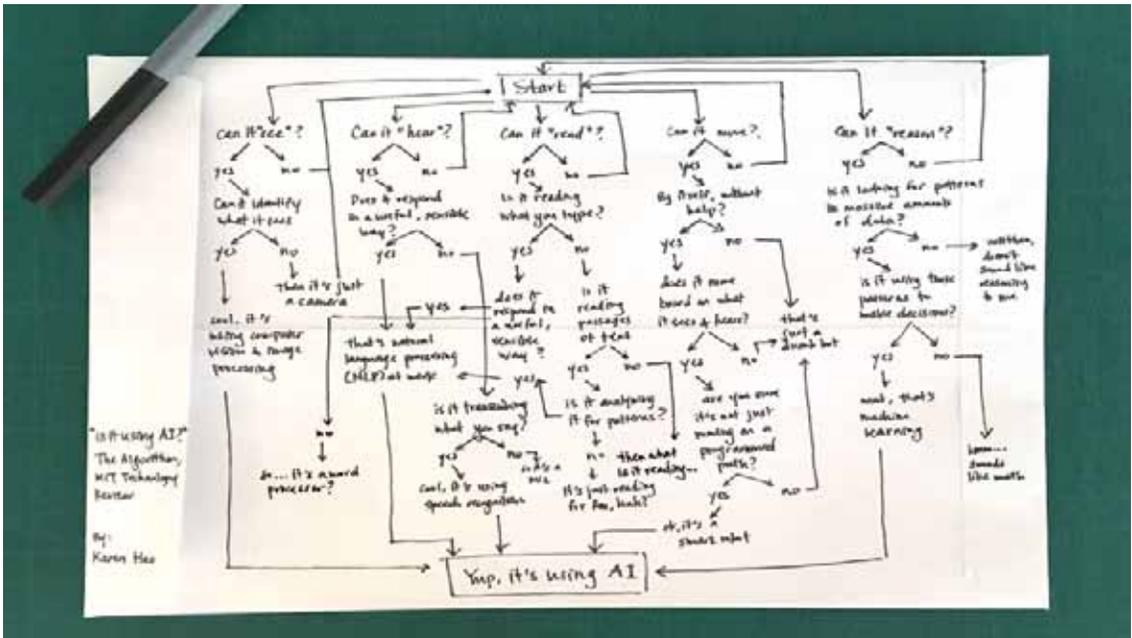
Foi também nos tempos dos quadros de giz nos anos 40/50, em Cambridge, Princeton e Manchester, que Alain Turing, esboçou, semeou e fez florir o seu Projecto Automatic Computer Engine e **as bases do que conhecemos hoje como Inteligência Artificial**. O que o guiou? O sentido de urgência, na corrida contra o tempo durante a 2ª. Guerra Mundial, Alain Turing desempenhou um papel decisivo na supremacia do Atlântico, interceptando e decifrando entre 40.000 a 80.000 mensagens por mês, incluindo mensagens do Alto Comando de Hitler. O seu trabalho na Government Code and Cypher School (GC&CS), Inglaterra terá encurtado a 2ª. Guerra Mundial em mais de dois anos.

O termo Inteligência Artificial é utilizado pela 1ª. vez por John McCarthy em 1955. Em conjunto com Marvin Minsky, Allen Newell e Herbert A. Simon são considerados os co-fundadores deste campo de estudo, que é descrito com a ciência e a engenharia que cria as capacidades de um computador *software*, programa ou *robot* a “pensar de forma inteligente” como os humanos. A segunda fonte de conhecimento



Fonte: Bing Images and The History of Computer Project, Alain Turing (www.alanturing.net)

é o Machine Learning (ML) por Arthur Samuel, em 1959, que trabalha em cima de algoritmos de redes neuronais.



Fonte: <https://www.technologyreview.com/s/612404/is-this-ai-we-drew-you-a-flowchart-to-work-it-out/>, Karen Hao.

## DEFINIÇÃO:

Questionando um dicionário que tenho no armário, também os havia no tempo do quadro de giz:

### Inteligência

in.te.li.gên.ci.a ʔteli'zēsje **nome feminino**

- 1.conjunto de todas as funções mentais que têm por objeto o conhecimento; pensamento
- 2.faculdade de compreender
- 3.conhecimento conceptual e racional; intelecto
- 4.desenvolvimento mental normal ou acima da média
- 5.penetração de espírito; discernimento
- 6.pessoa que possui grandes dotes intelectuais
- 7.juízo; raciocínio
- 8.abstração
- 9.ato de interpretar
- 10.acordo; conluio
- 11.habilidade

Procurando no Google, artigo do MIT (trauzido via Google Translator):

### Inteligência Artificial (IA)

A definição de inteligência artificial está em constante evolução, e o termo geralmente fica confuso. O que é AI exatamente? A questão pode parecer básica, mas

a resposta é meio complicada. No sentido mais amplo, AI refere-se a máquinas que podem aprender, raciocinar e agir por si mesmas. Elas podem tomar as suas próprias decisões quando confrontados com novas situações, da mesma forma que humanos e animais podem. No momento, a grande maioria dos avanços e aplicações de IA que você ouve se referem a uma categoria de algoritmos conhecida como Machine Learning. Esses algoritmos usam estatísticas para encontrar padrões em grandes quantidades de dados. Em seguida, eles usam esses padrões para fazer previsões sobre coisas como as que você pode gostar no Netflix, o que você está falando quando fala com o Alexa ou se tem cancro com base em sua ressonância magnética. Machine Learning, e seu subconjunto de Deep Learning é incrivelmente poderoso. É a base de muitos avanços importantes, incluindo o reconhecimento facial, síntese de foto e voz hiper-realista e AlphaGo, o programa que venceu o melhor jogador humano no complexo jogo de Go. Mas também é apenas uma pequena fração do que a IA poderia ser. A ideia principal é desenvolver algo que se assemelhe à inteligência humana, que é frequentemente chamada de “inteligência artificial geral” ou “AGI”. Alguns especialistas acreditam que Machine Learning e o Deep Learning eventualmente nos levarão à AGI com dados suficientes, mas a maioria concordo que há grandes pedaços faltando e ainda está muito longe. AI pode ter nesse sentido, a IA também é aspiracional e sua definição está em constante evolução. O que teria sido considerado AI no passado pode não ser considerado AI hoje.

A inteligência artificial tem hoje quase 70 anos.... Então por que é hoje falada com cada vez maior veemência e relevância? A resposta é simples, vivemos na época dos *Digital Natives* (e da Transformação Digital) que conjugam ingredientes perfeitos para a utilização de IA, como **o acesso massificado de Internet Banda Larga, Mobilidade, Dados, Informação e de Capacidade de Computação (Cloud) em escala.**

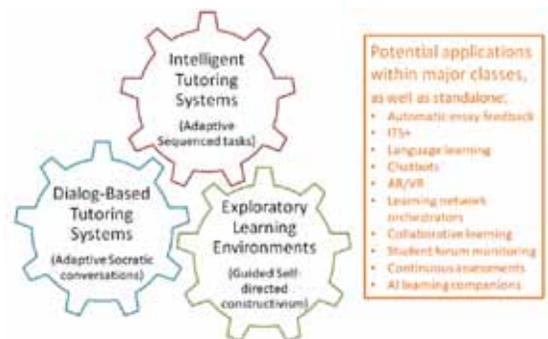
Em 2015, Martin Ford escreveu “The Rise of the Robots, Technology and the Threat of Mass Unemployment”. Assim como no passado (Revolução Industrial), a sociedade está a sofrer disrupções transformacionais e, embora difícil de aceitar, a educação e o trabalho árduo como o conhecemos não serão garantia de sucesso.

Em 2017, Noriko Arai em Ted Talks Vancouver “Can a robot pass a university entrance exam”, descreve como o Robot Todai ultrapassou a bateria de testes de acesso a Universidade de Tóquio, Japão. O Todai ficou no Top 15% de resultados entre todos os alunos e, claro está, Top 1% em Matemática.

**As evidências do sentido de urgência e da corrida contra o tempo estão visíveis,** os quadros de giz não chegarão para o que resta do século XXI, é altura de Transformação. Como dizia Henry Ford, inventor do automóvel: “Se eu perguntasse às pessoas o que elas queriam, elas teriam dito cavalos mais rápidos”.

## Inteligência Artificial na Educação hoje:

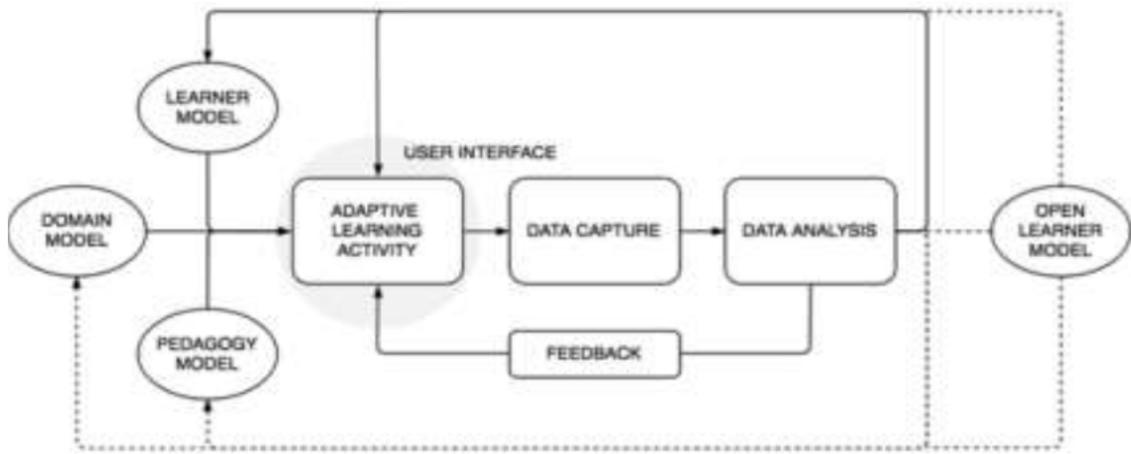
Os exemplos mais frequentes que vemos hoje na nossa escola: passar de quadros de giz para quadros electrónicos, livros para *e-books*, aulas para vídeos *YouTube* ou *e-mails* para salas de *chats* são apenas passos curtos na jornada da digitalização. As *startups* e empresas buscam incessantemente a criação de soluções que visam a substituição de funções do professor, outras para aumentar as suas capacidades e mesmo transformá-las. Hoje, as categorias de aplicações consistem em:



Fonte: Center for Curriculum Redesign

- Assistentes Virtuais (Intelligent Tutor Systems) – permitem ao aluno o esclarecimento de dúvidas, de forma interativa, e receber *feedback* dentro e fora da sala de aula aumentando o período de apoio à aprendizagem.

- Aprendizagem Personalizada – a utilização de ITS permite a adaptação de ritmo, conteúdo, dificuldade e necessidades especiais dos alunos.



Arquitetura Típica de um ITS

- Testes – a adaptação das questões com base nas respostas permite adaptar o teste de modo a melhor perceber o nível de competência dos mesmos.
- Automatização de Tarefas – o registo de presenças, correção de testes, lançamento de notas ou geração de perguntas para testes, podem hoje libertar professores e alunos de tarefas administrativas, permitindo-lhes focar-se na sua tarefa principal de tutor.
- Assistentes de co-criação – plataformas que permitem a colaboração online, permitindo a aprendizagem e a cocriação em rede.

A existência de cursos grátis na Internet (Massive Open Online Courses, MOOC) são um facto estrutural de acesso à informação detalhada sobre qualquer matéria que alteraram a indústria da educação. Udacity, Khan Academy, Coursera, FutureLearn são hoje ferramentas de democratização de educação acessível em qual-

quer parte do globo e, com as soluções de tradução automática (Google translator, BabelFis ou Presentation Translator), também disponíveis na maioria das línguas. O efeito é de tal modo estrutural, que hoje a maioria dos alunos das melhores Universidades do planeta, como Stanford, MIT, Harvard, INSEAD ou LBS, são alunos de cursos online mas com o mesmo nível de acreditação dos cursos presenciais. E os números de utilizadores com acesso à Internet não param de aumentar em todas as geografias, nomeadamente no continente asiático onde reside a maioria da população jovem do planeta, aumentando o nível de concorrência a uma escala nunca atingida.

Esta explosão em escala de conhecimento irá em breve trazer outras tecnologias disruptivas como os Carros Autónomos ou 3D *Printing* que mudarão de forma definitiva a economia, eficiência de criação e a dinâmica de poder.



Fonte: The Future Of Work & The Work Of The Future, Arturo Pelayo

Empresas como a *Google*, *Facebook*, *Amazon*, *Microsoft* e *Netflix* fazem a sua força do uso da Inteligência Artificial e tecnologias associadas há várias anos, as lições aprendidas de quem usa mostram que há espaço para a melhoria na aquisição de mais dados, de melhor qualidade e no alcançar de melhores modelos, não necessariamente mais complexos, o treino dos mesmos é vital, a apresentação e usabilidade das aplicações *idem*, as métricas de controlo dos modelos e aperfeiçoamento são ainda mais relevantes. Todas estas são áreas onde os professores passarão a estar presentes, exigindo um novo tipo de competências analíticas.

Apesar de tudo, a presença de Soluções IA na área da educação hoje disponíveis são diversas nos vários níveis de educação:

iTalk2Learn – projeto europeu para o ensino primário, ThirdSpaceLearning, Carnegielearning, Knewton – projetos americanos no ensino de matemática, Duolingo Chatbot - ensino de línguas, Edtechfoundry ou Jill/IBM Watson na Assistência Personalizada, Content Technologies – na produção de conteúdos educativos, Edmodo ou BaiBoard – colaboração, aprendizagem em rede e co-criação.

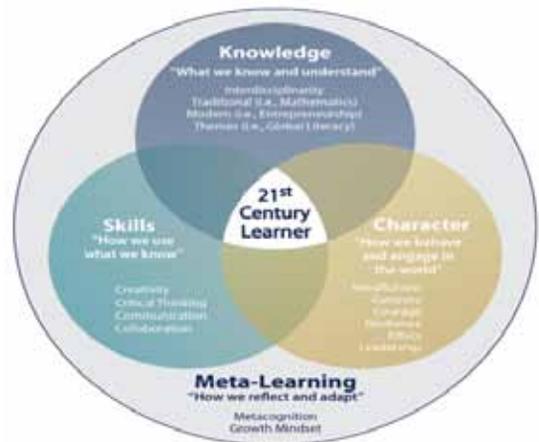
Menos específicos na área de educação, mas presentes no nosso dia a dia, estão hoje os assistentes Siri, Cortana Google nos nossos telemóveis, as recomendações do Netflix ou no MEO nas nossas TVs, altifalantes inteligentes como o Google Home ou Amazon Echo, reconhecimento facial no Facebook são resultado de técnicas de IA. Apesar da utilização simples das soluções apresentadas, o entendimento técnico de

como funcionam é complexo. Conceitos como Algoritmos, Machine Learning, Supervised, Unsupervised, Reinforced Learning, redes neurais são desenhadas por pessoas com estudos em matemática, engenharia e física avançada. A inteligência artificial começa hoje a ser oferecida como um serviço permitindo um nível de abstração interessante em Plataformas como a Amazon's Machine Learning on AWS, Google's TensorFlow, IBM's Watson and Microsoft's Azure).

Devemos estar conscientes e atentos, mesmo que ainda impreparados, a utilização e benefícios diretos poderão ainda não ser consensuais, existem estudos que mostram benefícios claros, mas também desafios como os orçamentos disponíveis, a adaptação cultural de alunos e professores, a privacidade, a localização de conteúdos para português, a diminuição do tempo social versus o aumento de tempo em frente a computadores, são ainda obstáculos relevantes a ultrapassar. As alterações poderão demorar algum tempo a serem notadas, mas estão a acontecer e irão continuar de forma não linear.

Voltando ao quadro negro de giz, importa lembrar os dias em que chegávamos à escola e nele nada estava escrito, eram períodos perfeitos para explorar a criatividade, a curiosidade, pensamento crítico e construtivo fosse para criar, descrever ou recriar algo. A inteligência artificial e as suas tecnologias associadas só aumentarão ainda mais o valor destas capacidades humanas. Juntamente com a liderança, re-

lação humana e ética são estas as características distintivas do século XXI, onde as tarefas repetitivas, o conhecimento analítico e memorizável serão rapidamente automatizados.



Center for Curriculum Redesign

Como em todas as revoluções, a sociedade e a educação passarão por momentos difíceis, duros para muitos, aqueles que melhor se adaptarem e evoluírem criarão novas oportunidades, novos trabalhos, nova educação e foco nas qualidades humanas e na qualidade de vida. Sejamos confiantes, os novos "quadros de giz" são obrigatoriamente desenhados por nós, a tecnologia do amanhã é a ciência que está a ser escrita hoje nas nossas escolas e universidades.



## REDE CULTURA 2027 E A CANDIDATURA DE LEIRIA A CAPITAL EUROPEIA DA CULTURA

Inês Silva

Vereadora da Cultura da Câmara Municipal de Alcobaça

A candidatura de Leiria a Capital Europeia da Cultura em 2027 tem-se desenvolvido como um grandioso projeto, se considerarmos que há muitas outras candidaturas a serem preparadas, algumas também no Centro do país.

Nesta candidatura, Leiria não se ficou pela cidade. Alargou o seu território a 25 municípios dos distritos de Leiria, Lisboa e Santarém e a três comunidades intermunicipais, nas quais se inclui a do Oeste.

É um extenso território que conta com três monumentos classificados “Património Mundial da UNESCO”, castelos e muralhas, parques naturais e paisagens de perder de vista, praias únicas, pinhais que sussurram poemas, folclore e tradições, moinhos de vento a contrastar com as heranças industriais, entre muitas outras materialidades e imaterialidades singulares.

Mas o que queremos nós verdadeiramente com esta candidatura? Podemos elencar desde logo um conjunto de objetivos que têm figurado no discurso dos que nela colaboram. Chamar a atenção para a importância do património, de forma a salvaguardá-lo, preservá-lo e reinventá-lo; criar o hábito de consumir mais cultura; fomentar o “vício” pelas manifestações ar-

tísticas; promover a formação dos agentes; aumentar o gosto pela leitura e pelas artes; criar grandes e novos públicos; desenvolver o espírito crítico das pessoas, para que distingam o bom do mau ou do grosseiro - são, todos eles, motivos legítimos. Contudo, defendo também a internacionalização do território. Perguntar-se-á que interesse pode ter este para um estrangeiro. A resposta inclui motivos que prendem a atenção do visitante, pela história, cultura e génese do território: Cister, Templários, Vilas Medievais, Pinhal de Leiria (a reerguer), Salinas, Fátima, Nazaré... os quais, vivificados pelas suas figuras históricas, reais ou lendárias, pessoas de outros tempos e do nosso tempo, contêm múltiplas narrativas, muitas delas por contar. É a oportunidade, portanto, de lhes dar voz.

No primeiro Conselho Geral da candidatura, a 22 de fevereiro de 2019, em Leiria, no qual foi assinado um manifesto de compromisso regional por todos os presidentes dos municípios envolvidos, formalizou-se a criação da Rede Cultura 2027 de apoio à candidatura, para partilha de produtos e recursos artísticos do território abrangido. A Rede é hoje uma realidade, legitimada por encontros descentraliza-

dos, que ocorreram de março a junho, em vários locais, e por um site e uma aplicação interativa para ligar agentes culturais e público. Iniciou-se, assim, o processo de elaboração da candidatura, que inclui desde logo um extenso período de reflexão, designado “Prelúdios de Ideias em 9 Andamentos, para o qual se convocaram “aqueles para quem a cultura importa”, isto é, os agentes culturais.

O primeiro encontro teve lugar em Alcobaça, a 16 de março, tendo como tema “Programação de artistas e agentes” e como subtema “Entre os projetos de autor e a dependência dos circuitos”. Como vereadora da cultura, fui convidada a participar. Embora o encontro tivesse suscitado participação ativa e discussão de ideias, a partir dos contributos dos conferencistas e do público, proponho apresentar, neste artigo, algumas ideias defendi naquela tarde, por considerar que os Cadernos do ECB são o lugar próprio para a reflexão e partilha de ideias.

A minha intervenção compreendeu dois momentos, tendo em conta o tema e o subtema do encontro. Assim, em primeiro lugar, procurei explicar o que entendo por “programação” ou programar; depois dei a minha opinião sobre quais as escolhas por que se deve reger um programador: projetos de autor ou projetos incluídos num circuito nacional e/ou internacional?

O termo “programação” não é utilizado exclusivamente na área da cultura. Significa “estabelecimento ou organização de um ou mais programas; plano de trabalho;

conjunto de programas – aplicável a vários setores”. Mas já “programador” é a pessoa que planeia ou organiza programas de carácter lúdico ou cultural (diferente de programador – especialista que cria programas informáticos). Como vereadora da cultura, programo todos os dias e faço-o com técnicos do município, associações, instituições, artistas, ou seja, com um conjunto de agentes culturais bastante diversificado. Como fazemos? Não precisamos de procurar muito. Nós, homens e mulheres, somos ricos culturalmente. Por isso, há uma enorme diversidade de formas culturais. Há muitos criadores. Há gostos de todos os géneros. Mas nem toda a oferta é arte. Esta multiplicidade de gostos e de formas artísticas é um grande desafio.

Tendo nós conhecimento destas “formas culturais”, que se vão criando no território e que nos vão sendo dadas a conhecer por diversos meios, e auscultando os públicos sobre as suas expectativas e gostos, escolhemos, de entre a vasta oferta, o que tem por base alguns princípios, que passo a referir.

### **1) Cultura para todos**

A cultura deve ser de todos e para todos. Porém, não significa dizer que, depois da devida auscultação, quase permanente, se vai simplesmente oferecer tudo aquilo que as pessoas querem ou acolher tudo aquilo que os agentes querem. Há que colocar em causa alguns gostos solidificados e algumas perspetivas cristalizadas. Há

que dar lugar ao espetáculo de “massas” mas também ao produto artístico mais diferenciado. Contudo, a tónica da “cultura para todos” não deve ser colocada apenas no consumo, mas na fruição, receção e conhecimento proporcionados por um determinado produto cultural. Esta deve ser a grande preocupação de quem pretende uma “cultura para todos”.

## **2) Acesso à cultura**

Este conceito faz-nos lembrar outros, como o acesso à educação, o acesso à leitura, o acesso a bens de primeira necessidade, que fazem parte dos direitos universais das pessoas. Mas o acesso à cultura não radica apenas nessa universalidade ou democratização. Não nos podemos iludir com a máxima “quanto mais consumirmos mais apreciamos”. Claro que é um caminho. É uma ferramenta utilizada no desenvolvimento do gosto pelo usufruto dos bens culturais. A frequência com que se vê cinema pode contribuir para a literacia cinematográfica, mas esta também está dependente do conteúdo. Neste exemplo concreto, a escolha dos filmes pelo programador pode desenvolver a técnica da receção.

A expressão “acesso à cultura” ultrapassa, pois, a ideia de que a cultura é um bem comum. Deve ser, sem dúvida. Mas deve ganhar um sentido mais amplo. A cultura é acessível quando os indivíduos desenvolvem capacidades para poderem apreciar, interpretar, usufruir da arte, o que é um

desafio também para o programador.

## **3) Acrescentar valor ao mundo artístico**

Todos nós temos a noção de que a cultura é importante para o ser humano. Valorizamos, por isso, a arte. Valorizamos o artista. Nesta valorização, é necessário ajudarmos os artistas a crescer, a associar a tradição à contemporaneidade, a reinventarem novas realidades, a dialogarem com artistas de outras artes ou com outras visões do mundo. Ao longo da vida todos nós vamos aprendendo a fazer coisas novas. Os programadores podem proporcionar certos enquadramentos à ocorrência de novos processos de criação cultural, apoiando com projetos interdisciplinares, envolvimento comunitário, parcerias, redes culturais, residências artísticas, entre outras.

## **4) Cultura ao serviço de outras áreas**

Este ponto não significa dizer que a cultura não possa ser vista como “área” autónoma. Mas se ela está ao serviço do território, pode integrar projetos destinados a grupos específicos da sociedade, com o intuito de capacitar as pessoas, proporcionar experiências de realização pessoal, apetrechar os indivíduos desde a escolaridade obrigatória, passando pela formação ao longo da vida, integrar cidadãos mais desprotegidos, só para dar alguns exemplos.

## 5) A cultura ajuda a diferenciar o território

A cultura é uma das formas de diferenciar o território. Há uma herança cultural da comunidade que, ao ser interiorizada pelos habitantes de um dado lugar, pode suscitar novas relações entre essa herança e o real. O sentido de pertença e a identidade podem desenvolver o coletivo.

Recuperar e manter a herança cultural em boas condições não significa ficarmos no passado. Há que trazer as tradições ao presente, analisarmos esse presente e projetarmos-nos no futuro.

A cultura é a vida. Tem de fazer refletir sobre a vida. Se vivemos neste território no século XXI, não podemos simplesmente olhar para um objeto do século XIX que foi utilizado pelos nossos antepassados e deixá-lo lá. Desta forma ele não vai diferenciar o nosso território. Temos de o trazer ao presente. Vê-lo com os nossos olhos de hoje, incluí-lo na nossa realidade que é a realidade dos nossos contemporâneos. Só assim a arte faz pensar na vida.

Sintetizando, “programação” e programar é estabelecer programas culturais que desenvolvam a receção e proporcionem prazer estético, minimizando a questão do consumo; é fazer com que a arte seja acessível, pela capacidade de apreciação, interpretação, fruição do objeto artístico; é trazer e proporcionar novos processos de criação cultural; é pôr a cultura ao serviço do território, integrando-a em projetos sociais, educativos, turísticos ou outros, de

acordo com situações específicas; é fazer sentir o que herdamos no mundo contemporâneo, no aqui e agora.

Relativamente ao que deve constar nos programas culturais, possivelmente já respondi à pergunta “deve o programador optar por projetos de autor ou por projetos incluídos num circuito nacional e/ou internacional?”

Se os programadores só se interessarem por aquilo que está padronizado, nesta mundialização premente, estão a excluir os projetos de autor e as manifestações artísticas locais, que são também um bem do mundo. Mas se atenderem apenas aos bens locais, podem condicionar a liberdade de escolha dos cidadãos, que procuram o que “circuitos” nacionais ou internacionais oferecem.

Há que encontrar um ponto de equilíbrio, entre projetos de autor e “projetos de circuitos”, de acordo com critérios como os que enunciei. Há que olhar para os projetos de autor e apoiá-los, não só lhes dando um “palco”, como também criando público (o serviço educativo é extremamente importante). Isto faz com que tenham sucesso. Mas fazer com que tenham sucesso é uma forma de os ajudar a entrar nos circuitos nacionais e internacionais porque estes oferecem divulgação, expansão, criação de riqueza. Os artistas de uma determinada região não podem querer enraizar-se nela e não crescerem. Por isso, se nós queremos que os nossos agentes locais deixem de ser estreitamente locais, também temos de aceitar os ar-

tistas de outras regiões. Só encontrando este ponto de equilíbrio podemos assumir a liberdade cultural dos artistas e do público e contribuir para o desenvolvimento cultural de um território, que é um grande motor dos direitos humanos, da cidadania, da participação ativa, da formação artística, da transversalidade de projetos, da sustentabilidade ambiental e, até, económica. Resumindo: acredito que temos de trabalhar localmente para chegarmos ao que é nosso. Mas o que é nosso, se nós quisermos, será do mundo.

A REDE CULTURA 2027 juntou, não só em Alcobaça, mas em muitos outros municípios, autarcas, agentes culturais e especialistas de várias áreas do saber com o propósito da reflexão conjunta, o que constituiu um ato de máxima valorização do artista (e dos seres humanos) e um ganho de incalculável valor para este território. Venham os próximos passos na formalização da candidatura de Leiria a Capital Europeia da Cultura. Estamos preparados, pois estamos e REDE.



## ON THE EXPLORATION OF AUTOMATIC ANALOG INTEGRATED CIRCUIT PLACEMENT USING NEURAL NETWORKS

Daniel Guerra

MSc Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

### Resumo

O trabalho descrito neste artigo foi desenvolvido como tese de mestrado de modo a concluir o Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de automatizar o processo de projetar um circuito integrado analógico, mais especificamente a etapa de posicionar os vários dispositivos que compõem um determinado circuito. Este processo é de elevada complexidade na medida em que o posicionamento de cada dispositivo tem de obedecer a um grupo de regras topológicas, enquanto se minimiza a área ocupada pelo circuito. Esta é uma das principais etapas da projeção de um circuito analógico, sendo também uma das mais subjetivas, na medida em que cada projetista tem as suas preferências e estilo de *layout* na altura de decidir a posição dos dispositivos.

Este trabalho propõe a construção de um modelo usando redes neuronais, sendo baseado em projetos já concluídos, eliminando assim a necessidade de considerar explicitamente todas as regras topológicas, uma vez que o modelo deve “aprender” os padrões desses projetos, os quais foram realizados por projetistas de circuitos ou por metodologias de posicionamento automáticas. O modelo proposto tem como input o tamanho dos dispositivos e produz as coordenadas dos mesmo no *layout* do circuito.

Os resultados obtidos mostram que o modelo, para além de replicar os padrões presentes nos projetos a partir dos quais aprendeu, consegue também inferir regras de *templates* (definição das posições relativas entre dispositivos) diferentes. No caso de estudo em que as redes neuronais foram treinadas com 12 *templates* diferentes, o modelo alcançou um erro médio de apenas 200nm por dispositivo e 97% dos *layouts* produzidos não continham dispositivos sobrepostos.

## Introdução

A revolução tecnológica em que vivemos trouxe a possibilidade de dispositivos portáteis ficarem cada vez mais pequenos. Como estes dispositivos necessitam de alguma forma de circuito eletrónico, estes também tiveram de ficar cada vez mais pequenos, surgindo a necessidade de combinar tanto os circuitos digitais como os analógicos no mesmo chip, de modo a criar um *Mixed-Signal (MS) System-on-Chip (SoC)*. Apesar destes MS SoC terem a maior parte da área ocupada por circuitos digitais, é a parte analógica que consome um maior esforço por parte dos projetistas, como é ilustrado na Figura 1.

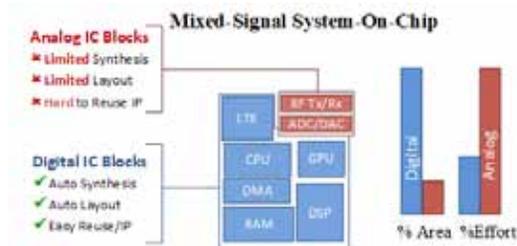


Figura 1: Comparação entre as secções analógicas e digitais de um MS SoC [1]

O desenvolvimento de ferramentas automáticas para o projeto de circuitos analógicos tem sido um tópico de discussão muito importante de modo a diminuir não só a mão de obra, mas também o tempo necessário para projetar um circuito. Estas ferramentas são chamadas de ferramentas *Electronic Design Automation (EDA)* mas, apesar da importância dos circuitos integrados (CI) analógicos, ainda não existem

muitas ferramentas EDA estabelecidas na indústria para circuitos analógicos em comparação com o que existe para circuitos digitais [2]. Esta falta de ferramentas EDA analógicas faz com que o projeto de circuitos analógicos seja o *bottleneck* do processo de produção de um SoC.

A geração de *layout* está inserida no processo de projeto de um circuito e corresponde à tarefa de colocar os dispositivos do circuito (cujas dimensões foram previamente definidas) no chip e de seguida conectá-los [3], sendo comum dividir este processo nesses dois subprocessos: *floor-planning* (posicionamento dos dispositivos) e *routing* (conexão entre dispositivos). O primeiro subprocesso, que também pode ser chamado de *placement*, é o foco deste trabalho. Esta é uma tarefa complexa pois é necessário ter em conta vários fatores como correntes elétricas parasíticas entre dispositivos, variações nos tamanhos dos dispositivos aquando da fabricação e condições de operação, isto é, interações com outros circuitos no mesmo die (material semiconductor onde o circuito é fabricado). Além de ter em conta estes fatores, também é necessário minimizar algumas métricas como a área do chip e o comprimento das ligações entre dispositivos. Estes factos fazem com que este processo seja muito difícil de automatizar o que incitou ao estudo deste tema nas últimas três décadas [4].

Foram propostas três diferentes metodologias para a geração automática de *layouts*, baseadas na forma como projetos antigos

são usados durante um novo projeto: geração de layout considerando as restrições de posicionamento e roteamento, migração e *retargeting* de layout e síntese de layouts com *knowledge mining*. Nenhuma destas metodologias teve sucesso na indústria, mas recentes desenvolvimentos em Inteligência Artificial (IA) e Aprendizagem Automática (AA) e o seu sucesso em diferentes campos indicam que a utilização de metodologias baseadas nestes campos podem trazer bons resultados.

### Inteligência Artificial e Aprendizagem Automática

AA é um subcampo da IA, cujo objetivo é criar modelos baseados em observações passadas. Estes modelos não são nada mais que funções (geralmente, não lineares) que representam o problema em questão, isto é, dado um *input*, os modelos geram outputs. Estas funções são calculadas baseando-se nos padrões presentes nas observações. Os modelos de AA são treinados com os pares *input-output* das observações passadas, o que faz com que este “aprenda” padrões e os aplique quando um novo *input* lhe é apresentado. Um dos algoritmos de AA mais utilizados presentemente são as Redes Neurais (RN), cujo desenvolvimento teve inspiração nos neurónios biológicos, e as quais têm apresentado excelentes resultados em diferentes áreas como classificação de imagens, reconhecimento de voz, processamento de linguagem natural, entre outras. Outra grande vantagem de utilizar modelos de AA

para resolver problemas reais é o facto de estes produzirem outputs quase instantaneamente. Apesar de demorarem bastante tempo a “aprender” (serem treinados), não é necessário esperar pelo output que os modelos calculam quando lhes é apresentado um novo *input*.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de AA que, dado os tamanhos de cada dispositivo de um circuito, produza a posição de cada um deles no layout do CI de modo a acelerar o processo e a reduzir a necessidade de intervenção Humana.

### Restrições de posicionamento

Estudos recentes [2] identificam oito restrições de posicionamento que devem ser tidas em consideração durante a etapa de posicionamento do projeto de um circuito analógico:

- **Simetria:** Manter a simetria num layout reduz o efeito de correntes parasíticas e a sensibilidade de um circuito a variações de processo.
- **Ilha de Simetria:** Dispositivos simétricos devem estar próximos para que as suas propriedades elétricas não difiram muito e para que o *matching* elétrico seja tão ótimo quanto possível.
- **Centroide Comum:** Os dispositivos devem ser organizados num vetor bidimensional com um centroide comum entre eles, cujo objetivo é minimizar a incompatibilidade sistemática e aleatória entre dis-

positivos.

- **Proximidade:** A distância entre conjuntos de dispositivos deve ser restrita de modo a que o comprimento de ligações possa ser reduzido. Para além disso, a compatibilidade entre dispositivos também aumenta com a proximidade entre eles.

- **Regularidade:** Os dispositivos devem ser organizados em linhas e colunas de modo a fazer com que os *layouts* sejam mais compactos e menos suscetíveis a variações de processo.

- **Fronteira:** Os dispositivos estão restritos a uma área retangular em torno do grupo de dispositivos a que pertencem, resultando num menor comprimento de ligações críticas, o que, por sua vez, implica uma redução das interações parasíticas.

- **Caminho de Sinal/Corrente:** As correntes parasíticas no caminho do sinal crítico têm um grande impacto na *performance* do circuito. Deste modo, os dispositivos nesse caminho devem estar próximos, assegurando que o sinal segue um caminho contínuo.

- **Térmica:** O efeito térmico pode degradar a *performance* do circuito devido à presença de dispositivos sensíveis à temperatura, cujas propriedades elétricas podem ser afetadas por dispositivos que emitam radiações térmicas. Para mitigar este problema, os dispositivos radiadores devem ser posicionados segundo uma linha de simetria térmica dividindo o *layout* de modo a que as linhas isotérmicas lhes sejam simé-

tricas, enquanto os dispositivos termicamente sensíveis devem ser posicionados simetricamente aos dispositivos radiadores, reduzindo a incompatibilidade térmica entre os mesmos.

Todas estas restrições de posicionamento levam a que a tomada de decisão relativa a onde um dispositivo deve ser colocado seja uma tarefa bastante complexa, fazendo com que metodologias que consigam abstrair-se das mesmas e que usem *layouts* previamente desenhados (em que estas restrições já foram consideradas e respeitadas) para extrair padrões estejam a tentar ser desenvolvidas.

### Estado da Arte em Síntese de Layouts de Circuitos Integrados Analógicos

Existem três metodologias usadas na síntese de *layouts* analógicos, cujas diferenças residem em como e quantos projetos antigos são usados:

- **Geração de layout tendo em conta restrições de posicionamento e roteamento:** Os dispositivos são posicionados no layout de modo a respeitar várias restrições e a minimizar a área do circuito. Usualmente, recorre-se a algoritmos de otimização para este objetivo. Esta metodologia não usa nenhuma informação de *layouts* previamente desenhados, o que significa que os *layouts* gerados são imprevisíveis e podem ou não fazer sentido.

- **Migração e *retargeting* de layouts:** Esta metodologia usa um *layout* do mesmo circuito previamente desenhado, mantendo

a topologia para diferentes tamanhos de dispositivos. Para este efeito são usados algoritmos de programação linear ou baseados em grafos [5], ou técnicas baseadas em *templates* [6]. O principal problema desta metodologia reside no facto de um único *layout* de um circuito não conter informação suficiente para a multitude de tamanhos de dispositivos que podem existir para esse mesmo circuito. Para além disso, desenvolver um *template* pode ser tão demoroso como resolver a etapa de posicionamento manualmente.

• **Síntese de *layout* usando *knowledge mining***: Esta metodologia recorre a uma base de dados de *layouts* previamente desenhados [7, 8]. São usadas técnicas de *data mining* de modo a extrair sub-circuitos que existam tanto no circuito a ser projetado como num circuito previamente produzido. Assim, os novos *layouts* são produzidos usando esses sub-circuitos. Sistemas que implementam esta metodologia usam algoritmos de grafos, o que faz com que estes resolvam conflitos nos grafos construídos de modo a produzir um novo *layout* válido. Estes sistemas têm como desvantagem o facto de não conseguirem lidar com grandes quantidades de dados, o que faz com que não consigam generalizar a informação presente nessa base de dados de circuitos, isto é, para tamanhos de dispositivos não armazenados, os algoritmos nunca conseguirão produzir um *layout*.

Este trabalho propõe uma nova metodologia baseada em AA, em que podem ser usados todos os *layouts* previamente de-

senhados para treinar um modelo que, idealmente, irá produzir *layouts* válidos e otimizados que respeitem as várias restrições de posicionamento, à velocidade de um clique de um botão.

O algoritmo de AA escolhido foram as RNs devido à versatilidade que apresentam ao poderem ser aplicadas a qualquer tipo de problema e ao seu verificado sucesso em diversas áreas.

## Resultados

De forma a avaliar a possibilidade de usar RNs para produzir *layouts* válidos, foram produzidos diferentes modelos resultantes de RNs com arquiteturas variadas, recorrendo às bibliotecas *Tensorflow* e *Scikit-Learn* disponíveis para a linguagem de programação *Python*.

O circuito escolhido para o desenvolvimento destes modelos foi o amplificador de uma única etapa. O seu esquemático é apresentado na figura 2. Este circuito foi escolhido devido à sua moderada complexidade, uma vez que é constituído por 12 dispositivos divididos em 6 pares simétricos. Existem diferentes *layouts* possíveis para este circuito. Estas possibilidades podem ser representadas em *templates* que, por sua vez, representam as posições relativas entre os dispositivos, sendo estas relações mantidas até para diferentes tamanhos de dispositivos. Na figura 3 são apresentados 2 *templates* do amplificador de uma única etapa, desenvolvidos manualmente.

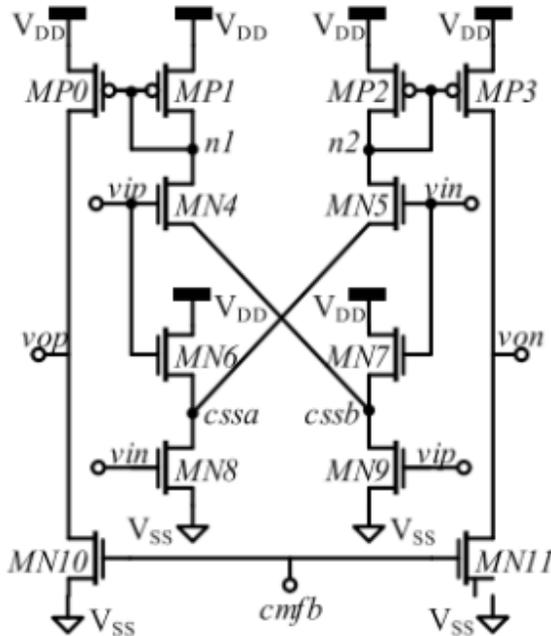


Figura 2: Esquemático do amplificador de uma única etapa [9]

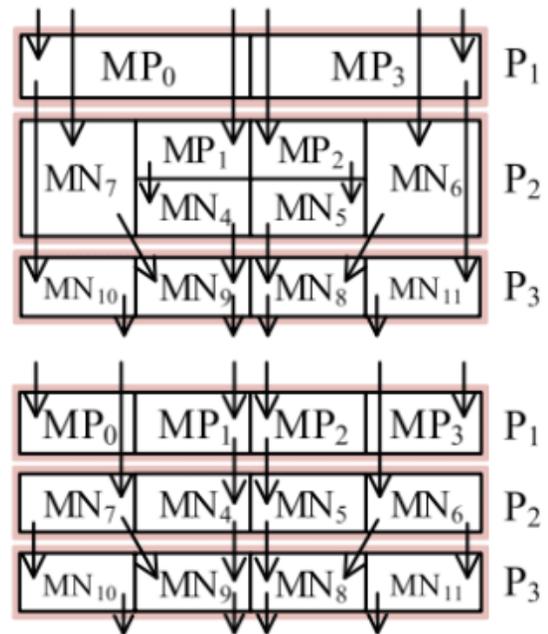


Figura 3: Diferentes templates feitos manualmente [9]

O conjunto de dados utilizados para desenvolver o modelo contém cerca de 10000 exemplos de layouts (tamanhos dos dispositivos e a sua posição no layout) em que 80% foram utilizados para treinar o modelo e os restantes 20% foram utilizados para avaliar o mesmo.

De modo a que o modelo seja mais usável em aplicações reais, e como nem sempre o circuito com menor área é o preferível (o espaço que o circuito ocupa no chip pode requerer um certo *aspect ratio* (AR), o qual corresponde à razão entre a altura e a largura), o modelo proposto produz 3 hipóteses de layout: o layout com menor área e

os layouts com menor e maior AR. Esta característica faz com que o produto do sistema seja apropriado num maior número de situações. Desta forma, para cada exemplo presente no conjunto de dados foram escolhidos os layouts com menor área e menor e maior AR para o mesmo tamanho de dispositivos, com o objetivo de treinar a RN de modo a que ela aprenda os padrões para esses 3 tipos de layout.

Na figura 4 são apresentados os layouts produzidos pelo modelo (*predicted*) acompanhados dos layouts que se esperava que o sistema produzisse (*target*) cujo erro de posicionamento corresponde ao erro

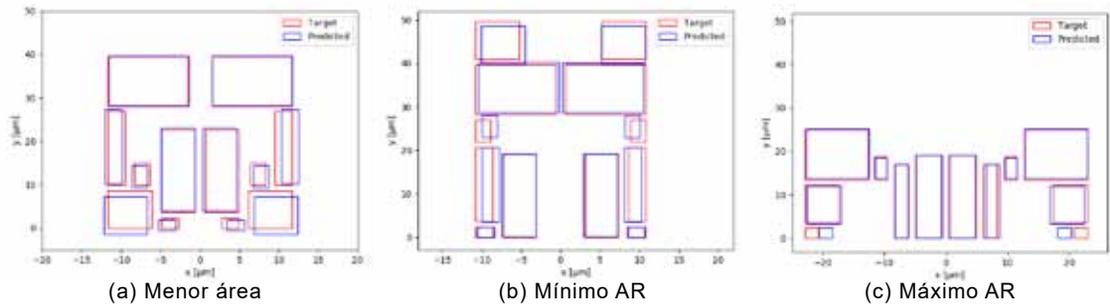


Figura 4: Layouts produzidos pelo modelo sobrepostos nos layouts esperados

mediano. Pode-se observar que os layouts produzidos pela RN são muito similares ao esperado. Para além disso, ao *layout* produzido poderia ser aplicado um algoritmo de pós-processamento para corrigir estes desvios mínimos.

O erro médio de posição dos *layouts* produzidos pelo modelo encontra-se na ordem dos  $200\text{nm}$  por dispositivo, a qual é uma distância desprezável tendo em con-

sideração que os dispositivos têm medidas na ordem das dezenas de micrómetros. Para além disso, 97% dos *layouts* produzidos não contêm dispositivos sobrepostos com outros, enquanto que 21% têm o erro abaixo dos  $100\text{nm}$  e não contêm sobreposições. É também de notar que exemplos que têm erro elevado podem não ser inválidos, uma vez que esse erro apenas significa que o *layout* produzido não é similar ao esperado, podendo, no entanto, ser “me-

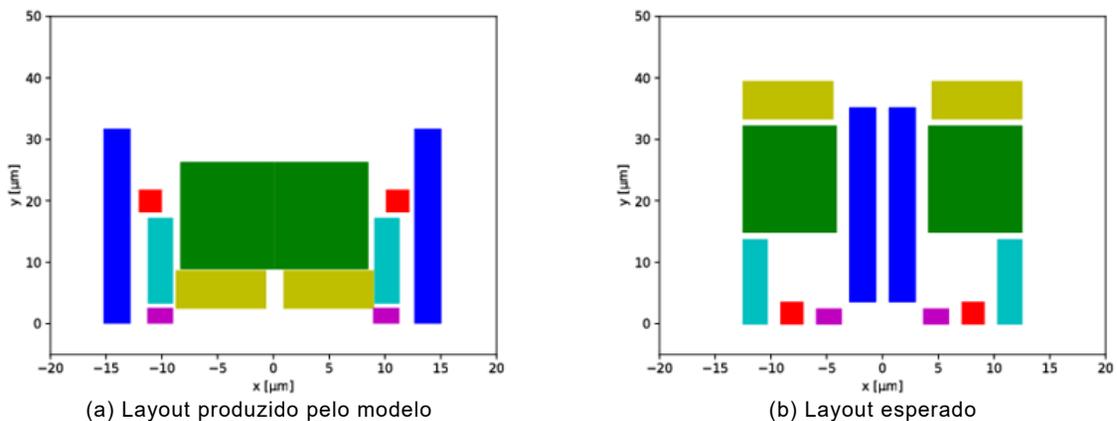


Figura 5: Layout produzidos pelo modelo em oposição ao layout esperado

lhor”, na medida em que ocupa uma menor área, por exemplo. Na figura 5 é apresentado um exemplo desta ocorrência, em que é notável que o modelo aplicou regras de outro *template* que aparenta ser mais compacto e até ocupar uma menor área.

### Conclusões

Os resultados obtidos sugerem que modelos baseados em RNs são uma mais valia no processo de automação de uma tarefa tão complexa como o processo de posicionamento do projeto de circuitos integrados analógicos. Além disso, como foi visto, estes modelos podem até produzir *layouts* que sejam “melhores” do que as ferramentas já existentes, ou até mesmo do que humanos. Ainda assim, os *layouts* produzidos podem não ser válidos, uma vez que podem desrespeitar algumas das restrições de posicionamento ou não obter a *performance* esperada.

Este trabalho prova que RNs conseguem “aprender” os padrões intrínsecos presentes nos dados e que são uma escolha adequada na síntese de *layouts* analógicos, acelerando o processo de geração de *layouts* e, com mais desenvolvimentos, podem vir a ser usadas em aplicações reais diminuindo ou até eliminando a necessidade de mão de obra para esta tarefa.

### Desenvolvimentos Futuros

As RNs usadas neste trabalho são relativamente simples, pelo que seria interessante experimentar redes mais complexas para validar se este aumento de complexidade

faz com que os resultados melhorem. No entanto, desenvolver este tipo de RNs é uma tarefa que consome muito tempo e só poderia ser considerada uma teoria válida depois dos resultados obtidos neste trabalho serem validados.

Seria também interessante aplicar um algoritmo de pós-processamento que assegurasse que nenhum dispositivo está sobreposto com outro e que o *layout* é completamente simétrico, assim como o comprimento de todas as restrições de posicionamento.

## Referências

- [1] N. Lourenço, R. Martins, N. Horta, *Automatic Analog IC Sizing and Optimization Constrained with PVT Corners and Layout Effects*. Springer, 1 ed., 2017.
- [2] M. P.-h. Lin, Y.-w. Chang, C.-m. Hung, "Recent Research Development and New Challenges in Analog Layout Synthesis," *Asia and South Pacific Design Automation Conference*, pp. 617–22, 2016.
- [3] R. Martins, N. Lourenço, N. Horta, "Multi-objective optimization of analog integrated circuit placement hierarchy in absolute coordinates," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 23, pp. 9137–9151, 2015.
- [4] A. Handkiewicz, S. Szczesny, M. Naumowicz, P. Katarzyński, M. Melosik, P. Śniatała, M. Kropidłowski, "SI-Studio, a layout generator of current mode circuits," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 6, pp. 3205–3218, 2015.
- [5] S. Bhattacharya, N. Jangkrajarn, "Multilevel symmetry-constraint generation for retargeting large analog layouts," *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 25, no. 6, pp. 945–960, 2006.
- [6] L. Zhang, N. Jangkrajarn, S. Bhattacharya, C. J. R. Shi, "Parasitic-aware optimization and retargeting of analog layouts: A symbolic-template approach," *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 27, no. 5, pp. 791–802, 2008.
- [7] P. H. Wu, M. P. H. Lin, T. Y. Ho, "Analog layout synthesis with knowledge mining," in *2015 European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD)*, pp. 1–4, 2015.
- [8] P. H. Wu, M. P. H. Lin, T. C. Chen, C. F. Yeh, X. Li, T. Y. Ho, "A Novel Analog Physical Synthesis Methodology Integrating Existent Design Expertise," *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 34, no. 2, pp. 199–212, 2015.
- [9] R. M. F. Martins, N. M. T. Lourenço, A. Canelas, N. Horta, "Stochastic-based placement template generator for analog IC layout-aware synthesis," *Integration*, vol. 58, pp. 485–495, 2017.



## O desenvolvimento da lateralização e da lateralidade em crianças com 5 e 6 anos de idade

Mariana Santos

Instituto Politécnico de Leiria/ Escola Superior de Educação e Ciências Sociais

Marina Rodrigues

Instituto Politécnico de Leiria/ Escola Superior de Educação e Ciências Sociais

### Resumo

O presente artigo surge de uma investigação no âmbito do Mestrado em Educação Pré-Escolar da Escola de Educação e Ciências Sociais do Politécnico de Leiria, na sequência da Prática de Ensino Supervisionado realizada em contexto de Jardim de Infância, a partir da observação de algumas dificuldades das crianças ao nível da orientação espacial, mais concretamente nas habilidades geométricas de lateralização e lateralidade.

Estas observações potenciaram uma reflexão acerca da importância do desenvolvimento da lateralização e da lateralidade no pré-escolar, de modo a compreender como se promove o desenvolvimento da lateralização e da lateralidade em crianças com cinco e seis anos de idade.

O estudo utilizou um paradigma qualitativo, recorrendo-se à descrição e análise das situações observadas, provenientes das tarefas implementadas. Neste artigo apenas se apresenta um dos estudos de

caso, com as respetivas tarefas implementadas.

Os resultados mostram que o participante teve inicialmente alguma dificuldade em reconhecer os termos posicionais, bem como em identificá-los no seu próprio corpo e no do outro. Ao longo da implementação das tarefas, foi introduzindo o vocabulário posicional no seu discurso, identificando-o no seu próprio corpo, mostrando estar a desenvolver a sua lateralização. Quanto à lateralidade, ainda apresenta algumas dificuldades em colocar-se no lugar do outro, mostrando por isso estar num nível de lateralidade embrionário.

**Palavras Chave:** Matemática, Geometria, Pré-Escolar, Lateralização, Lateralidade.

### Abstract

The present article was made for the Masters Degree in Pre-School Education of the Education and Social Sciences School Polytechnic Institute of Leiria. A few obser-

vations were made about the difficulties of children when it comes do their spatial orientation, more specifically about lateralization and laterality.

These observations made possible the writing of a reflexion about the importance of the development of laterality and lateralization in Kindergarten, allowing for the full comprehension of how to promote the latter.

The study used a qualitative paradigm, describing and analysing the observed situations that came from the implemented tasks. In this article only one of the case studies is presented, as well as the implemented tasks.

The results show that the participant, initially had some difficulties in recognizing the positional terms, as well as identifying them in his own body and in other participants bodies. It was introduced, during the implementation of the tasks, positional vocabulary in his speech, identifying it in his own body, showing that the sense of lateralization. When it comes to laterality the subject shows some difficulty in putting oneself in the other subject's shoes, demonstrating an embrionary level of laterality.

**Keywords:** Mathematics, Geometry, Pre-School, Lateralization, Laterality.

## Introdução

A investigação que a seguir se apresenta foi realizada numa sala de Jardim de In-

fância, de uma IPSS do concelho da Batalha, mais concretamente na sala de 5/6 anos, com o intuito de observar, descrever e analisar o processo de desenvolvimento da lateralização e da lateralidade em crianças em idade pré-escolar, ao longo das tarefas propostas, refletindo-se simultaneamente sobre o papel do educador no desenvolvimento destas duas habilidades geométricas.

Este estudo teve como ponto de partida as observações realizadas neste contexto, onde se evidenciaram dificuldades de algumas crianças ao nível da orientação espacial, mais concretamente nas habilidades geométricas de lateralização e lateralidade.

Desta forma, considerou-se pertinente desenvolver um estudo que contribuísse para a compreensão do modo como se desenvolve a lateralização e a lateralidade no pré-escolar, através da análise das estratégias observadas ao longo da realização de um conjunto de tarefas que promovessem o desenvolvimento de competências de lateralização e lateralidade. Neste artigo apenas se fará referência a um dos participantes, apresentando evidências do seu desempenho durante a implementação das cinco tarefas. Apresenta-se sumariamente o contexto teórico que sustentou o estudo, os aspetos metodológicos que o enquadraram e os resultados obtidos. Por fim, apresentam-se as principais conclusões.

## Enquadramento Teórico

### ***O desenvolvimento cognitivo das crianças com cinco e seis anos de idade***

As crianças entre os dois e os sete anos de idade, segundo Piaget, referido por Papalia e Feldman (2013), encontram-se no estágio pré-operatório, que “(...) é caracterizado por uma grande expansão no uso do pensamento simbólico, ou capacidade representacional (...)” (p. 259), não sendo capazes de usar a lógica.

Ao longo do tempo, as crianças vão passando por diversas transformações a vários níveis, nomeadamente ao nível cognitivo. No que diz respeito à noção de espaço, de acordo com Borràs (2002), as crianças passam por três fases, destacando-se a fase associada às idades das crianças em estudo, nomeadamente, a fase dos quatro aos onze anos de idade. Nesta fase “(...) as crianças alcançam a etapa do espaço percebido. Durante este tempo começam a ser capazes de imaginar a existência de espaços fora do seu ambiente de vida, sem a necessidade de experimentá-los, e a avaliar distâncias, dimensões e posições” (Borràs, 2002, p. 335).

Em idade pré-escolar, as crianças, a partir das explorações com objetos e com o seu próprio corpo, estão a tentar perceber e conhecer o espaço que as rodeia, tentando encontrar as expressões que o caracterizam (Hohmann et al., 1995), pois é a “(...) interagirem com o ambiente físico e social que as rodeia e ao reflectirem sobre

essas experiências” (Kamii, 1985; Wood, Cobb & Yackel, 1990, referido por Baroody, 2002, p. 336), que elas “(...) constroem activamente entendimentos matemáticos (...)” (Baroody, 2002, p. 336).

A forma que as crianças utilizam, na maioria das vezes, para resolver este problema, é apontar para as coisas dizendo “ali”. Com o passar do tempo, vão tendo consciência de que o seu movimento tem uma direção e que apresenta expressões específicas de espaço que descrevem posições, direções e distâncias relativas (Hohmann et al., 1995). Para adquirirem estas competências, “(...) precisam de experimentar e representar as relações espaciais e de resolver os problemas espaciais (...)” (Hohmann et al., 1995, p. 293).

### ***Sentido espacial no Pré-Escolar***

A geometria, de acordo com Freudenthal (1973), referido por Teixeira (2008), promove oportunidades para as crianças relacionarem a matemática com a realidade, que lhes permitem distinguir objetos, bem como o seu grau de proximidade, sendo, por isso, designadas de experiências geométricas e espaciais.

As crianças, à medida que exploram o espaço que as rodeia, vão adquirindo noções espaciais e afinando as que desenvolveram desde o seu início de vida (Barros & Palhares, 1997).

É a partir da experiência e das explorações que a criança vai desenvolvendo o seu sentido espacial (Mendes e Delgado,

2008; Breda et al., 2011), destacando-se as relações que estão associadas às relações geométricas, à direção, à orientação e às perspectivas dos objetos (NCTM, 1991, referido por Breda et al, 2011). O sentido espacial encontra-se associado a um conjunto de capacidades que se encontram divididas em duas partes, a orientação e a visualização espacial (Clements, 1999, referido por Moreira & Oliveira, 2003). Destas, apenas se fará referência à orientação espacial, tendo em conta o contexto da investigação.

A orientação espacial começa a desenvolver-se desde os primeiros anos de vida das crianças, a partir da sua curiosidade natural para explorar o espaço e os objetos que as rodeiam.

### ***Lateralização e lateralidade***

No pré-escolar, é fundamental que as crianças comecem a desenvolver as suas capacidades geométricas. Assim sendo, segundo Mendes e Delgado (2008), é importante

(...) que, no jardim-de-infância, sejam realizadas tarefas que envolvam a identificação do local onde se encontra determinado objecto, a descrição e identificação de caminhos e a análise da posição do objecto. Ao fazê-lo as crianças desenvolvem vocabulário específico e adequado a cada uma das situações, como: por cima, por baixo, à frente de, atrás de, entre, para a direita, para a esquerda, a seguir, virado para cima, virado para baixo, de lado, de frente, etc (p. 11).

Sendo assim, Tortora e Pirola (2012) referem que o desenvolvimento da orientação espacial pressupõe que as crianças desenvolvam duas habilidades geométricas distintas, nomeadamente, a lateralização e a lateralidade.

A lateralização é uma habilidade geométrica que está associada às relações que a criança estabelece com o seu próprio corpo. Para além disto, segundo Tortora e Pirola (2012) diz respeito

(...) à orientação da criança e sua localização no espaço tomando a si mesmo como ponto de referência. Por exemplo, quando a criança necessita dizer se um objeto está atrás dela ou a sua frente, ou quando precisa escolher umas das duas mãos (direita ou esquerda). Em ambos os casos, utiliza-se o próprio corpo como referência (pp. 223-224).

A lateralidade, de acordo com Meur (1991), referido por Maria (2012), é uma habilidade bastante importante, no que concerne ao desenvolvimento infantil, pois está diretamente ligada à “(...) ideia que a criança tem de si mesma, na formação do seu esquema corporal e na percepção da simetria do corpo” (p. 57), que por sua vez, contribui para a descoberta da sua “(...) estruturação espacial, pois ao perceber o eixo de seu corpo, a criança percebe também seu meio ambiente em relação a esse eixo (...)” (p. 57). Esta habilidade, de acordo com Pirola (2006, p. 198), “(...) é construída a partir do momento em que outros pontos de referência são adotados. Por exemplo: “a criança deve entender

que a esquerda de uma pessoa que está à sua frente, olhando para ela, coincide com a sua direita” (Tortora & Pirola, 2012, p. 224), referindo-se às relações que a criança estabelece com os outros/objetos.

## Metodologia

Neste estudo optou-se por realizar uma investigação de carácter qualitativo, uma vez que se pretende observar, descrever e analisar o processo de desenvolvimento da lateralização e da lateralidade em crianças em idade pré-escolar, ao longo das tarefas propostas (Sousa & Baptista, 2011).

Para a realização deste estudo, recorreu-se a uma metodologia de estudos de caso, pois, de acordo com Coutinho (2011) “a característica que melhor identifica esta abordagem metodológica, é o facto de se tratar de um plano de investigação que envolve o estudo intensivo e detalhado de uma entidade bem definida: o «caso»” (p. 293).

Os participantes neste estudo foram quatro crianças, que frequentavam a sala dos 5/6 anos, numa instituição situada no concelho da Batalha. A seleção dos participantes foi feita a partir da observação do grupo de crianças, em brincadeira livre ou em momentos orientados, identificando-se duas crianças que manifestavam algumas dificuldades relativamente à lateralização e à lateralidade e outras duas que mostravam algum domínio destes conceitos.

Nesta investigação, foi implementado um

conjunto de cinco tarefas, com o objetivo de proporcionar o desenvolvimento de competências de lateralização e lateralidade, realizadas em grande grupo, com alguns momentos em pequeno grupo. Na **tarefa 1 – “Jogo dos Movimentos”**, as crianças iam movimentando o seu próprio corpo, sobre uma fita afixada no chão, de acordo com os termos posicionais indicados; na **tarefa 2 - “Dança do Panda”**, as crianças iam movimentando o seu próprio corpo de acordo com as indicações dadas pela canção; na **tarefa 3 - “Desenho Ditado”**, na primeira parte, houve uma exploração em grande grupo onde as crianças sobre uma cartolina colavam algumas imagens seguindo os termos posicionais indicados, e na segunda parte da tarefa cada criança tinha uma folha branca e um lápis onde desenhava cada um dos elementos (ex. sol, nuvem...) de acordo com os termos posicionais indicados, referindo, posteriormente, de forma oral, a posição dos mesmos utilizando o vocabulário posicional; na **tarefa 4 - “Percursos”**, primeiramente houve uma exploração a três dimensões, onde as crianças se deslocavam sobre uma grelha quadriculada (afixada no chão), seguindo as orientações dadas. Na segunda parte da tarefa, houve uma exploração a duas dimensões, onde as crianças desenharam os percursos, indicando cada uma das orientações dos mesmo oralmente; por fim, na **tarefa 5 - “Espelho”**, cada criança tinha uma folha com um desenho de um menino e alguns elementos (bola, garrafa, chapéu...) para colar sobre o mesmo de acordo com os termos posicionais

indicados, verbalizando, posteriormente, a sua posição utilizando os termos posicionais (ex. a garrafa está na mão direita do menino).

Os dados foram recolhidos em cinco dias distribuídos por quatro semanas. À medida que se propunha cada tarefa, iam-se recolhendo os dados a partir da observação direta, de registos fotográficos e videográficos.

Para analisar os dados, recorreu-se à análise de conteúdo, pois, segundo Coutinho (2011), "(...) é uma técnica que consiste em avaliar de forma sistemática um corpo de texto (ou material audiovisual), por forma a desvendar e quantificar palavras/frases/temas considerados «chave» que possibilitem uma comparação posterior" (p.193), sendo este o método de análise de dados utilizado.

### **Apresentação e discussão dos resultados**

Neste item são apresentados e analisados os resultados obtidos relativamente ao desempenho de um dos participantes, a Gisela.

Na tarefa "**Jogo dos Movimentos**", a Gisela realizou todos os movimentos olhando para a colega que estava do seu lado direito, tentando descobrir qual era o movimento que tinha de fazer, ou então para verificar se o seu movimento coincidia com o da colega. Esta insegurança é visível nas evidências que se seguem:

I: Agora mão direita no pé esquerdo.

G - Olhou para a criança que se encontra ao seu lado direito, tentando imitá-la, colocou a mão esquerda sobre o pé direito.

Relativamente ao conhecimento do vocabulário posicional utilizado na tarefa, a Gisela mostrou compreender os termos "em cima", "à frente" e "atrás", realizando os movimentos corretamente. Porém, o mesmo não aconteceu com os termos "direita" e "esquerda", trocando-os, não os associando corretamente às respetivas partes do seu corpo.

As evidências apresentadas parecem indicar que a Gisela se encontra ainda a desenvolver a sua lateralização, estando numa fase inicial, visto que não reconhece os termos "direita" e "esquerda", apresentando dificuldade em identificá-los no seu próprio corpo.

Relativamente à tarefa "**Dança do Panda**", a Gisela, na primeira vez que esta foi realizada, não quis participar (estava amuada). Na segunda vez, mostrou-se animada e com bastante interesse em participar, realizando todos os movimentos indicados ao longo da canção, embora a maioria numa posição contrária ao que era pretendido, como se pode observar na seguinte transcrição:

CD: Ombro esquerdo à frente, ombro esquerdo atrás, ombro esquerdo à frente e mexendo sem parar. Roda, roda, roda e não saias do lugar, vem que eu vou-te ensinar.

G – A criança realizou os movimentos pedidos, mas utilizando o ombro direito.

**CD:** Pé direito à frente, pé direito atrás, pé direito à frente e mexendo sem parar. Roda, roda, roda e não saias do lugar, vem que eu vou-te ensinar.

**G** – A criança realizou os movimentos pedidos, mas utilizando o pé esquerdo.

Tendo em conta as evidências anteriores, a Gisela mostrou ter dificuldade em associar os termos “direita” e “esquerda” às partes do corpo mencionadas. Assim, reforça-se a ideia advinda da tarefa anterior, de que a Gisela se mantém insegura nas suas decisões, encontrando-se numa fase embrionária do desenvolvimento da sua lateralização.

Na tarefa “**Desenho Ditado**”, a Gisela teve, inicialmente, alguma insegurança, dizendo que não era capaz de desenhar. Depois de ser incentivada, mostrou facilidade em representar os vários elementos (sol, árvore, bola, nuvens, casa e borboleta) de acordo com os termos posicionais indicados (canto direito, canto esquerdo, meio, baixo, cima). Desenhou todos os elementos, respeitando as indicações referidas.

No fim da realização dos desenhos, a mestranda reuniu-se com a Gisela para que esta referisse oralmente, utilizando os termos posicionais, a localização de cada um dos elementos que desenhara na sua folha. Curiosamente, a Gisela pareceu saber utilizar cada um dos termos posicionais, descrevendo a posição de cada um dos elementos de forma correta. Desta

forma, é possível afirmar que se encontra a desenvolver a sua lateralização, visto que é capaz de verbalizar oralmente cada um dos termos posicionais, associando-os aos vários elementos desenhados na folha, apresentando o seu corpo como ponto de referência.

Na primeira parte da tarefa “**Percursos**” (após ter sido indicado um ponto de referência), a três dimensões, a Gisela mostrou bastante dificuldade em movimentar-se sobre a grelha (representada no chão), tendo também dificuldade em verbalizar oralmente os termos posicionais consoante os movimentos que efetuava sobre a mesma, não fazendo corresponder, de forma correta, os termos posicionais aos movimentos que realizava. À medida que indicava os termos posicionais, trocava o termo “direita” com “frente” e “direita” com o termo “esquerda”, mostrando-se também muito insegura e nervosa quanto às suas respostas. Esta dificuldade da Gisela prende-se, possivelmente, com uma dificuldade em identificar orientações espaciais a três dimensões quando o referencial deixa de ser ela própria e passa a ser uma grelha desenhada no chão.

Na segunda parte da tarefa, a duas dimensões, a Gisela, na primeira grelha, começou por desenhar o percurso ao acaso, não seguindo as direções indicadas. Então, foi informada de que tinha de seguir as direções das setas presentes na tabela. No fim de preencher ambas as grelhas, foi-lhe pedido para verbalizar oralmente, os dois percursos. É de salientar que a Gisela re-

feriu de forma correta cada um dos percursos, utilizando vocabulário posicional.

Na tarefa “**Espelho**”, a Gisela, na primeira vez que a mesma foi realizada, colou todos os elementos (bola, coelho, flor e garrafa) de forma incorreta, não respeitando os termos posicionais indicados à exceção do chapéu, que colou corretamente.

À medida que realizou a tarefa, foi olhando para a colega do lado, o que acabou por influenciar algumas das suas respostas, como se pode observar na seguinte transcrição:

I: Vamos colar a flor na mão direita do menino.

G – A criança colou a flor na mão direita do menino, mas antes olhou para a folha da criança que estava do seu lado direito.

I: Agora vamos colar a bola no pé esquerdo do menino.

G – A criança colou a bola no pé direito do menino, olhando também para os desenhos das crianças que estavam ao seu lado.

Quando a tarefa foi realizada individualmente, a Gisela colou sobre o desenho do menino, alguns elementos de forma correta e outros de forma incorreta,

Seguidamente foi feito o processo inverso, ou seja, foram colados os elementos sobre o desenho do menino e foi pedido para a Gisela referir oralmente os termos posicionais que caracterizavam a sua posição. É de referir que a Gisela caracterizou todos os elementos de forma correta, recorrendo aos termos posicionais

De um modo geral, analisando todo o desempenho da Gisela durante as cinco tarefas, é possível afirmar que mostrou ser uma criança um pouco insegura nas suas decisões, necessitando do apoio do outro para se afirmar, o que foi possível observar em todas as tarefas. Inicialmente, pareceu mostrar não reconhecer alguns dos termos posicionais, mais especificamente “direita” e “esquerda”, trocando-os, não os conseguindo associar às partes do seu corpo, o que foi evoluindo ao longo das tarefas.

No que concerne à lateralidade, os resultados obtidos não são seguros, uma vez que a Gisela apenas participou numa das tarefas relativas a esta habilidade geométrica. Mesmo assim, parece poder afirmar-se que está num nível de desenvolvimento embrionário, revelando algumas dificuldades em colocar-se no lugar do outro.

## Conclusões

Os resultados obtidos permitem referir que a Gisela, apesar das suas inseguranças e indecisões, reconheceu e soube utilizar o vocabulário posicional, adequando-o a cada uma das situações propostas. Para além disto, identificou cada um dos termos posicionais no seu próprio corpo, mostrando por isso estar a desenvolver a sua lateralização. No que concerne à lateralidade, a Gisela mostrou ter algumas dificuldades, não se conseguindo colocar imaginariamente no lugar do outro de modo a reconhecer, nessas circunstâncias, cada um dos termos posicionais. Pode então afirmar-se que, a partir dos resultados obtidos, o nível de desenvolvimento da sua lateralidade ainda se encontra num estado embrionário.

Assim, as tarefas implementadas ao longo do estudo promoveram o desenvolvimento das habilidades geométricas, mais concretamente da lateralização e da lateralidade, bem como o reconhecimento e contacto com o vocabulário posicional que lhes está associado.

O estudo permitiu perceber a importância que a lateralização e a lateralidade têm no desenvolvimento da orientação espacial, bem como compreender de que forma se desenvolvem as habilidades geométricas das crianças e que estratégias promovem esse desenvolvimento. É importante perceber primeiramente em que nível de desenvolvimento se encontra cada criança, para que depois se possam adequar as tarefas às necessidades/dificuldades de cada uma destas, ajudando-as a ultrapassá-las. Cabe então ao educador estar atento às manifestações das crianças, de modo a entender onde deve intervir, percebendo que tarefa lhes deve proporcionar que promovam as suas habilidades ao nível da lateralização e da lateralidade e, conseqüentemente, da sua orientação espacial.

## Bibliografia

Baroody, A. J. (2002). Incentivar a aprendizagem matemática das crianças. In B. Spodek, Manual de Investigação em Educação de Infância (pp. 333 - 390). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Barros, M. G., & Palhares, P. (1997). Emergência da Matemática no Jardim-de-Infância. Porto: Porto Editora.

Borràs, L. (2002). Manual da Educação Infantil. Setúbal: Marina Editores.

Breda, A., Serrazina, L., Menezes, L., Sousa, H., & Oliveira, P. (2011). Geometria e Medida no Ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação, Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Coutinho, C. P. (2011). Metodologia de Investigação em Ciências Sociais Humanas: Teoria e Prática. Coimbra: Edições Almedina.

Hohmann, M., Banet, B., & Weikart, D. P. (1995). A Criança em Acção (2.ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Maria, T. L. C. S. (2012). Desenvolvimento psicomotor de alunos na Educação Infantil. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação.

Mendes, M. F., & Delgado, C. C. (2008). Geometria: textos de apoio para educadores de infância. Lisboa: Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Moreira, D., & Oliveira, I. (2003). Iniciação à Matemática no Jardim de Infância. Lisboa: Universidade Aberta.

Papalia, D. E., & Feldman, R. D. (2013). Desenvolvimento Humano. Lisboa: McGraw Hill.

Silva, I. L., Marques, L., & Rosa, M. (2016). Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar. Lisboa: Ministério da Educação.

Sousa, M. J. e Baptista, C. S. (2011). Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios – Segundo Bolonha (2.ª ed.). Lisboa: Pactor.

Teixeira, M. S. M. (2008). O pensamento geométrico no 1.º ano de escolaridade. Lisboa: Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências do Departamento de Educação.

Tortora, E., & Pirola, N. A. (2012). O desenvolvimento de habilidades geométricas na educação infantil. Atas do XXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática (pp. 221-232). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

## Alguns contributos sobre o património agroindustrial da Benedita no século XIX

António Valério Maduro

### CEDTUR/CETRAD

Com este breve texto pretendemos apenas revelar a existência de algumas unidades proto-industriais da Benedita, mostrando outras atividades que se isentam do quase exclusivo agrícola das realidades socioeconómicas oitocentistas. Para o efeito, socorremo-nos de fundos do Mosteiro, da documentação notarial dos cartórios de Alcobaça, do arquivo do Governo Civil, assim como dos livros de Acórdãos das sessões camarárias presentes na Biblioteca Municipal e escusámo-nos de replicar dados presentes nos dicionários e corografias da época.

#### 1. Indústria de curtumes

As fábricas de curtumes instalaram-se na região de Alcobaça a partir das primeiras décadas do século XIX beneficiando da abundância dos rebanhos de gado caprino e de algum ovino que povoavam a Serra dos Candeeiros, assim como da facilidade de extração de casca para o tratamento

das peles, atividade há muito praticada pelos sapateiros.

No ano de 1898, registamos o pedido de concessão de licença para funcionamento de uma fábrica de curtumes no Poço-Candeeiro (Benedita). A planta e descritivo da unidade permitem identificar as áreas de armazenagem e laboração. Possuía esta fábrica dezassete tanques para curtimenta das peles, engenho de moer casca de tração animal, depósito ou celeiro de casca,<sup>1</sup> armazém de enxugo e área destinada à surragem<sup>2</sup>.

Numa escritura notarial, datada de 30 de março de 1915, José Pedro de Almeida trespasa a fábrica de curtumes ao seu filho, José Ribeiro de Almeida, pelo valor dos ativos:

*“(…) que o trespasse compreende a venda de todos os móveis e utensílios, coiros a curtir e casca para curtir, na “Fábrica”, existentes àquela data. Que do balanço fechado em trinta e um de dezembro úl-*

<sup>1</sup>Para o tratamento das peles utilizava-se casca de carvalho, cal, borras de azeite, sebos e excrementos de aves, nomeadamente de pombos.

<sup>2</sup>Arquivo Distrital de Leiria, Governo Civil, Atividades Económicas, Autos de Concessão de Licenças Industriais, cx.1 (1890-1898).

*timo – data em que, pelo ajuste verbal, o segundo outorgante tomou conta da “Fábrica” e a começou a gerir por conta própria – verifica-se que o ativo da “Fábrica” é de mil seiscentos noventa e nove escudos e setenta e quatro centavos, sendo: móveis e utensílios, cento e quinze escudos e sessenta e quatro centavos; coiros a curtir, mil trezentos noventa e dois escudos e dez centavos; casca para curtir, cento e noventa e dois escudos; e ainda que a “Fábrica” não tem dívidas nem passivas”<sup>3</sup>.*

## 2. Indústria de moagem

Os moinhos de água e de vento eram elementos constituintes da paisagem humanizada assegurando o alimento mais significativo da dieta alimentar dos povos.

Na zona serrana imperava o moinho de vento de tipo mediterrânico. Este moinho é uma estrutura de construção circular de madeira ou alvenaria com tejadilho móvel. Na Estremadura utiliza-se o sistema de sarilho interior para a mobilização do carapuço, mastro e velame (de quatro braços e quatro vergas). Os moinhos de torre de alvenaria são robustas edificações com cerca de 5 metros de altura por 7 metros de diâmetro na base e uma espessura das paredes, ao nível do solo, que ultrapassa 1,50 m. A porta de serviço e a janela de iluminação apresentam-se quase sempre orientadas a sul. Sobre o capeado deste torreão assenta um anel de madeira, o fre-

chal de cima, que serve de base ao capelo móvel e ao motor eólico. Estes moinhos dispunham normalmente de um casal de mós alveiras/trigueiras e segundeiras.

Uma primeira nota refere que, por contrato celebrado em 1787, João Machado, da Benedita, paga por um moinho de vento no sítio da Ribafria (Benedita), junto ao lagar novo, doze alqueires de trigo e quatro galinhas pelo S. Miguel<sup>4</sup>.

Realce-se que o pagamento do foro dos engenhos de moagem, para além de cereais, incluía vivos, como galinhas, galos capões e porcos e outros géneros, como azeite e cera. Naturalmente, o período de satisfação da prestação articulava-se, grosso modo, com o período das colheitas e debulhas. O calendário santoral determinava a entrega de cereais nos seguintes dias: 24 de Junho (S. João); 11 de Agosto (Santa Susana); 14 de Agosto; 8 de Setembro (Nossa Senhora das Virtudes); 29 de Setembro (S. Miguel); 28 de Outubro (S. Simão); 1 de Novembro (todos os Santos); 30 de Novembro (Santo André); 25 de Dezembro, etc. Referem ainda os contratos o dever de ser cereal da terra, por oposição ao cereal entulhado no ano precedente.

Noutra escritura, celebrada a 7 de julho de 1805, assinala-se a desistência que faz António da Silva Bairros, da Vila de Santa Catarina, da posse do domínio útil de dois moinhos de vento no Cabeço da Atalaia

<sup>3</sup>A.D.L., Cartório Notarial de Alcobaça, 13ºof., lv.31, fls.38-40, 30 de março de 1915.

<sup>4</sup>ADL, Mosteiro de Alcobaça, cx.4, lv.5, Foros.

(Benedita), termo da vila de Santa Catarina, na mão do seu irmão José Faustino do Casal da Fonte. A escritura assinala a transferência do domínio útil, sendo que o domínio direto do bem pertencia ao Real Mosteiro de Alcobaça<sup>5</sup>.

Já um contrato, realizado a 3 de fevereiro de 1866, dá conta do reconhecimento de um foro de dois moinhos de vento, serrada e olival no Casal da Cabecinha pela soma de 23.000 réis. Este reconhecimento é feito por Maria Bernardina, viúva de José Mateus do Casal da Cabecinha, a João Maria de Almeida e Silva da Quinta de Santa Teresa, Capuchos – Évora de Alcobaça (que também era proprietário da Quinta da Serra). Dá-se ainda referência da escritura inicial celebrada, a 9 de junho de 1807, em Santa Catarina<sup>6</sup>.

Noutros contratos observamos a alienação do património passando o proprietário à condição de rendeiro. É o caso das escrituras celebradas, a 23 de novembro de 1855, entre o Padre José da Silva, da Benedita, e Manuel da Silva Carvalho do Casal do Carvalho. Declara-se a venda feita por Manuel Carvalho ao Padre José da Silva pelo valor de 108.000 réis de um olival e moinho de vento com terra pegada no Casal do Carvalho. Na escritura subsequente Manuel Machado aceita o foro de dezoito alqueires de trigo a pagar no dia 8

de setembro na casa do senhorio<sup>7</sup>. Outro contrato, realizado a 2 de outubro de 1857, alusivo ao arrendamento de um moinho de vento é celebrado entre António Marques do Taveiro (proprietário) e Manuel Ferreira do Algarão. O moinho localizado no baldio do Algarão tinha como foro oito alqueires de trigo a pagar a 8 de setembro<sup>8</sup>.

A laboração destes engenhos dependia de uma série de constrangimentos atmosféricos. Normalmente trabalhavam em regime permanente de julho a outubro, embora se aproveitasse todas as abertas para moenda. Os moinhos de rodízio e azenhas dominavam o ofício e, regra geral, os moinhos de vento ocupavam um lugar acessório e complementar, o que claramente não acontecia na zona serrana. Basta, aliás, referir que entre as freguesias do concelho de Alcobaça, a Benedita, Turquel e Évora de Alcobaça dispunham de 47 moinhos de vento, ou seja, mais de 55% do efetivo total<sup>9</sup>.

Mas os cursos de água embora exíguos eram, se possível, aproveitados dispondo a montante presas ou açudes, a fim de reservar e permitir uma constância no fornecimento de água ao aparelho motor. Mas estes sistemas de retenção podiam provocar alagamentos perniciosos para a lavoura. Deste problema se queixa à edilidade alcobacense, no ano de 1856, Ma-

<sup>5</sup>A.D.L., C.N.A., 4ºof., lv.22, fl.71, 7 de julho de 1805.

<sup>6</sup>A.D.L., C.N.A., 9ºof., lv.26, fls.12-13, 3 de fevereiro de 1866.

<sup>7</sup>A.D.L., C.N.A., 10ºof., lv.26, fls.32-33, 23 de novembro de 1855

<sup>8</sup>A.D.L., C.N.A., 9ºof., lv.18, fls.49-50, 2 de outubro de 1857.

<sup>9</sup>A.D.L., Governo Civil, Indústria, cx.2 (1862-1894).

nuel Rebelo, da Ribafria, acusando João Fialho de ter colocado um açude o que torna as terras “pantanosas e estéreis”, aproveitando ainda o requerente para solicitar autorização para a construção de uma azenha pequena. Considera o executivo que “se officie ao Juiz Eleito da Freguezia da Benedita, para que faça intimar o sobredito João Fialho para que imediatamente desobstrua o rio na testada do dito seu prédio, tornando livre, e desembaraçada a corrente das aguas e pelo que diz respeito á licença pedida pelo requerente Manuel rebello, se lhe não conceda, visto que a sua pretensão causa prejuizo publico conforme **se verificou**”<sup>10</sup>.

### 3. Os olivais da Quinta da Serra

A cultura da oliveira pela mão do mosteiro tinha vindo a ocupar, a partir de meados do século XVII, a beirada da Serra dos Candeeiros, derrotando a floresta de folhosas autóctone. Este plano agrário de supressão dos incultos e povoamento olivícola foi continuado após a extinção da Ordem, tanto pelo povo com as tomadias nos baldios, o que provocou uma intensa profusão de murados, como pelos grandes lavradores. A disseminação avassaladora desta fruteira colocou o concelho de Alcobaça como um dos maiores produtores de azeite do distrito de Leiria, tendo apenas como rival o vizinho Porto de Mós.

O arrendamento das terras de olival a fim de não depreciar o coberto obedecia a cuidados redobrados que as escrituras notariais expressam de viva voz. Nomeadamente, no arrendamento da Quinta da Serra (Benedita) celebrado a 29 de outubro de 1900, o proprietário e olivicultor José de Almeida e Silva faz saber: “que o rendeiro é obrigado (...) a limpar as oliveiras sempre que estas precisem, devendo n’este serviço empregar unicamente indivíduos devidamente habilitados, e ainda assim é obrigado a prevenir o senhorio sempre que tenha que fazer tal limpeza, e o senhorio poderá ir ou mandar verificar a forma porque ela é feita, e caso lhe não agrade será o rendeiro obrigado a executá-la em conformidade com as indicações que o senhorio, ou o seu representante lhe determinar”<sup>11</sup>.

Para dar vazão ao fruto, o mosteiro instalou uma rede de lagares de prensas de vara com tração a sangue ou hidráulica ou com os dois sistemas. A documentação revela que o instituto monástico possuía nas Barrocas da Rainha (Benedita) um lagar de azeite apetrechado com quatro varas, duas caldeiras, quatro tarefas e um moinho a sangue<sup>12</sup>.

<sup>10</sup>A.D.L., C.N.A., 1ºof., lv.1, fls.12-14, 29 de outubro de 1900. Veja-se também: A.D.L., C.N.A., 1ºof., lv.92, fls.26-27, 29 de outubro de 1890; 13ºof., lv.37, fls.44-46, 8 de dezembro de 1915.

<sup>12</sup>A.N.T.T., Carta de Arrematação 521A.

## Bibliografia

MADURO, António Valério (2011). *Cister em Alcobaça. Território, Economia e Sociedade (sécs XVIII-XX)*. Porto, ISMAI.

PORTELA, Miguel; MADURO, António Valério (2017). "Património industrial de Alcobaça e Nazaré nos séculos XVIII-XX (4ª parte)", in *Cadernos de Estudos Leirienses*, 271-284.

