

TECNOLOGIA: no domínio da ficção científica?

Penso que deverá haver um mercado mundial para cerca de cinco computadores

Thomas Watson, Presidente da IBM, 1943

Não há razão para que alguém queira um computador em sua casa

Ken Olson, Presidente da Digital Equipment Corporation, 1977

640 K de memória devem ser suficientes para qualquer um

Bill Gates, 1981

O ritmo de evolução tecnológica tem sido avassalador. Os últimos 50 anos foram mais inovadores tecnologicamente do que os 5.000 anos anteriores. A manter-se esta velocidade de inovação, isso significará que 50% dos produtos disponíveis dentro de cinco anos ainda não foram inventados.

Como afirmava Saint-Exupery, a atitude mais inteligente parece ser, portanto, permitir o futuro, em vez de o tentar prever.

Ora, e de facto, o futuro de cada momento é mais ou menos previsível e adivinhável. O futuro imediato das atividades humanas vive do prolongamento das atividades e ações que empreendemos e levamos a cabo durante um tempo. As previsões de curto prazo ilustram o que se afirma. Uma escola, ao projetar as suas intenções para um triénio, não está senão a dar conta das suas intenções e vontades com base num futuro próximo expectável. E o futuro destas ações pode prever-se com algum rigor (não com total exatidão) porque o sujeito e as suas circunstâncias podem alterar e interferir com o próprio curso dos acontecimentos. E, nesse sentido, o que vier a ser o futuro é previsível a curto prazo, se as circunstâncias não sofrerem grandes alterações, pois trata-se de fenómenos, mecanismos e pessoas com uma dinâmica previsível.

Por isso, quanto mais afastado for o futuro que resolvermos antecipar, mais difícil, senão mesmo impossível, se configura a sua antecipação.

Em todo o caso, podemos dar a conhecer algo do futuro por alguns indícios. Em particular, em contextos como os da atual sociedade hodierna, em que a mudança é a palavra de ordem e a imprevisibilidade a marca do tempo.

E se há dimensões da atividade humana que necessitam desta antecipação de futuros possíveis e longínquos, a educação é, seguramente, uma delas. Educar é fazer algo pelo dia de amanhã, colocando esse amanhã ao nível de, pelo menos, uma geração. As crianças que entrarem, no próximo ano letivo, na educação pré-escolar estarão no auge das suas carreiras profissionais e da sua vida pessoal daqui a cerca de 40 anos. Não parece haver domínio da atividade humana que possa ter efeitos a mais longo

prazo e, curiosamente, é das dimensões da vida humana que menos estudos e atenção dedica a análises prospetivas.

Vejamos o caso do prezado leitor: os efeitos das práticas do passado configuraram o seu presente. Para além da liberdade que lhe foi dada de fazer algo daquilo que fizeram de si, é incontornável que é, também, o resultado de políticas e opções estratégicas em matéria de educação que tiveram lugar há muitos anos atrás.

Se proporcionamos educação às pessoas durante, no mínimo, 12 anos, concebemos e disponibilizamos um sistema escolar amplo, complexo e custoso. Se envolvemos centenas de profissionais docentes (para não falar senão destes), se dispomos de estruturas centrais e regionais que governam a educação, se pais e mães se esforçam por proporcionar aos seus filhos o que, em muitos casos, não tiveram oportunidade de usufruir, fazemo-lo porque achamos que vale a pena. As razões podem ser várias - preparar mão-de-obra qualificada, reforçar a identidade nacional, preservar a cultura, humanizar, socializar, garantir determinados padrões civilizacionais, etc.

Independentemente das razões e dos propósitos, fazemo-lo porque temos expectativas de um futuro melhor, em que as nossas aspirações se realizem.

Este simples exemplo, que é o de todos os cidadãos, ilustra bem a importância, na educação, de análises e reflexões de tipo prospetivo de médio/longo prazo, não obstante as dificuldades e a mais do que certa impossibilidade de previsão¹.

Este conjunto de argumentos levou-nos a assumir o risco de entrar em linha de conta, na nossa reflexão, com algumas das principais tendências formatadoras do futuro, direta e indiretamente relacionadas com a evolução tecnológica.

A consulta de documentos e análises prospetivas permite-nos concluir que, em termos de tecnologia, o futuro está já aí e a maior parte de nós nem sequer tem plena consciência disso.

Os analistas e prospetivistas identificam algumas áreas como sendo “portadoras de futuro” (senão mesmo de presente, como atrás referíamos). São elas:

Nanotecnologia

Trata-se já de um mercado de biliões de dólares, com montantes astronómicos de investimento realizados pela UE, China, Japão, EUA e que já originaram retorno. Na prática, referimo-nos à possibilidade humana, como bem sugeria

¹ E, claro, a ironia de Keynes quando afirmava que, a longo prazo, estaremos todos mortos.

Richard Feynman, de trabalhar a matéria a partir de baixo, do infinitamente pequeno².

As apostas na nanotecnologia permitem:

- **melhoria de tecnologias existentes** – materiais de construção mais resistentes e leves, superfícies que se limpam com facilidade e não riscam, superfícies repelentes de água, materiais com propriedades térmicas, ...
- **novas aplicações** – roupas feitas com materiais bactericidas, sensores que detetam contaminantes e germes, drogas seletivas, tintas que atuam como células solares, embalagens inteligentes que monitorizam e controlam a qualidade dos produtos...
- **melhoria de eficiência** – novos catalisadores que reduzem desperdícios nos processos químicos, poder acrescido em computadores e tecnologias de comunicação, superfícies mais resistentes e com menos necessidade de lavagem e limpeza, limpeza de solos, águas e ar...

Tendo em conta que a tecnologia à nanoescala se alarga por um variado e enorme leque de disciplinas científicas, o seu impacto societal pode ser muito superior ao que foi originado pela microeletrónica e a revolução informática.

Ciências da Vida

Segundo alguns analistas, os centenários serão, em breve, uma realidade comum. Simultaneamente, o mapeamento de perfis individuais de ADN, a prevenção de doenças, a biotecnologia, os fármacos genómicos, as dietas personalizadas, as vacinas genéticas, a “cirurgia” cosmética de ADN e os fármacos inteligentes (entre outros avanços) mudarão radicalmente a medicina, permitindo-lhe potenciar a inteligência humana, aumentar a qualidade de vida e a longevidade.

Há mesmo quem afirme que o principal objetivo da ciência moderna é derrotar a morte e conceder aos seres humanos a eterna juventude (Harari, 2017). De Ray Kurtzweil (diretor de engenharia da Google e criador, em 2013, da Calico com a missão estatutária de “resolver o problema da morte”), a Bill Marris (que preside ao fundo de investimentos Google Ventures e que acha possível viver até aos 500 anos), passando por Peter Thiel (um dos fundadores da Pay-Pal, que prefere encarar a morte combatendo-a, em vez de a aceitar ou negar, e que tem o objetivo de viver para sempre), são vários os exemplos de visionários que, fruto do desenvolvimento vertiginoso de áreas como a engenharia genética, a medicina regenerativa e a nanotecnologia, são otimistas quanto à

² Para que se fique com uma ideia da dimensão em análise, a largura de um cabelo humano equivale a 80.000 nanómetros e a espessura de uma folha de papel é de 100.000 nanómetros.

possibilidade de vencer a morte, apenas discordando no tempo necessário para tal - uns adiantam 2100 e outros, mais cautelosos, apontam para 2200.

Esta visão otimista do futuro assenta na evolução recente das ciências da vida, fruto de crescentes pressões sociais, do envelhecimento das populações nos países mais desenvolvidos, dos avanços no poder e capacidade dos computadores e das TIC, dos progressos da nanotecnologia, de um mercado cada vez mais ávido de novos produtos e serviços, na procura de vidas mais longas e saudáveis, dos avanços na farmacologia e também de pressões políticas e regulamentares.

Este conjunto de fatores ajuda a perceber as expectativas que se têm criado em torno de evoluções possíveis como:

- *biochips* como substitutos dos chips de silício, mais rápidos e mais eficientes em termos de energia e implantes com *biochips* que permitem uma administração de fármacos mais precisa;
- biosensores que monitorizam enzimas, anticorpos monoclonais, ou outras proteínas para testar a qualidade do ar e da água, para detetar substâncias perigosas e para monitorizar in vivo componentes sanguíneos;
- diagnóstico genético prospetivo (identificação da presença de variações nos genes que predisponham a determinadas doenças);
- novos sistemas de administração de fármacos (por exemplo, seletivos para tumores), com o mínimo de efeitos secundários nocivos nos tecidos adjacentes;
- eugenia e clonagem em maior quantidade e com melhor qualidade;
- medicina e medicamentos personalizados, baseados no código genético;
- atenuação dos efeitos da idade;
- fármacos potenciadores da memória;
- implantes biónicos;
- barreiras antivírus, bloqueando a disseminação de doenças como o HIV;
- terapia antiviral e reconstrução interna de órgãos;
- utilização de células estaminais para a resolução de problemas degenerativos;
- alimentos funcionais ou nutracêuticos – alimentos normais com aditivos benéficos para a saúde dos consumidores (margarina que reduz o colesterol ou leite com adição de cálcio);
- nanodispositivos que reparam os mais pequenos componentes das células, aumentando as possibilidades de intervenção médica e maximizando os efeitos das cirurgias;
- nanomáquinas que apoiam o sistema imunitário, combatendo vírus, bactérias e tumores, remodelando tecidos danificados e contribuindo para maior longevidade;
- nanosensores na corrente sanguínea que monitorizam aspectos vitais.

Neurociências

Paul Allen, um dos fundadores da Microsoft, deu um enorme contributo para o estudo do cérebro, ao financiar, em 2002, uma equipa multidisciplinar de cientistas com vista à criação de um mapa genético do cérebro, identificando e selecionando as características dos genes humanos nas inúmeras funções do

sistema nervoso. Assim surgiu o Allen Institute for Brain Science³, entidade que pretende dar seguimento ao Projeto do Genoma Humano, compreendendo a compreensão das funções biológicas dos genes e revelando onde, no cérebro, se expressam, ou ativam, dessa forma acelerando o progresso na compreensão do cérebro e dos sistemas neurológicos.

Este é um dos muitos exemplos do interessante e crescente campo de atuação das neurociências, área de investigação de onde se têm obtido contributos que ajudam o ser humano a ir mais longe, a trabalhar de forma mais eficaz, a melhorar os seus relacionamentos, a maximizar os sucessos e minimizar as limitações, a compreender melhor os seus sonhos, pensamentos, sentimentos, memória, expectativas, etc.

O futuro parece reservar-nos, como tal, significativos contributos científicos no domínio das neurociências (por exemplo, na cura de doenças cerebrais, do sistema nervoso central e da espinal medula), que, por sua vez, poderão gerar importantes impactos económicos e alterações disruptivas no quotidiano. Imagine-se o que é poder intervir mais seletiva e eficazmente em problemas como enxaquecas, distúrbios de sono, fenómenos de dependência, ansiedades, perturbações emocionais, epilepsia, depressões, neuroses, etc.

De entre as grandes áreas de investigação no domínio das neurociências, podem destacar-se a neuroeconomia, a neurogovernança, a neuroliderança, o neuromarketing e, por fim, mas não menos importante, as neurociências aplicadas à educação e à formação.

As neurociências podem ajudar os professores?

Enquanto os neurocientistas decifram, pouco a pouco, como o nosso cérebro aprende e memoriza, os professores ignoram ainda o funcionamento íntimo de um órgão que é, afinal, o nosso principal instrumento de trabalho. Um pouco como um camionista que desconhece como o motor do seu veículo funciona. Daí que se produzam e perpetuem verdadeiras “aberrações pedagógicas”, baseadas na lógica do “experimentei assim e funcionou bem” e que as neurociências têm vindo e poderão continuar a desmontar e corrigir. Os trabalhos laboratoriais acumulam-se e começam a constituir uma base sólida para aprender o funcionamento do cérebro, no que diz respeito a leitura, cálculo, memória, motivação, obstáculos à aprendizagem, automatismos, sobredotação, NEE, etc.

As neurociências da educação são, assim e portanto, um destino inelutável? A resposta está longe de ser simples, tendo em conta a existência de violentos choques de culturas e pressupostos epistemológicos. Alguns investigadores em neurociências consideram que as práticas pedagógicas devem ser validadas com as mesmas regras que garantem o rigor dos trabalhos em laboratório. Só uma comparação rigorosa de dois grupos de crianças junto de quem o ensino difere em apenas uma variável permite certificar que esta tem impacto sobre a aprendizagem.

³ <http://www.alleninstitute.org/>.

Para muitos pedagogos, no entanto, este é um objetivo quimérico se pensarmos na alquimia singular de uma sala de aulas real, com uma enorme amplitude de variáveis e de influências recíprocas que não se conseguem reduzir a uma simples equação.

Uma coisa parece certa: o desconhecimento, por parte dos professores, do funcionamento do cérebro e de algumas das conquistas recentes das neurociências conduz a simplificações e mesmo más interpretações dos resultados científicos. E isso pode, inclusive, originar a adoção de metodologias pedagógicas ineficazes, quando não mesmo perigosas. Como, por exemplo, aconselhar um aluno com inteligência musical a realizar os deveres enquanto ouve música ou a manter a televisão ligada.

Importa derrubar os inúmeros *neuromitos*, como lhes chama Bruno della Chiesa, linguista de Harvard e pioneiro nas neurociências da educação, como as falsas verdades de apenas utilizarmos 10% da nossa capacidade cerebral, de podermos aprender as lições enquanto dormimos ou ainda de todas as aprendizagens se realizarem nos primeiros 3 anos de existência.

É altura, portanto, de “separar o trigo do joio” entre o que é demonstrado experimentalmente e as opiniões/convicções pseudocientíficas.

Os neurocientistas mais prudentes evitam ser prescritivos, na ausência de resultados rigorosamente validados, e reconhecem que metodologias pedagógicas, validadas ou não pelas neurociências, que proporcionam bons resultados com vários grupos e durante dois ou mais anos devem continuar a ser utilizadas, pois apresentam efeitos positivos.

Especialistas do cérebro e pedagogos têm muito a ganhar com um diálogo construtivo. Os neurocientistas podem encontrar nas salas de aula um terreno de experimentação para testar, com base em métodos rigorosos, novas hipóteses e as ciências da educação podem beneficiar dos resultados obtidos em laboratório, selecionando teorias com pertinência biológica e que se apoiam em bases materiais conhecidas de outras em contracorrente do que se sabe do funcionamento cerebral.

(Monnier, 2017)

Sendo benéficas para a própria condição do ser humano, estas e outras conquistas vêm potenciar o funcionamento do cérebro, apoiando a tomada de decisões, encorajando a criatividade, potenciando a memória e aumentando, assim, a produtividade no trabalho. A este respeito, pense-se no potencial (bem como nos problemas legais que acarretam) dos fármacos nootrópicos (fármacos que melhoram a aprendizagem e potenciam as capacidades e memória) e facilmente se concluirá do imenso mercado potencial que drogas com estas características terão. Estudantes, trabalhadores e mesmo seniores apreciariam poder dispor de fármacos *nootrópicos* que os dotassem de vantagens comparativas em contextos tão competitivos como os atuais. Outras áreas com crescente atenção são o tratamento de jovens com défices de atenção, a hiperatividade, a sobredotação e os diagnósticos prospetivos de desordens de personalidade ou psicopatias.

Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC)

Contrariamente ao que Sollow⁴ afirmava, os computadores e, mais genericamente, as tecnologias da informação e da comunicação (TIC), fazem, hoje, parte integrante das estatísticas de produtividade.

As TIC (de par com as nanotecnologias, a biotecnologia e as tecnologias de desenvolvimento sustentável) são formatadoras do futuro e consideradas prioridades de desenvolvimento tecnológico. Uma das razões prende-se com o facto de as TIC terem, em geral, muitas possíveis aplicações, o que aumenta o retorno sobre os investimentos.

Muito do progresso tecnológico entretanto alcançado não o teria sido sem o extraordinário desenvolvimento das TIC. Veja-se a importância que teve para o avanço das restantes tecnologias (nanotecnologia, biotecnologia, neurociências e tecnologias do ambiente, entre outras) o aumento exponencial do poder de computação (acompanhado de um decréscimo de preços) e a interatividade e interconetividade dos computadores e sistemas de informação. Atente-se em algumas das realidades conquistadas:

- Aumento da potência de cálculo com diminuição do consumo energético (milhares de biliões de cálculos por segundo).
- Utilização de materiais como o grafeno, composto da grafite, com uma estrutura de uma única camada de átomos de carbono, 200 vezes mais forte do que o aço, seis vezes mais leve e 100 vezes mais condutor de eletricidade do que o silício.
- Comunicações sem fios (à escala das cidades – *municipal wi-fi networking*).
- Tecnologia RFID (identificação por rádio-frequência) – que permite localizar produtos, materiais e recursos, melhorar a quantidade e a qualidade de informação relativamente a cotas de mercado e *target groups* e potenciará operações de logística e de *supply chain management*.
- Convergência de tecnologias e ubiquidade – *pervasive technology* (os objetos comunicam entre eles, agilizando e simplificando o quotidiano, pessoal e profissional).
- NFC (*near field communication*), semelhante ao Bluetooth, sem necessidade de programação para que dois dispositivos operem em conjunto – basta que se aproximem ou toquem para estabelecer comunicação e partilharem/acrescentarem dados.
- Microsensores em objetos que não precisam de baterias ou fonte de alimentação externa, baratos e que comunicam entre si sem fios, permitindo detetar, monitorizar, manter e obter informações sobre os objetos.

⁴ Em 1987, Robert Solow escreveu um artigo no *New York Times Book Review*, denominado “*We’d better watch out*” que se tornou histórico. Aí, ele proferia uma afirmação que se tornou célebre: *You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics*.

Inteligência artificial e robótica

O entusiasmo e o progresso sobre a Inteligência Artificial (IA) tiveram início por volta de 2010, impulsionados por três fatores que se potenciaram mutuamente: a disponibilidade de grandes volumes de dados (*Big Data*) resultantes de fontes como *e-commerce*, negócios, media social, ciência e governos; que, por sua vez proporcionaram importante material de base para melhorias ao nível da aprendizagem das máquinas e de algoritmos; o que, por seu turno, se baseou nas capacidades de computadores cada vez mais potentes. E, complementarmente, cada vez mais investimentos em IA.

Em que consiste a IA? Eis uma definição possível: um sistema capaz de resolver racionalmente problemas complexos ou de empreender ações que permitam atingir os seus objetivos, independentemente das circunstâncias do mundo real com que se depara.

Há várias taxonomias para a IA: 1 - sistemas que pensam como humanos (arquitecturas cognitivas e redes neurais); 2 - sistemas que agem como humanos (processamento natural de linguagem, representação conceptual, raciocínio automatizado e aprendizagem); 3 - sistemas que pensam racionalmente (resolução lógica de problemas, inferência e otimização); 4 - sistemas que agem racionalmente (softwares inteligentes e robots que atingem objetivos com base em perceção, planeamento, raciocínio, aprendizagem, comunicação, tomada de decisão e ação).

Já encontramos produtos da IA nos veículos autónomos, em sistemas de aviação (*drones*), na formação (tutores digitais), na marinha, nas tecnologias da informação, entre outros campos da atividade humana. Os benefícios públicos são imensos e ainda não completamente antecipáveis, podendo destacar-se, desde logo, as vantagens que os sistemas de IA trarão ao nível de cuidados de saúde, transportes, ambiente, cibersegurança, justiça e inclusão económica.

Por exemplo, veículos inteligentes poderão salvar, todos os anos, centenas de milhares de vidas à escala mundial, aumentar a mobilidade de idosos e portadores de deficiências. Edifícios inteligentes, por seu turno, permitirão poupar energia e reduzir emissões de carbono. O aumento de precisão na medicina permitirá prolongar a vida e melhorar a sua qualidade. Governos inteligentes poderão servir os seus cidadãos de forma mais rápida, eficiente e eficaz, proteger melhor os que se encontram em risco e, simultaneamente, gastar menos. Por fim, uma educação baseada na IA ajudará os professores a facultar a cada criança uma formação que proporcione vidas mais seguras e enriquecedoras.

Ora, um mundo potenciado por IA exige uma cidadania digital com competências no que diz respeito a ler, utilizar, interpretar e comunicar a partir de dados e, não menos importante, participar nos debates e questões sociais, económicas, políticas e éticas que emergirem com a utilização massificada da IA.

O conhecimento da IA ajuda a perceber a importância crescente, ao nível internacional, das áreas já conhecidas como STEM (*Science, Technology, Engineering and Maths*) e justifica que os governos dos diferentes países comecem a atuar em função da necessidade de incluir nos percursos educativos, desde a educação pré-escolar, as ciências computacionais e de dotar os alunos das competências de pensamento computacional imprescindíveis no atual contexto de um mundo impulsionado pela tecnologia. Até e desde logo pelos efeitos económicos da IA: uma primeira e central consequência será a automação de tarefas que não era possível, até então, mecanizar/automatizar. Para além dos esperáveis aumentos de produtividade e de criação de riqueza, a IA afetará, também, determinados perfis profissionais e empregos, de diferentes formas, diminuindo a procura de algumas competências que passam a ser automatizadas e, do mesmo passo, aumentando a procura de competências complementares e necessárias à IA. Estima-se que o efeito negativo da automação será, sobretudo, impactante nas funções de menor valor acrescentado e de mais baixas remunerações e há, ainda, o risco de uma automação baseada na IA aumentar o já existente *gap* entre trabalhadores mais e menos educados/qualificados, contribuindo, assim, para agravar as já existentes desigualdades económicas.

De acordo com analistas da Universidade de Oxford (Carl Benedict Frey e Michael Osborne), 47% das profissões atuais têm elevadas probabilidades de ser automatizadas, já no horizonte de 2020. As atividades desempenhadas por “colarinhos brancos” - portanto pela maioria das famílias de classe média nas economias desenvolvidas e mesmo nas economias emergentes – serão as mais afetadas.

Também de acordo como o relatório *The Future of Jobs*, publicado pelo Fórum Económico Mundial (2016), 65% das crianças que estão agora a entrar nas escolas vão ter profissões que hoje ainda não existem e que, provavelmente, poucos imaginam.

O fenómeno tem já uma designação – Indústria 4.0 – e significa a era em que áreas antes separadas, como a inteligência artificial, máquinas inteligentes, robótica, nanotecnologia, impressão 3D e 4D, a genética e a biotecnologia, se entrecruzam, numa união que cria sinergias e amplifica o seu impacto na economia e na sociedade.

Num contexto evolutivo com estas características, fica a certeza de saber que a educação e a formação serão afetadas. Mas mantém-se a dúvida de saber como e que soluções existirão.

Disso tratará a próxima nota informativa.