



INDigital4.0

ACELERADOR DA TRANSFORMAÇÃO PARA A INDÚSTRIA

Aceleradores i4.0

Setembro 2022

FICHA TÉCNICA

Título

Aceleradores i4.0

Textos

Cláudia Pires

Alberto Fonseca

Com o apoio de

AIDUST, Consultadoria e Apoio à Indústria S.A.

Este documento foi desenvolvido no âmbito do projeto InDigital 4.0
CÓDIGO DA OPERAÇÃO: NORTE-01-0246-FEDER-000049

Setembro 2022

ÍNDICE

1. ENQUADRAMENTO	4
2. ACELERADORES DA TRANSIÇÃO DIGITAL & INOVAÇÃO	5
2.1 Internet das Coisas (IoT)	5
2.2 <i>Machine Learning</i> & Inteligência Artificial	7
2.3 Robótica	9
2.4 Manufatura Aditiva / Impressão 3D	12
2.5 Realidade Aumentada & Virtual	14
2.6 Simulação & Digital Twins	15
2.7 Smart Factories, Smart Materials & Smart Processes	17
2.8 <i>BlockChain</i>	19
3. CONCLUSÕES	21
4. REFERÊNCIAS	22

1. ENQUADRAMENTO

O projeto INDigital4.0, aprovado pelo Programa Operacional Regional do Norte e promovido pelo CATIM, visa acelerar o processo de transformação digital nas empresas e fomentar a introdução/melhoria de procedimentos que permitam incrementar a qualidade e inovação dos produtos e/ou serviços, por via da disponibilização de conhecimento e ferramentas de apoio, no sentido de dotar as empresas do *mindset*, *know-how* e ferramentas necessárias para adaptar o seu *modus operandi* à era digital.

Uma das atividades previstas no âmbito deste projeto foca-se nos chamados Aceleradores i4.0, mais concretamente, na identificação das principais ferramentas que compõem o ecossistema i4.0, centrando a análise, e posterior partilha de conhecimento, em ferramentas específicas que constituem a base do processo de transformação digital. Esta atividade teve como principal objetivo o desenvolvimento de um diagnóstico, junto de um conjunto de empresas do setor Metalúrgico e Metalomecânico da Região do Norte, no sentido de avaliar a sua maturidade digital, ou seja: perceber que tecnologias digitais estão a ser adquiridas e incorporadas nas empresas; como e em que fase do processo de fabrico estão a ser incorporadas; avaliar o envolvimento dos colaboradores da empresa e da administração; avaliar como estão a ser tratados os dados recolhidos com base nas tecnologias digitais; quem ou que departamento é que está responsável pela análise dos dados; de que forma é que os mesmos são tratados e partilhados com os restantes elementos da empresa; que vantagens e valor acrescentado trouxeram estas alterações/transformações para a empresa, para os seus colaboradores, para os seus produtos/serviços e para os seus clientes.

A informação recolhida encontra-se sistematizada para divulgação nos canais de comunicação previstos para o projeto (website, Plataforma “*Guia Digital*”). Este documento serviu de suporte na orientação das temáticas abordadas nas ações de transferência de conhecimento e tecnologia e estruturação das ações de demonstração, nomeadamente a Conferência & Ciclo de Workshops “*Metal Digital*” que se realizou no dia 24 de maio e incluiu um workshop temático dedicado aos Aceleradores i4.0.

2. ACELERADORES DA TRANSIÇÃO DIGITAL & INOVAÇÃO

2.1 Internet das Coisas (IoT)

O termo Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) foi proposto por Kevin Ashton, em 1999, e definiu-a como a interoperabilidade entre objetos identificáveis com tecnologia de radiofrequência (RFID). Ao longo dos anos o conceito, tal como a tecnologia, evoluiu e neste momento entende-se o IoT como um conceito abrangente e que integra as informações / dados do mundo real ao mundo tecnológico, ou seja, refere-se à conectividade dos objetos físicos à internet, de modo a garantir a comunicação entre dispositivos e objetos físicos à rede. Para tal, são instalados sensores, antenas, atuadores, componentes eletrónicos, software e outras tecnologias para garantir a comunicação entre si e assim permitir a recolha, transmissão de informações / dados entre os dispositivos e respetiva atuação. Entende-se por dispositivos os equipamentos elétricos e eletrónicos, máquinas e equipamentos, televisões, webcams, etc.

A comunicação das informações/dados também evoluiu, e neste momento existem outras tecnologias para além do RFID, sendo as mais sonantes:

- *NFC (Near Field Communication)* – tecnologia de comunicação sem fios à curta distância para transferência de dados. A diferença para o RFID prende-se com a distância da comunicação;
- *Wi-fi* – rede local sem fios cuja transferência de dados é realizada por ondas de rádio. Esta tecnologia permite a transferência de grandes quantidades de dados, mas com elevado consumo de energia;
- *Bluetooth* – tecnologia de comunicação de curto alcance. A comunicação é realizada em curtas distâncias e tem a vantagem de precisar de pouca energia para a sua operacionalização ao contrário do *Wi-fi*.

De modo sucinto é possível elencar algumas das principais características da tecnologia e aplicabilidade:

- A comunicação entre dispositivos e objetos do meio produtivo, e respetiva interoperabilidade;
- A identificação, rastreabilidade, localização, monitorização e gestão inteligente dos objetos e informação;

- A conexão entre objetos do dia a dia;
- Controlo remoto dos dispositivos e objetos, devido a conexão à internet;
- Transmissão de dados em tempo real;
- Melhoria na eficiência dos processos.

A IoT apresenta algumas soluções que melhoram a nossa qualidade de vida, como por exemplo a redução do consumo energético no aluguer de filmes online face à deslocação aos locais de aluguer físico. Nas empresas a implementação da transformação digital é urgente na medida em que o mercado evolui e impõe velocidade e eficiência dos processos.

Vantagens e desvantagens da IoT na Indústria

A IoT através da conexão e interoperabilidade dos dispositivos / objetos físicos impulsiona o aumento da eficiência, rapidez e precisão dos resultados. Desta forma, as empresas obtêm ganhos ao nível da produtividade devido à redução de falhas, maior rapidez na execução das tarefas, maior conhecimento para tomada de decisão e redução de custos.

Com a implementação da IoT nas empresas é possível obter outros ganhos devido à:

- Facilidade de recolha de informação / dados em tempo real;
- Gestão da manutenção preditiva devido a monitorização da condição dos equipamentos;
- Gestão de stocks em tempo real;
- Monitorização dos processos produtivos (qualidade, recursos, tempos, custos, ...);
- Comunicação mais eficiente com as partes interessadas.

Apesar das vantagens enumeradas, existem algumas desvantagens a considerar aquando da implementação desta tecnologia:

- Necessidade de investimentos (custos de infraestrutura para armazenamento de dados; qualificação da mão de obra, ...) e dificuldade na definição do binómio custo / benefício, o que dificulta a decisão das empresas;
- Quantidade de informação gerada com e sem valor. Dificuldade na seleção dos dados relevantes e respetivo tratamento;
- Segurança, privacidade e proteção dos dados (o facto de estarem conectados à internet poderá constituir uma ameaça à informação / dados armazenados).

2.2 Machine Learning & Inteligência Artificial

Nas últimas décadas o desenvolvimento das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) evoluiu no sentido de dar resposta aos mais diferentes setores e problemáticas.

A IA tem como objetivo simular a inteligência e comportamento humano através da análise de dados e informações provenientes de sistemas (equipamentos, máquinas). Pretende-se utilizar a matemática e lógica para simular o raciocínio humano, prever acontecimentos, aprender e retirar ilações, bem como apoiar a tomada de decisões.

Um dos ramos mais conhecidos da IA é a área do *Machine Learning* (ML), cujo objetivo é dotar os computadores de capacidade de identificação de padrões num grande volume de dados e com isto realizar previsões através de algoritmos. Tornou-se mais relevante nos últimos anos devido ao aumento exponencial de dados e a capacidade computacional necessária para os tratar.

Os algoritmos de ML dividem-se, essencialmente, em 3 categorias:

- Aprendizagem não supervisionada: os algoritmos identificam padrões sem qualquer conhecimento prévio;
- Aprendizagem supervisionada: os algoritmos realizam previsões e apoiam na tomada de decisão com base em conhecimento prévio;
- Aprendizagem por reforço: os algoritmos aprendem com base na sua experiência, sendo possível uma tomada de decisão melhor perante uma maior experiência adquirida.

Dependendo do objetivo estabelecido e resultado pretendido são utilizados diferentes algoritmos de ML (Figura 1).

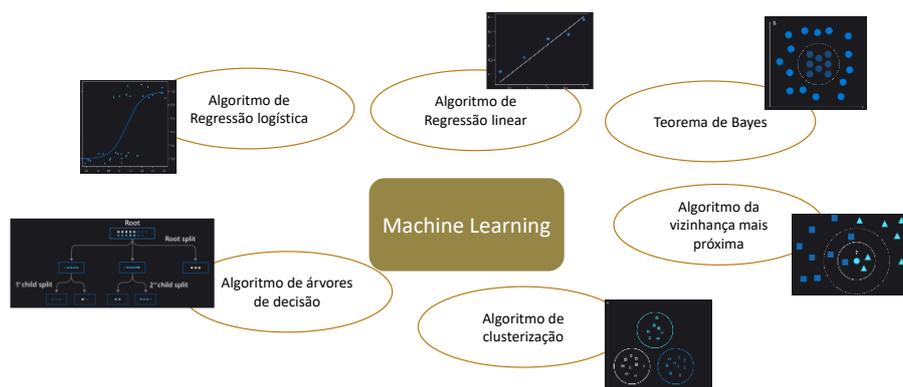


Figura 1. Algoritmos de ML.

Como todas as tecnologias é importante conhecer quais as vantagens da sua utilização para tomadas de decisão futuras.

Vantagens da IA e ML na Indústria

A IA e ML apresentam um conjunto de vantagens para empresas, nomeadamente:

- Análise e tratamento de dados complexos e em grande quantidade: Permite às empresas o conhecimento e correlações de informações relevantes numa quantidade elevada de dados simples ou complexos, estruturados ou não, que de outro modo não seria possível;
- Tomada de decisão: Devido ao tratamento de uma grande quantidade de dados é possível reduzir o erro humano e possibilita uma tomada de decisão mais rápida e eficaz;
- Melhoria na operacionalização das operações: Com a aplicação das tecnologias IA e ML é possível uma maior automatização dos processos, redução de custos e maior disponibilidade temporal para outras tarefas, impulsionando as empresas para uma maior produtividade e eficiência.

O campo de aplicação da IA e do ML é vasto, é possível aplicar estas tecnologias nos mais diferentes setores para apoio na resolução de diferentes problemáticas.

Alguns dos exemplos mais comuns de aplicação prende-se com:

- Cibersegurança: Apoio na segurança e proteção dos dados à partir deteção de falhas e anomalias dos sistemas;
- Marketing e Vendas: Permite a otimização de informações a enviar para os clientes, apoio na previsão de vendas, análise de tendências de consumo, bem como da fidelização dos clientes;
- Produção: Apoio na identificação de falhas e erros. Possibilidade de atuação atempada perante eventuais situações anómalas (manutenção e qualidade preditiva). Melhoria na identificação das ações a desenvolver através do histórico das ações. Análise, monitorização e controlo dos dados. Análise de tendência dos indicadores. Previsão da possibilidade de ocorrência de situações indesejáveis;

- Logística: Apoio no planeamento das rotas internas e externas, de modo a reduzir custos e garantir uma maior eficiência no processo de transporte.

Em suma, a IA e ML pretendem reduzir custos e ineficiências nas empresas e garantir uma melhoria na tomada de decisão com base na análise e tratamento de dados. Assim, será possível uma previsão dos riscos e oportunidades e antecipar ações para o crescimento sustentado das empresas.

2.3 Robótica

O termo *robot*, adotado em português como *robô*, tem origem na língua checa “*robota*”. Significa *servidão* e era usado para referir os camponeses que, no sistema feudal, prestavam serviço obrigatório. O termo *robô* aparece em 1921 pela mão do escritor checo Karel Capek para se referir a autômatos artificiais. Mais tarde Isaac Assimov, conhecido escritor de ficção científica, introduziu no léxico a palavra *robótica* para designar a área do estudo dos robôs.

De facto, as máquinas a que agora chamamos robôs são “autômatos artificiais” programáveis e destinam-se a cumprir “obrigatoriamente” tarefas em diversas atividades económicas, das quais se salientam a generalidade das indústrias (os robôs industriais) e, mais recentemente, a prestação de serviços em domínios como, p. ex., a restauração, a saúde e a assistência a pessoas (os robôs de serviço; tradução livre de *service robots*)

Atualmente define-se o robô como sendo um “*mecanismo de acionamento programável em dois ou mais eixos com um grau de autonomia movendo-se no seu ambiente, para realizar as tarefas pretendidas*” (tradução livre de *actuated mechanism programmable in two or more axes with a degree of autonomy moving within its environment, to perform intended tasks*, cuja fonte é a norma ISO 8373, secção 2.6). Esta norma classifica os robôs de acordo com a aplicação a que se destinam em **robôs industriais** e **robôs de serviço**. Define (na secção 2.9) os primeiros como sendo “*robôs comandados automaticamente, reprogramáveis, multifuncionais, programáveis em três ou mais eixos, podendo ser fixos ou móveis, para uso em aplicações de automação industrial*”; e os segundos (na secção 2.10) como “*robôs que executam tarefas úteis para a pessoa humana, ou para equipamentos, excluindo as aplicações de automação industrial*”.

Os robôs industriais por razões de segurança, trabalhavam exclusivamente num ambiente confinado a uma zona protegida por barreiras físicas ou imateriais, cuja função era (e continua a ser) detetar a intrusão de pessoas na área de influência do robô e desencadear a paragem imediata do mesmo. Presentemente a maior parte destes e robôs continua a operar em áreas protegidas pelos mesmos meios, embora com funções de segurança, além da paragem imediata, mais fiáveis e mais flexíveis, e, portanto, são mais seguros não só em modo normal de operação, como também em situações de manutenção.

O desenvolvimento do trabalho colaborativo “pessoa-máquina” tornou impossível a abordagem tradicional da segurança, caracterizada pela separação entre a pessoa e a máquina, por meios físicos ou imateriais, na medida em que ambos têm de partilhar o mesmo espaço de trabalho e, frequentemente, as mesmas tarefas.

São exemplos de trabalho colaborativo entre a máquina e a pessoa humana, já largamente aplicados em diversos setores industriais, os chamados robôs colaborativos, também conhecidos por “Cobots” (acrónimo de *Colaborative Robots*). A circunstância de o robot e o humano partilharem o mesmo espaço para realizarem tarefas que contribuem para um fim comum impede a colocação de barreiras físicas e/ou materiais entre ambos obrigou ao desenvolvimento de novas soluções de segurança que passam pelo recurso à biomecânica para estudar as interações “Humano-Máquina”.

Desse estudo resultou a identificação dos tipos de contacto possível entre a máquina, ou partes móveis desta, e a pessoa, a definição dos parâmetros a ter em conta para os caracterizar e o estabelecimento de limites de força a respeitar para garantir que o contacto entre uma e outra, se acontecer, não causará dano à pessoa humana.

Este trabalho tem sido desenvolvido pelo grupo *ISO/TC 199 WG12 – Human-Machine-Interaction*, cujo resultado virá a ser publicado num *Technical Report* (ISO/TR 21260 - *Safety of machinery - Mechanical safety data for physical contacts between moving machinery or moving parts of machinery and persons*).

Decorre do desenvolvimento deste novo paradigma de trabalho que a máquina terá de “aprender” a respeitar a pessoa com quem colabora e, assim, a saber que medidas de prevenção deve adotar quando “prevê” que o contacto entre ambos está iminente e, por isso, as consequências do mesmo devem ser acauteladas. É aqui que a interface homem-máquina a que subjaz o sistema de

comando, em particular as partes do sistema de comando relativas à segurança, desempenha um papel fundamental.

No que se refere aos robôs industriais que trabalham em ambiente confinado o problema está resolvido, uma vez que o contacto entre pessoa e máquina não é possível, a não ser com o robô parado e, em condições específicas de funcionamento (velocidade lenta), com este em movimento para operações especiais de *setup* ou de manutenção. Nestes casos a interface homem-máquina baseia-se em sistemas de software desde há muito desenvolvidos e com resultados consolidados pela experiência. De forma simplista pode dizer-se que a pessoa define as tarefas e os parâmetros da operação num software de aplicação e o robô cumpre-as de forma automática e interrupta se nenhuma anomalia provocar a sua paragem.

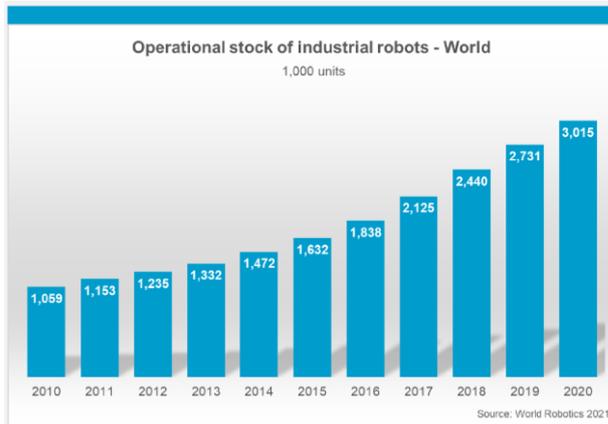
O mesmo não se pode dizer dos robôs industriais colaborativos e dos robôs de serviço em que a interação destes com a pessoa humana é livre e permanente.

É também verdade que as tarefas e os respetivos parâmetros de operação são programados num software idêntico, mas a interface não se limita a isso. Que dizer, p. ex., de um robô (de serviço) cuidador, conhecido por “Carebot” (acrónimo de *caregivers robot*), que na manipulação de um doente o aperta com tal força que provoca luxações, ou o deixa cair para a cadeira de uma altura imprópria? Ou que pensar de um *cobot* que na manipulação de uma peça em colaboração com seu parceiro de trabalho humano lhe esmaga um dedo?

As situações de contacto têm de ser previstas e o robô “ensinado” a lidar com elas. Estes robôs são normalmente equipados com sensores próprios para deteção/identificação dessas situações e o sistema de comando desenvolvido para que a máquina tome as decisões de prevenção adequadas a cada caso. O desenvolvimento da interface Homem-máquina deste tipo de robôs tende a integrar modelos de Inteligência Artificial (IA) e de Aprendizagem Máquina (ML – *Machine Learnig*) que lhes conferem cada vez mais autonomia, eficiência funcional e, espera-se, segurança.

À robótica estão associadas as tecnologias de ponta como a IA, a ML, a IoT (*Internet of Things*) a colaboração Homem-máquina, os sistemas móveis autónomos de que são exemplo os AGV’s (*Automated Guided Vehicles*) com base nas quais os robôs tenderão a ser cada vez mais “inteligentes” e autónomos.

A digitalização das atividades económicas, em particular da indústria, passa pela integração da robótica nos processos produtivos e em serviços cujas tarefas são, do ponto de vista físico e/ou mental, penosas para a pessoa humana com vantagens em termos de eficiência e segurança.



Esta tendência (ou mesmo inevitabilidade?) está expressa numa publicação da *World Robotics de 2021*. Em 10 anos (2010-2020) o número de robôs industriais existentes no mundo triplicou. Na mesma publicação pode ver-se que a instalação de robôs de serviço ainda não tem a mesma expressão, mas revela também uma tendência de crescimento

significativa.

A robótica, apesar das vantagens que lhe são reconhecidas, pode gerar problemas de âmbito social na medida em que a forte componente de automatização elimina postos de trabalho tradicionalmente ocupados por pessoas e, não menos importante, suscita dúvidas e preocupações do foro Ético relacionadas com a possibilidade (real) de excesso de autonomia e descontrolo funcional dos algoritmos de IA e ML.

2.4 Manufatura Aditiva / Impressão 3D

A Impressão 3D é uma técnica de Manufatura Aditiva que permite produzir peças / objetos com estruturas e geometrias complexas a partir de modelos tridimensionais. O processo baseia-se na adição de materiais (polímeros, metais, alimentos, etc.) em camadas sucessivas. Existem várias tecnologias de Manufatura Aditiva, com recurso a materiais de base sólida, líquida ou pó, sendo as mais conhecidas:

- Estereolitografia (Stereolithography - SLA) – tecnologia para produção de peças poliméricas por adição camada a camada de resina líquida com recurso a processos fotoquímicos. Esta tecnologia é, especialmente, indicada para peças de alta precisão e superfícies lisas;

- Sinterização Seletiva a Laser (Selective Laser Sintering - SLS) – tecnologia que recorre a materiais plásticos em pó. As peças finais são obtidas pela fusão das partículas de pó em camadas. A fusão é realizada com recurso a um laser;
- Sinterização Direta por Laser de Metais (Direct Metal Laser Sintering - DMLS) – tecnologia que através da sinterização (fundição e união) de metal em pó produz peças, camada a camada;
- Deposição de Material Fundido (Fused Deposition Modeling - FDM) – tecnologia que utiliza filamentos de polímeros (sólidos) para produção de peças.

Apresenta-se como uma tecnologia muito interessante para validação de conceitos. Com a produção rápida de protótipos é possível realizar uma avaliação, quando à construção, design e funcionalidade, antes da produção em série.

Inicialmente a impressão 3D centrava-se na produção de protótipos, amostras (prototipagem rápida). Contudo, com o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos foi possível transpor a barreira das produções unitárias e o avanço para a produção rápida customizada foi conseguida. As vantagens deste tipo de tecnologia são claras, mas também há desvantagens a considerar.

Vantagens e desvantagens da manufatura aditiva na Indústria

A manufatura aditiva pelas suas características apresenta um conjunto de vantagens para empresas, nomeadamente:

- Custo: Permite produzir unidades ou pequenas quantidades com custos mais reduzidos;
- Complexidade: Permite a produção de peças / objetos com geometria complexa com maior facilidade relativamente aos métodos de produção tradicionais;
- Customização: Produção customizada / personalizada, por forma a satisfazer necessidades individuais ou particulares;
- Velocidade: Produção mais eficiente do projeto digital à um modelo físico, o que permite um processo mais rápido de prototipagem, produção e, conseqüentemente, de colocação do produto no mercado;
- Economia/Sustentabilidade: Uso reduzido de material e geração de menor quantidade de resíduos de produção e menor consumo energético.

Contudo, é necessário elencar os pontos menos positivos desta tecnologia, de modo a permitir as empresas ultrapassar as fragilidades desta e/ou adotar outros métodos de produção. Assim, é possível definir como fatores a considerar, entre outros:

- O conhecimento necessário para implementação da tecnologia;
- Escolha da tecnologia mais adequada para cada caso;
- Disponibilidade de materiais para impressão 3D;
- Dificuldade em mão de obra qualificada.

Para além do que foi descrito é importante realçar a importância deste tipo de tecnologia na produção de peças de substituição e/ou descontinuadas. A impressão 3D apresenta-se como uma solução interessante para este tipo de solicitação.

2.5 Realidade Aumentada & Virtual

Com os avanços tecnológicos dos últimos anos foi possível desenvolver tecnologias de interação entre a realidade e o mundo virtual.

Contudo, apesar de serem tecnologias complementares a realidade aumentada (RA) atua de modo diferente da realidade virtual (RV). A RV gera virtualmente cenários, onde são simuladas situações em ambiente controlado (virtual) com possibilidade de indução sonora e visual. Por outro lado, a RA sobrepõe ao ambiente real (físico) elementos virtuais e gráficos que permitem complementar a informação existente.

A RA é possível através da utilização de tecnologias como smartphones, tablets, óculos holográficos, entre outros. O objetivo desta tecnologia é fornecer informações adicionais ao mundo real de modo interativo e em tempo real.

Vantagens da RA e RV na Indústria

Na indústria as vantagens da aplicação das tecnologias são muitas e enumera-se algumas:

- Planeamento: Permite simular a alocação de diferentes recursos e equipamentos e assim, identificar restrições, potenciais falhas e gargalos no processo produtivo;
- Informação em tempo real: Informações sobre toda cadeia de produção desde a entrada da matéria-prima até ao produto acabado, garantindo a rastreabilidade dos produtos e

respetivas localizações, bem como a monitorização em tempo real dos indicadores de eficiência e eficácia;

- **Manutenção:** As tecnologias permitem visualizar de modo eficiente as tarefas de manutenção de cada um dos equipamentos ou de toda zona fabril. Possibilita, com base na análise da condição do equipamento (e seus componentes), a previsão de potenciais falhas (manutenção preditiva).

No presente momento com a evolução para o 5G e a possibilidade de processamento da informação em tempo real, perspetiva-se um desenvolvimento, avanço e exploração cada vez maior das tecnologias RV e RA.

2.6 Simulação & Digital Twins

A tecnologia de simulação já existe há alguns anos e surgiu da necessidade de rápida adaptação das empresas. Atualmente os softwares de simulação permitem validar conceitos ou definir novas estratégias face aos desafios que se impõe. Pretende-se obter soluções à partir da análise do comportamento de sistemas reais com base em modelos matemáticos.

A definição de uma nova fábrica ou de apenas uma área com recurso às ferramentas de simulação reduz custos e possibilita analisar diferentes cenários de modo rápido, seguro e fiável, sem que tal interfira com o dia a dia da empresa. É possível simular diferentes possibilidades e apoiar de modo mais consistente a tomada de decisão por parte da gestão de topo.

As simulações geradas são de tal ordem relevantes que algumas seriam impossíveis recriar para uma decisão futura, ex. na construção de uma ponte ou viaduto.

Para obter resultados satisfatórios e que se traduzam num apoio efetivo às empresas, a simulação é necessário seguir algumas etapas:

- Identificar e formular o problema;
- Definir os objetivos macros e específicos;
- Definir o modelo matemático;
- Recolher os dados;
- Verificar e validar o modelo;
- Executar a simulação e respetiva análise de dados;
- Elaborar relatório com os resultados dos cenários propostos;
- Tomar decisões com base em resultados.

O conjunto de soluções para realização de simulações avançou nos últimos anos com o advento da Indústria 4.0. Atualmente é comum observar nas empresas, sobretudo em áreas de investigação e desenvolvimento, a utilização de ferramentas de simulação 3D para o desenvolvimento de novos ou melhorados produtos ou processos com a visualização em tempo real, ou seja, é possível observar um modelo virtual, quase instantaneamente, do que seria o futuro processo ou modelo físico.

Com a possibilidade de representação virtual, gráfica e dinâmica de um sistema, componente, objeto, processo ou outro, é possível a interação e observação dos resultados sem a necessidade de investimentos na aquisição de ativos físicos. Esta representação virtual dos elementos designa-se Digital Twin (DT) e a principal diferença para os sistemas tradicionais de simulação é a qualidade dos resultados obtidos, sobretudo ao nível gráfico / visual.

Vantagens e desvantagens da Simulação & Digital Twin

Como toda tecnologia a simulação e o DT apresenta um conjunto de vantagens para empresas, nomeadamente:

- **Custo:** Permite a tomada de decisão com base em análise de diferentes cenários sem a necessidade de desenvolvimento do modelo físico;
- **Tempo:** Os resultados obtidos numa simulação são ínfimos se compararmos a um sistema físico, que poderia demorar semanas ou meses a construir e assim obter o conhecimento destes resultados;
- **Conhecimento:** Proporciona um maior conhecimento dos sistemas sem interferir no dia a dia;
- **Qualidade:** Permite testar e otimizar sistemas e deste modo, impulsionar a melhoria contínua e qualidade dos produtos e processos;
- **Planeamento e previsão:** É possível com recurso às ferramentas de simulação prever e planear produções, distribuições, procuras, entre outros.

Contudo, é igualmente importante conhecer as desvantagens destas ferramentas, de modo a avaliar a sua aplicabilidade:

- **Dificuldade na definição do problema e construção do modelo;**

- Grande parte dos modelos matemáticos baseiam-se em modelos estatísticos, o que geram aproximações à realidade e que poderão não dar os resultados com a fiabilidade pretendida (100%);
- Dificuldade de interpretar resultados ou de gerar cenários.

2.7 Smart Factories, Smart Materials & Smart Processes

É comum ouvir nas notícias e em bibliografias diversas os termos *Smart Factories* (SF), *Smart Materials* (SM) e *Smart Processes* (SP), mas o que significam na realidade?

O termo *Smart Factories* ou Fábricas Inteligentes (FI) surge para denominar a evolução havida nos sistemas, em que houve uma transição de métodos mais tradicionais para sistemas flexíveis e conectados, com possibilidade de fluxo constante de dados em tempo real, e deste modo permitir a capacitação e adaptação às novas realidades e necessidades.

A construção das SF implica a aquisição e implementação de tecnologias, por forma a permitir a transformação dos sistemas e obter os resultados pretendidos através da conectividade e otimização dos processos.

Tendo em vista os objetivos macros de todas as empresas: aumento da qualidade e da competitividade, redução de custos e garantia da segurança de dados e informação, a aposta foca-se na implementação de tecnologias como: IoT, robótica e Sistemas de Informação na Nuvem (*Cloud Computing*). Estas tecnologias permitem ainda a comunicação entre diferentes sistemas, o que impulsiona e garante de modo mais eficiente os objetivos macros.

Com a migração para este novo modelo de sistemas pretende-se:

- Maior comunicação e transparência;
- Melhoria ao nível dos processos;
- Redução da pegada de carbono e melhoria na sustentabilidade;
- Melhoria na qualidade da informação tratada;
- Apoio na tomada de decisão com base em dados reais, em tempo real e com elevada qualidade.

Quanto aos termos SM e SP, estes surgem como resultado dos avanços tecnológicos, sendo possível desenvolvimentos que antes não seriam possíveis.

Os SM ou Materiais Inteligentes (MI) constituem a última revolução na ciência dos materiais. Estes materiais são desenvolvidos no sentido a permitirem alterações as suas propriedades face a estímulos externos (temperatura, luz, som, campos magnéticos ou elétricos, tensão, ...). Contudo, a área dos MI que tem sido alvo dos maiores desenvolvimentos nos últimos anos é a dos termoplásticos (polímeros), sobretudo os PLA (ácido polilático) utilizados na impressão 3D (Manufatura Aditiva).

O conceito de SP vem responder às necessidades emergentes das empresas perante o cenário de transição digital que as organizações vivem no presente momento.

De um modo muito simples, pretende-se com o SP otimizar os processos internos através da automatização destes e redução do trabalho manual. Neste sentido as organizações devem seguir uma estratégia para maior conhecimento dos seus processos internos e depois identificar as tecnologias mais adequadas para a realidade da empresa e resultados pretendidos.

O conhecimento advém de análises realizadas internamente. As análises podem ser:

- Descritivas: Pretende-se obter um diagnóstico da organização. A partir de dados históricos ou em tempo real verificar tendências e padrões;
- Preditiva: Esta análise tem por base modelos matemáticos que tem por função a previsão de situações futuras face ao acontecido no momento;
- Prescritiva: Tem como função definir as ações resultantes da análise de resultados obtidos de simulações de cenários. Pretende-se definir as ações com base no resultado pretendido e os dados existentes.

Quando o tema é análise novos conceitos surgem, nomeadamente a análise avançada de dados (*Data Science* e *Data Analytics*). Estas são tecnologias chave para a transformação digital.

De modo sucinto é possível descrever estas duas tecnologias como:

- *Data Science*: Permite a previsão de eventos e comportamentos futuros com base em tendências e padrões de situações ocorridas. Desenvolve novos métodos (*Machine Learning*) - simulação de cenários;
- *Data Analytics*: Transforma os dados em informação útil e de fácil interpretação (*Dashboard* – KPI's, relatórios, ...) para tomada de decisão (análise de cenários para antecipar riscos e tomar decisões / ações).

A análise avançada de dados permite atuar em diferentes áreas e proporciona um conjunto de vantagens às empresas:

- Possibilita uma comunicação clara e eficiente de informações relevantes;
- Apoio na tomada de decisão:
 - Identificação de situações anómalas;
 - Manutenção preditiva;
 - Qualidade (através de KPI's e relatórios);
 - Otimização do planeamento da produção;
 - Análise da satisfação dos clientes (fidelização e nível de faturação);
 - Análise da procura.
- Redução de consumos e gestão de resíduos.

Atualmente todas as indústrias são potenciais candidatas a este novo paradigma, sendo necessário uma análise profunda da sua realidade e do objetivo estabelecido, é possível definir um caminho assente nas melhores tecnologias a aplicar e proporcionar o desenvolvimento digital pretendido.

2.8 Blockchain

Com o avanço da internet, das tecnologias relacionadas e de aplicativos, a quantidade de dados gerados e transmitidos é de tal ordem que se torna um desafio para as organizações garantir o tratamento, transmissão e, sobretudo, a segurança, privacidade e integridade da informação. Assim, para lidar com estas situações e outras (heterogeneidade e redundância dos dados, padronização dos dados), recorreu-se a uma tecnologia cujo desenvolvimento inicial não tinha sido equacionado para esta finalidade, o *Blockchain*,

Inicialmente o *Blockchain* foi desenvolvido para garantir a segurança da informação nas transações financeiras realizadas em criptomoedas. Nestas situações as informações são guardadas e encriptadas, de modo a salvaguardar os utilizadores e organizações.

Esta tecnologia baseia-se em algoritmos de partilha e distribuição de informação de modo encriptado. A informação é distribuída na rede e organizada em blocos formando uma cadeia de blocos de informação (blockchain). No final de cada bloco é associada uma assinatura ou "hash", por forma a garantir a integridade do conteúdo, é uma espécie de impressão digital que

impossibilita a eliminação da informação gravada, bem como permite uma rastreabilidade segura e fiável da informação.

Nesta tecnologia ao invés de uma cadeia física, existe informação digital (o bloco) armazenada numa base de dados públicas (a cadeia).

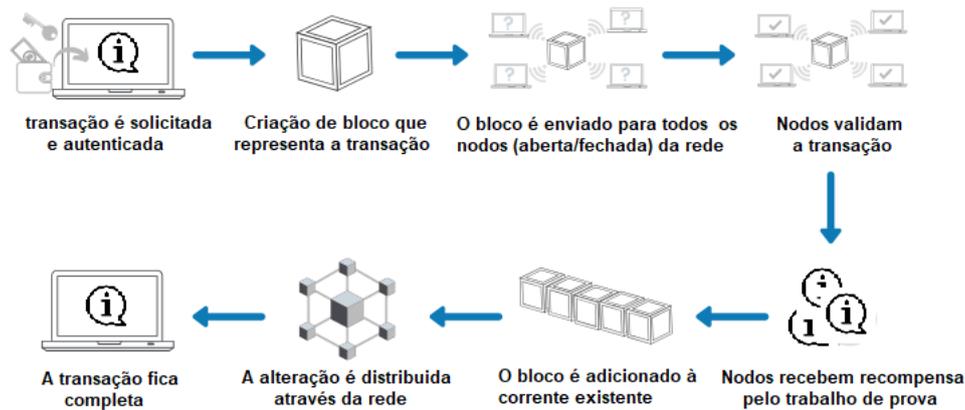


Figura 2. Esquema sucinto do funcionamento do *Blockchain*.

Devido às suas características diferenciadoras, a tecnologia Blockchain começou a ser utilizada noutros campos.

Indústria

Com o desenvolvimento tecnológico, dos processos e a geração de um grande volume de informações, a indústria foi, igualmente, afetada por ameaças ao nível da informático, entre eles: ataques cibernéticos (alterações, manipulação e captura de dados, phishing, ameaças de publicação ilegal de informações), pondo em causa a confidencialidade, integridade e privacidade dos dados (incluindo os de natureza legal, RGPD). Deste modo, aspetos relacionados com controlo de acessos, restrições, autorizações, confidencialidade, disponibilidade e integridade da informação tornaram-se numa das principais preocupações das indústrias.

As empresas industriais começam a desenvolver implementações de *Blockchain* para:

- garantir a segurança da informação e dados;
- racionalizar as operações e minimizar os desperdícios;
- ganhar maior visibilidade nas cadeias de abastecimento;
- garantir a rastreabilidade dos produtos, assim como potenciar a confiança perante os stakeholders e alterar a interação entre estes.

Com a introdução desta tecnologia é esperado um impacto positivo nas empresas. Desde a aquisição das matérias-primas até a entrega do produto acabado, o *Blockchain* favorece o aumento da transparência e confiança em toda a cadeia de valor. Os pontos críticos onde poderá intervir incluem:

- Monitorização da cadeia de abastecimento para maior transparência e confiança;
- Rastreabilidade dos produtos (de montante à jusante) e melhoria na deteção de produtos não conformes (incluindo contrafações);
- Controlo e monitorização de projetos de engenharia (sobretudo para produtos de longa duração e de alta complexidade);
- Garantia de projeções em tempo real de sistemas produtivos e relatórios com atualização em intervalos de tempo muito reduzidos;
- Gestão da identidade (segurança);
- Localização de produtos;
- Garantia de qualidade;
- Conformidade legal.

As soluções alimentadas por blocos de informação (*Blockchain*) podem agregar as informações descritas acima e proporcionar um valor significativo para as empresas industriais, mas podem ainda potenciar outras tecnologias avançadas como a realidade aumentada, IoT, impressão 3D e outras.

3. CONCLUSÕES

Nos últimos anos a indústria tem sido confrontada com uma mudança significativa ao nível do paradigma tecnológico e com uma intensa pressão para a transição para o digital. Se ainda há

muitas empresas que denotam um desconhecimento destas temáticas, muitas outras estão já numa fase avançada de transição. De uma forma geral, as empresas estão conscientes da necessidade de introduzir alterações nos seus processos e acompanhar a evolução tecnológica, rumo à transição digital, prevendo um investimento significativo na adaptação e transformação, não só ao nível tecnológico, como também ao nível corporativo.

Apesar de uma grande fatia do tecido empresarial ser constituída por pequenas e médias empresas, que muitas vezes apresentam condicionalismos que impedem esta transição (recursos limitados a vários níveis), de uma forma geral está muito presente a preocupação com a inovação e com o acompanhamento das tendências tecnológicas. Neste contexto, o acesso a financiamento público pode ter um papel fundamental enquanto acelerador deste processo.

No quadro do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), que compreende um conjunto de reformas e investimentos destinados a repor o crescimento económico sustentado, no período pós pandemia, reforçando o objetivo de convergência com a Europa ao longo da próxima década, as empresas poderão encontrar neste instrumento financeiro um ponto de partida e um apoio para a mudança. Ainda no que concerne aos desafios colocados pela transformação digital, as empresas destacam a insuficiência ao nível das competências existentes, bem como a ausência de uma cultura digital e formação digital.

De forma sumária, as organizações são constituídas por pessoas, e estas são a força motriz deste processo de transformação digital. Deste modo, o desafio está na adoção de uma cultura organizacional digital, envolvendo todos os recursos que compõem a organização. Importa que todos percebam que a transição digital representa uma oportunidade para manter ou incrementar o nível de competitividade, permitindo aumentar a sua eficiência, produtividade e sustentabilidade de longo prazo.

4. REFERÊNCIAS

1. Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. Special section on deep learning algorithms for internet of medical things. IEEE ACCESS, vol. 8, 2020. Umesh Bodkhe, Sudeep Tanwar, Karan Parekh, Pimal Khanpara, Sudhanshu Tyagi, Neeraj Kumar and Mamoun Alazab.
2. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications, and challenges. Composites Part B: Engineering. Volume 143, 15 June 2018, Pages 172-196.

Elsiever. Tuan D. Ngo; Alireza Kashani; Gabriele Imbalzano; Kate T. Q. Nguyen; David Huib.

3. A Comprehensive Review of Additive Manufacturing (3D Printing): Processes, Applications and Future Potential. American Journal of Applied Sciences. Science Publications. 2019. Santosh Kumar Parupelli and Salil Desai.
4. The internet of things: a survey. Shancang Li & Li Da Xu & Shanshan Zhao. Springer Science Business Media New York 2014.
5. Artificial intelligence and machine learning in spine research. Fabio Galbusera, Gloria Casaroli and Tito Bassani. 2019. JOR Spine.
6. A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0. Shipyard Paula Fraga-Lamas, Tiago M. Fernández. IEEE - Special Section On Human-Centered Smart Systems And Technologies. 2018.