



Indústria 4.0

Conceitos e Aplicações em Metrologia

Os pilares da indústria 4.0

Coordenação



Realização



Apoio



Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos
para Produtos de Manufatura Mecânica

Sumário

Sumário	2
Apresentação.....	3
1 - Indústria 4.0 – principais tecnologias	4
1.1. Manufatura Aditiva	5
1.2. Inteligência Artificial.....	7
1.3. Internet das Coisas	8
1.4. Biologia Sintética	11
1.5. Sistemas Ciber-físicos - Robôs	12
2 - Princípios da Indústria 4.0	12
3 - Estruturando uma Indústria 4.0	13
4 - O papel da Metrologia em uma Indústria 4.0	16
Referências	18

Apresentação

Bem-vindo à terceira aula do curso sobre a Indústria 4.0 – Conceitos e Aplicações em Metrologia!

Na aula passada vimos o contexto que está levando a essa transformação que estamos vivenciando durante a quarta revolução industrial; vimos seus motivos e necessidades.

Na aula de hoje veremos como se estruturam as indústrias para entrarem na 4ª Revolução Industrial.

Prontos para começar?

1 - Indústria 4.0 – principais tecnologias

Iniciaremos a aula de hoje com algumas perguntas:

Como será a indústria 4.0?

E como se adaptar a essas mudanças para, então, entrar de fato na Quarta Revolução Industrial?

Bom, para começar, a primeira pergunta deveria ser diferente... O Correto seria perguntar: Como **É** a indústria 4.0? Pois já se trata de uma realidade...

Bem, para entendermos um pouco melhor esse conceito aplicado, analisaremos as principais tecnologias dessa fase industrial que estamos estudando.

Mas antes, leia a citação a seguir para posterior reflexão:

A competitividade crescente no mercado globalizado e a necessidade de eficiência têm imposto mudanças nos sistemas de manufatura exigindo maior flexibilidade sob diferentes aspectos, tais como o volume de produção, o tipo de produto e/ou serviço e a natureza dos recursos envolvidos.

(Robson Marinho da Silva, 2018)

Como vimos na aula anterior, todo processo de transformação requer propulsão, que é a força geradora do movimento!

As 3 primeiras revoluções industriais trouxeram a produção em massa, as linhas de montagem, a eletricidade e a tecnologia da informação, fazendo da competição tecnológica o ponto chave do desenvolvimento econômico. Já a quarta revolução industrial se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

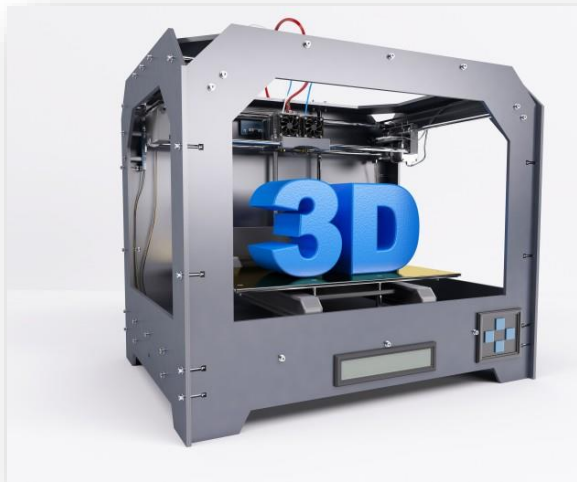
As principais tecnologias que permitem essa fusão são as seguintes:

- **Manufatura Aditiva**
- **Inteligência Artificial**
- **IoT** (internet das coisas, ou “Internet of Things)
- **Biologia Sintética e**
- **Sistemas Ciber Físicos (CPS) – Robôs**

Na aula passada, já falamos sobre algumas delas, mas vamos aprofundar um pouquinho?

Então vamos lá!

1.1. Manufatura Aditiva



Manufatura Aditiva ou Impressão 3D é a adição de material para fabricar objetos, formados por várias peças, constituindo uma montagem.

Trata-se da impressão de objetos complexos a partir de um projeto desenvolvido em 3D no computador. Esse tipo de tecnologia surgiu há cerca de 30 anos. No entanto, as primeiras impressões em 3D foram utilizadas para protótipos e estudos.

Com a recente popularização, e por consequência, redução de custos, esse tipo de manufatura avançada tornou-se viável e, atualmente, é utilizada em muitos setores, quer industriais, quer outros.

A criação de uma peça por meio da manufatura aditiva (3D) é bastante similar à de uma impressão em 2D. No entanto, utiliza-se algum material moldável (plástico, por exemplo) no lugar da tinta.

Como vimos na aula passada, até material biológico já pode ser utilizado! Lembra da impressão 3D do coração humano, com material biológico?

O material escolhido é “impresso” em camadas sobrepostas a partir de modelos projetados nos mais diversos softwares para criação em objetos digitais com 3 dimensões.

A Manufatura Aditiva é um dos principais pilares da Indústria 4.0. Sendo esta suportada por sistemas de controle avançados hiperconectados e em rede, não é de surpreender que o impacto econômico causado pela “personalização em massa” de mercadorias, com produção descentralizada – arquivos 3D e armazenamento na nuvem – eficiência energética e tecnologia “verde”, para citar apenas alguns fatores, sejam celebrados como desencadeantes de uma verdadeira “revolução” tecnológica na indústria mundial atual. (3D Printing, 2019)

Para que você possa compreender melhor, vamos utilizar as facilidades da tecnologia atual e do fato de termos ao alcance das mãos toda e qualquer informação que a gente precise.

Assista ao um vídeo publicado no youtube, por uma das empresas especializadas neste tipo de tecnologia.

Observe:



Fonte: Wishbox Technologies

<https://www.youtube.com/watch?v=4hNH81Wikuw>

Agora vamos à próxima tecnologia:

1.2. Inteligência Artificial



É um segmento da computação que busca simular a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizarem vários processos.

Para entendermos um pouco melhor como isso tudo começou, lançaremos mão de um brilhante artigo publicado na revista *Época Negócios*, de março de 2019, intitulado “Vida Inteligente: quem é, para que serve, como lidar”, escrito por Ediane Tiago.

No texto, Tiago apresenta-nos a história desse termo, utilizado há décadas (sim, há décadas!!):

Entre junho e agosto de 1956, um grupo de cientistas agitou o campus do renomado Dartmouth College, em New Hampshire. Nomes lendários da computação como John McCarthy, Oliver Selfridge, Marvin Minsky e Trenchard More discutiram a automação, matéria que florescia na academia e dividia opiniões sobre a capacidade de máquinas exercer tarefas humanas. McCarthy, então professor de matemática de Dartmouth, é apontado como autor do termo Inteligência Artificial (IA), que usou no convite para o evento. Batizou um campo de estudos que nunca mais deixaria de criar expectativa e polêmica. Aquele brainstorm de quase oito semanas ofereceu uma visão de futuro. Os especialistas acreditavam na construção de computadores para desempenhar tarefas ligadas à cognição, incluindo abstração e uso de linguagem. “Todos os aspectos da aprendizagem – ou qualquer outra característica de inteligência – podem, em princípio, ser descritos tão precisamente que uma máquina será capaz de simulá-los”, resumia o programa. (Revista Época Negócios, 2019)

Em outras palavras, a Inteligência Artificial é a capacidade de máquinas (processadores) terem inteligência para execução de tarefas, e adaptações a partir de experiências, similar à dos seres humanos e, com isso, além de desempenharem tarefas repetitivas (robóticas), conseguirem tomar decisões inteligentes, como se uma pessoa estivesse analisando o problema.

Alguns exemplos do uso atual da Inteligência Artificial são:

- **Serviços de atendimento a clientes:** o uso cada vez crescente dos chamados “chatbots”, ou “robôs atendentes” por empresas ter assegurado que um usuário que faça contato com a empresa (de forma digital, por exemplo) possa ser devidamente atendido a qualquer hora do dia, solucionando na maioria dos casos suas dúvidas – caso estas sejam identificadas como costumeiras pelo chatbot!

Ou, em outros casos, direcionando o contato para o setor mais apropriado, reduzindo o congestionamento de linhas de acesso.

- **Serviços financeiros:** análise e aprovação de crédito, por exemplo, por meio de consulta de dados, monitoramento do consumo e padrões do interessado, sendo realizadas por robôs a partir do processamento de tais dados!
- **Marketing:** onde costumamos estar? O que pesquisamos recentemente na internet? No smartphone? Estamos próximos a alguma loja que vende produtos com estas características? Ótimo! Receberemos avisos pelo smartphone, por exemplo, ou em nossas redes sociais, com sugestões de compras, promoções, entre outras! Isso tudo de forma automatizada, por meio de algoritmos de IA que armazenam e processam nossos costumes de consumo!

1.3. Internet das Coisas



Internet das Coisas representa a possibilidade de que objetos físicos estejam conectados à internet podendo assim executar de forma coordenada uma determinada ação. Um exemplo seriam carros autônomos que se comunicam entre si e definem o melhor momento (velocidade e trajeto, por exemplo) de fazer um cruzamento

em vias urbanas.

Julia Vilarinho, no seu artigo publicado em 2016 no blog www.proof.com.br/blog, nos apresenta uma excelente explicação sobre o que é a Internet das Coisas.

Veja:

“Mas afinal, o que é Internet das Coisas (IoT)?

De uma forma bem simples, Internet das Coisas é o modo como os objetos físicos estão conectados e se comunicando entre si e com o usuário, através de sensores inteligentes e softwares que transmitem dados para uma rede. Como se fosse um grande sistema nervoso que possibilita a troca de informações entre dois ou mais pontos.

O resultado disso é um planeta mais inteligente e responsivo. Agora podemos entender melhor como essas coisas funcionam, e como funcionam juntas para melhor nos servir.

Mas de que “coisa” estamos falando? A resposta é qualquer coisa.

Desde um relógio ou uma geladeira, até carros, máquinas, computadores e smartphones. Qualquer utensílio que você consiga imaginar pode, teoricamente, entrar para o mundo da Internet das Coisas.

Eles conversam entre si para nos dar mais conforto, produtividade, informação e praticidade em geral, e seus usos podem abranger monitoramento de saúde, fornecimento de informação em tempo real sobre o trânsito da cidade ou o número de vagas disponíveis em um estacionamento e em que direção elas estão, até recomendação de atividades, lembretes, ou conteúdo em seus dispositivos conectados.

Coisas do cotidiano se tornam inteligentes e têm suas funções ampliadas por cruzamento de dados. É o que acontece quando um assistente virtual cruza dados dos seus dispositivos conectados para te informar, mesmo que você não tenha pedido, o tempo que você levará para chegar ao trabalho quando você senta no seu carro para sair de casa.

Ele não sabe onde você vai por magia, e sim pela interconectividade dos dispositivos inteligentes à sua volta; ou seja, pela Internet das Coisas. O assistente conhece sua rotina, e dado o horário, dia da semana, sua localização por GPS conexão (ou não) ao Wi-fi de casa, a conexão ao bluetooth do carro no momento específico, e ao fato de que esse cenário se repetiu muitas vezes, ele aprendeu que é muito provável que você esteja indo para o trabalho de carro e te informa quanto tempo você vai demorar para fazê-lo.” (A internet das coisas, 2019)

Se a Internet das Coisas está tão presente, ou estará em breve, na nossa vida cotidiana, é claro que estará em uso na indústria.

Na aplicação industrial, a IoT é fundamental para a integração entre o mundo real e o virtual!

Máquinas coletando uma enormidade de dados em tempo real, fomentando assim sua tomada de decisão, em uma clara integração entre IoT e Inteligência Artificial!

Por exemplo, ao integrar os inúmeros sensores instalados em uma linha de produção de uma indústria, teremos a geração de um grande volume de dados. Ao analisar esses dados, é possível detectar uma falha em um comportamento de algum processo, que poderá gerar a quebra de uma peça.

Antes que tal peça quebre e interrompa a produção, o sistema agenda a sua troca preventiva, em um momento que gere menos impactos na produção. Essa antecipação traz redução de custo e aumento da disponibilidade de máquinas e equipamentos!

Imagine quão bom seria saber das condições atualizadas do trânsito na palma da sua mão, usando as informações de um sem número de outros motoristas para calcular a melhor e mais rápida rota ao seu destino, sem depender de contatos com amigos, ou informações vindas somente dos meios de comunicação!

Pois isso é possível há anos, com aplicativos para smartphones como, por exemplo, o Waze (www.waze.com).

Esse tipo de aplicativo conecta os smartphones em que estão instalados, ajudando cada motorista a calcular em tempo real a melhor rota e o tempo necessário para um deslocamento. Inclusive, se algo acontecer, como uma pane mecânica em um veículo que interrompeu a rua onde você precisava passar, o aplicativo em questão de minutos atualiza seus dados e lhe oferece rotas alternativas!

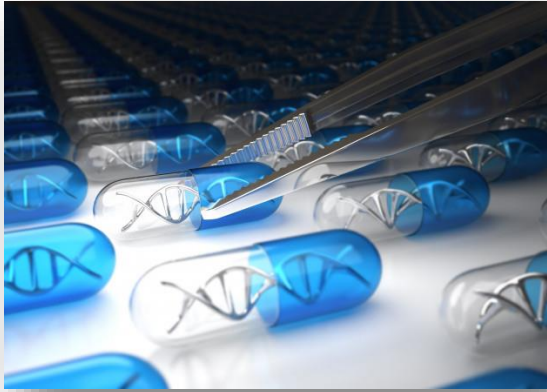
Esse processo não se dá por contato direto entre os smartphones, mas pode ser visto como uma aplicação da IoT. De fato, as informações sobre velocidade e localização do smartphone (que o aplicativo lê como sendo do veículo) são enviadas diretamente à central de processamento do aplicativo (pela internet), que processa as informações e devolve aos usuários as facilidades! Isso sem que a pessoa precise informar nada.

Claro, dados sobre acidentes, vias interrompidas, entre outros, dependem que o usuário interaja com o aplicativo...

De qualquer forma, as informações processadas pelo “computador central” são atualizadas pela internet de forma direta e em tempo real!

1.4. Biologia Sintética

É a convergência de novos desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de química, biologia, ciência da



computação e engenharia, permitindo o projeto e construção de novas partes biológicas tais como enzimas, células, circuitos genéticos e redesenho de sistemas biológicos existentes.

A biologia sintética se baseia nos avanços das biologias: molecular, celular e de sistemas

Busca, com isso, a transformação da biologia da mesma forma que a síntese transformou a química e o projeto de circuitos integrados transformou a computação.

E somente quando isso for conseguido, que projetos de escala significativa serão possíveis.

“O elemento que distingue a biologia sintética da biologia molecular e celular tradicional é o foco no projeto e construção de componentes centrais (partes de enzimas, circuitos genéticos, vias metabólicas, etc.) que podem ser modelados, compreendidos e ajustados para atender a um desempenho específico.

Assim como os engenheiros agora projetam circuitos integrados baseados nas propriedades físicas conhecidas dos materiais e fabricam circuitos funcionais e processadores inteiros (com confiabilidade relativamente alta), os biólogos sintéticos logo projetarão e construirão sistemas biológicos projetados.

Ao contrário de muitas outras áreas da engenharia, a biologia é incrivelmente não-linear e menos previsível, e há menos conhecimento das partes e como elas interagem.

Assim, os impressionantes detalhes físicos da biologia natural (sequências gênicas, propriedades proteicas, sistemas biológicos) devem ser organizados e reformulados por meio de um conjunto de regras de design que ocultam informações e gerenciam complexidade, possibilitando a engenharia de sistemas biológicos integrados de muitos componentes.

(...)

A biotecnologia industrial fornece ferramentas para aprimorar os mecanismos naturais dos processos biológicos para produzir eficientemente enzimas, produtos químicos, polímeros ou até mesmo produtos de uso diário, como vitaminas e combustível. ”

(Planeta Biologia, 2019)

1.5. Sistemas Ciber-físicos - Robôs



Sistemas Ciber-físicos sintetizam a fusão entre o mundo físico e digital. Dentro desse conceito, todo o objeto físico (seja uma máquina ou uma linha de produção) e os processos físicos que ocorrem, em função desse objeto, são digitalizados. Isto significa que, todos os objetos e processos na fábrica tem um “irmão gêmeo” digital.

A robótica vem sendo utilizada há muitos anos e constitui em avanços da 3ª

Revolução Industrial (rumando para a Quarta).

No entanto, os chamados “Sistemas ciber-físicos” constituem uma das partes mais importantes da Indústria 4.0: a integração e conexão entre a Robótica, a Internet das Coisas e a rede de dados da indústria!

Claro que essas são algumas das tecnologias inseridas na Indústria 4.0.

Muitas aplicações destas tecnologias, combinadas entre si ou não, já são práticas comuns hoje em dia, e muitas estão em pleno desenvolvimento.

2 - Princípios da Indústria 4.0

Para que a indústria mantenha seu rumo em direção à Quarta Revolução Industrial, as tecnologias que acabamos de ver devem trabalhar segundo alguns princípios básicos.

São eles:

- **Operação em tempo real:** significa adquirir e tratar dados no instante em que são obtidos, agilizando a tomada de decisões quase que instantaneamente, desenvolvendo, assim, um sistema de gestão extremamente eficiente baseado nesta velocidade.
- **Virtualização:** é a criação de uma cópia virtualizada de uma fábrica por meio de sensores de dados interconectados, possibilitando rastrear e monitorar remotamente todos os processos por meio dos sensores estrategicamente dispostos na planta real.
- **Descentralização:** Significa tomar decisões por sistemas ciber-físicos e, em tempo real, de acordo com as necessidades de produção. Máquinas que não apenas recebem comandos, mas que fornecem informações sobre as atividades realizadas, possibilitando o aprimoramento dos processos produtivos.
- **Orientação a serviços:** são softwares oferecendo serviços a partir da ligação entre os dispositivos (a IoT), com dados mantidos e enviados por meio da computação em nuvem chegando aos clientes.
- **Modularidade:** Significa produzir o que se precisa, ou seja, produzir em função da demanda, não necessitando complexas preparações nas linhas de produção. Isto se dá por meio de acoplamento e desacoplamento de módulos rapidamente.
- **Interoperabilidade:** é a constante comunicação entre os responsáveis pela produção e as máquinas necessárias aos processos, a partir de qualquer dispositivo ligado à internet (de qualquer lugar do planeta), ou por meio da Internet das Coisas diretamente.

3 - Estruturando uma Indústria 4.0

Estruturar uma indústria para que ela acompanhe a Quarta Revolução Industrial pode não ser tarefa simples; no entanto, já é viável.

A incorporação de tecnologias, como as apresentadas nessas aulas, bem como suas variações, depende apenas de investimento e tempo.

O texto a seguir, foi retirado do trabalho "[Políticas para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil](#)", publicado em julho de 2018 pelo IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial), preparado por Roberto Vermulm, sintetiza bem esse processo.

Observe:

A Indústria 4.0 resulta da incorporação e do desenvolvimento de um conjunto de tecnologias de base digital. Esse conjunto pode variar na percepção de diferentes analistas, todavia entre as tecnologias mais relevantes podem ser citadas as seguintes:

- **Sensores e Atuadores** – os sensores são dispositivos capazes de identificar e registrar informações sobre variáveis físicas ou químicas de um ambiente produtivo. Por exemplo, identificam e registram informações sobre temperatura, pressão, umidade, presença de produtos químicos, dimensões físicas, características físicas dos produtos etc. Essas informações são processadas por controladores que acompanham e gerenciam a produção. Os atuadores são dispositivos capazes de gerar uma ação, de comandar um movimento, e dessa forma atuam no processo de produção. Os sensores e os atuadores estão na base de processos de automação digital.
- **Internet das Coisas** – são sistemas, compostos por hardwares e softwares que viabilizam a interligação e a comunicação entre objetos, podendo ser máquinas e equipamentos conectados entre si ou bens de consumo conectados com outros produtos.
- **Big Data** – processamento e armazenamento de grandes bases de dados estruturados e não estruturados. Dispor de dados passou a ser muito importante para o tratamento computacional com o objetivo de analisar processos e tomar decisões, mesmo que apenas uma parte dos dados seja analisada. Dispor de grandes bases de dados também está na base da automação digital e da robotização de processos industriais nas quais os robôs autônomos tendem a assumir maior relevância.
- **Computação em Nuvem** – os serviços de computação em nuvem utilizam computadores, servidores e toda infraestrutura necessária para processar e armazenar bases de dados. Essa infraestrutura é compartilhada e acessada através da internet, a partir de diversos dispositivos de acesso, tais como computadores, tablets e celulares.
- **Inteligência Artificial** – é área da computação que permite que máquinas tomem decisão autonomamente. Para tanto é necessário dispor de grandes bases de dados, capacidade de processamento de informações e computação em nuvem. A

inteligência artificial viabiliza que produtos e processos produtivos tomem decisões sem a interferência humana.

- **Tecnologias de Comunicação sem Fio** – são sistemas constituídos por equipamentos, dispositivos, componentes e por softwares que viabilizam a comunicação de voz e de dados sem fio. Essas tecnologias permitem grande mobilidade dos agentes dos processos produtivos, permitindo tanto a comunicação intraplanta industrial, como corporativa, integrando diferentes sites da empresa, como extrafirma, ao possibilitar a comunicação entre empresas.
- **Sistemas Integrados de Gestão** – são diferentes softwares de gestão que integram diferentes atividades de uma unidade industrial, ou que aumentam a eficiência da gestão produtiva, comercial ou financeira da empresa, ou que integram diferentes unidades produtivas de uma mesma corporação.
- **Robótica** – os robôs são equipamentos de automação industrial controlados automaticamente, podendo ser programados e reprogramados a distância e com maior ou menor grau de autonomia, isto é, sem a necessidade de intervenção humana. Robôs mais avançados são equipados com diferentes dispositivos e programas, que permitem a tomada de decisão diante de alterações das variáveis consideradas no processo de produção, e podem interagir com os trabalhadores engajados em um determinado processo produtivo.
- **Manufatura Aditiva** – é o processo de produção de peças através da deposição de materiais.
- **Novos Materiais** – há nova geração de materiais que podem ser nanoestruturados ou não, que possuem aplicações diversas e que estão contribuindo para o desenvolvimento das tecnologias apontadas acima. É o caso de novos materiais desenvolvidos para aplicações eletrônicas que estão viabilizando aumento da capacidade de processamento e de armazenamento de dados com baixos custos relativos. (Vermuim, 2018, grifo nosso)

Ao integrarmos essas diferentes tecnologias, vemos a Indústria 4.0. No entanto, não se faz necessário o emprego de todas elas ao mesmo tempo, pois a necessidade irá variar de projeto para projeto.

Todavia, a grande novidade da Indústria 4.0 está na integração das distintas tecnologias e, pode-se dizer, na inteligência artificial. Isto significa que as tecnologias que já são conhecidas pelas empresas industriais estão tendo uma difusão muito mais acelerada e as

soluções empreendidas são distintas daquelas que prevaleciam até então. (Vermuim, 2018)

4 - O papel da Metrologia em uma Indústria 4.0



Como não poderia ser diferente, os sistemas de medição também estão se adequando aos princípios da Quarta Revolução Industrial.

Por exemplo:

- máquinas de medição de coordenadas que, por meio de sensores, mapeiam instantaneamente as características de um modelo, avaliando a possibilidade de liberação ou não de uma peça;
- sistemas de leitura por meio de QR-CODEs, ou RFIDs, tornam o equipamento independente para se programar e conduzir medições de forma automatizada, conforme as peças são recebidas;

Enfim, processos de medição independentes da interação humana 100% do tempo, aumentando a precisão e reduzindo equívocos oriundos de cansaço (por exemplo), ou até, da execução errônea de procedimentos de medição estabelecidos.

Para ajudar a concluir nossa aula de hoje ficaremos com o texto produzido por André Jeha, publicado na revista *O Papel*, coluna *Liderança* – julho/18:

“Mas por onde começar a implementar a Indústria 4.0? Como construir e executar um plano que alcance os resultados necessários e mitigue os riscos de perda dos recursos investidos?”

É possível enxergar muitas empresas perdidas ou adotando iniciativas isoladas em tecnologia, que acabam por naufragar ou não alcançar o custo-benefício planejado. E isso ocorre basicamente por dois motivos: desalinhamento de propósitos e qualidade do plano de implantação.

Para iniciar uma jornada rumo à Indústria 4.0 é fundamental alinhar o propósito à estratégia da empresa, e a partir disso definir as metas que serão alcançadas com o programa e desdobradas para cada etapa do processo. Somente quando as metas e objetivos estiverem claros devemos passar para a construção dos planos de ação e dos projetos.

Passando para a etapa de construção dos planos e projetos de implantação, é fundamental construí-los a partir de uma visão integrada. Há quem ainda pense que o caminho para a Indústria 4.0 passa apenas pela tecnologia e essa é, talvez, a maior das armadilhas.

A tecnologia é sim fundamental, mas só funciona se estiver verdadeiramente integrada à estratégia, aos processos, à estrutura, às pessoas e ao sistema de gestão da empresa. Um plano que considere a sinergia entre esses fatores, juntamente com a governança e com a gestão da mudança estruturadas, conseguirá resultados consistentes e com velocidade, fortalecendo a cultura da empresa e preparando-a verdadeiramente para a Indústria 4.0.”
(Jeha, 2018)

E com isto concluímos a aula de hoje!

Na próxima aula analisaremos o cenário mundial e o brasileiro em relação à Quarta Revolução Industrial, e estudarmos em que fase dessa revolução nos encontramos.

Até lá!

Referências

MAGALDI, SANDRO; NETO, JOSÉ SALINI. Gestão do amanhã: tudo o que você precisa saber sobre a gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª Revolução Industrial. São Paulo: Gente, 2018.

SCHWAB, KLAUS. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

DA SILVA, ROBSON MARINHO. Sistema de Controle da Indústria 4.0 – Modelagem e Técnicas de Projeto. [S. l.]: Amazon, 2018. *E-book*.

SOUZA, ERICK. Entenda sobre a Indústria 4.0. A quarta revolução industrial que estamos vivendo hoje. [S. l.]: Amazon, 2019. *E-book*.

PERIARD, CLÁUDIA VALENTE. Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial. Sobre administração, [S. l.], p. 1-6, 19 set. 2018. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/industria-4-0-4-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

TIAGO, EDIANE. Vida Inteligente: quem é, para que serve, como lidar. Revista Época Negócios, [S. l.], 5 mar. 2019.

VILARINHO, JULIA. Internet das Coisas: Um Desenho do Futuro. [S. l.], 2018. Disponível em: <<https://www.proof.com.br/blog/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

MANUFATURA ADITIVA. In: 3D PRINTING. Disponível em: <<https://3dprinting.com.br/manufatura-aditiva-uma-revolucao-pervasiva-na-producao/>>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

JEHA, ANDRÉ. Industria 4.0: Como avançar. Julho de 2018. Disponível em: <https://www.falconi.com/ficn_articles/industria-4-0-como-avancar/>. Acesso em 17 de julho de 2019

O QUE É BIOLOGIA. In: Planeta Biologia. Disponível em: <<https://planetabiologia.com/o-que-e-biologia-sintetica-resumo/>>. Acesso em 19 de julho de 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Desafios para a indústria 4.0 no Brasil / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2016. 34 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2017. 58 p

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Investimentos em indústria 4.0 / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2018. 31 p.

SILVEIRA, CRISTIANO BERTOLUCCI. O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o Mundo. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em 19 jul. 2019

GRAFENO. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Grafeno>>. Acesso em: 06 ago. 2019

RFID. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2019. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Identifica%C3%A7%C3%A3o_por_radiofrequ%C3%Aancia>. Acesso em: 06 ago. 2019

VERMUIJ, ROBERTO. Políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil. IEDI. Julho de 2018. Disponível em: <https://www.iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf>. Acesso em 19 de julho de 2019

INDÚSTRIA 4.0. Agenda brasileira para a Indústria 4.0. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 17 de julho de 2019.

PIPELINES, PLATAFORMAS E NOVAS REGRAS DE ESTRATÉGIA. Harvard Business Review. Disponível em: <<https://hbrbr.uol.com.br/pipelines-plataformas-e-novas-regras-de-estrategia/>> Acessado em 07 de junho de 2019

ALIMENTE SUA MENTE. Enciclopédia Explore O Curioso Mundo da Ciência. Disponível em: <<http://alimenteminhamente.blogspot.com/2014/11/biomimetismo-ligacao-entre-vida-e.html>> Acessado em 06 de agosto de 2019

ÉPOCA NEGÓCIOS. Globo.com. Disponível em:

<<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/03/conheca-6-aplicacoes-da-internet-das-coisas-que-ja-estao-tornando-o-mundo-melhor.html>> Acessado em 09 de julho de 2019