



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Natália Vitória Soares Francelino de Souza (nvsfs@cin.ufpe.br)

**A INTERNET DAS COISAS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HUMANOS
DENTRO DA INDÚSTRIA**

Trabalho de Graduação

**Recife
14 de Dezembro de 2017**

Natália Vitória Soares Francelino de Souza (nvsfs@cin.ufpe.br)

**A INTERNET DAS COISAS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HUMANOS
DENTRO DA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco por Natália Vitória Soares Francelino de Souza, orientado pelo professor José Antônio Monteiro de Queiroz como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: José Antônio Monteiro de Queiroz

Recife
14 de Dezembro de 2017

À minha família.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me conduzido até aqui e ter me permitido concluir mais essa etapa da minha vida.

Também sou muito grata aos meus pais, tias e avós, pela preocupação constante em garantir uma boa educação para mim e meu irmão durante todo o nosso percurso; este trabalho é uma forma de recompensá-los por todo o esforço que fizeram e fazem ainda hoje por nós dois.

Por fim, gostaria de agradecer também aos amigos, colegas de classe e de trabalho e professores, que indubitavelmente contribuíram, em vários graus, para a culminância deste momento.

*O futuro tem muitos nomes.
Para os fracos é o inalcançável.
Para os temerosos, o desconhecido.
Para os valentes é a oportunidade.
Victor Hugo*

Resumo

Uma indústria inteligente integra o conceito de ubiquidade da Internet of Things (IoT) com a infra-estrutura industrial para automatizar diversas operações. Com itens do cotidiano, como smartphones, carros, roupas e eletrodomésticos, ganhando cada vez mais sofisticadas capacidades de computação e comunicação. Com o desenvolvimento da Internet das coisas, é apenas uma questão de tempo até que os dispositivos passem a precisar colaborar e competir uns com os outros, a fim de proporcionar melhores serviços e produtos à humanidade.

Este artigo explora o papel humano nas novas indústrias híbridas e o impacto da Internet das Coisas no mercado de trabalho, novos papéis e empregos emergentes e os desafios enfrentados por funcionários, executivos e líderes nesta nova era.

Palavras-chave: *Internet das Coisas; Indústria 4.0; Recursos Humanos; Pessoas, Trabalhadores, Funcionários.*

Abstract

A smart industry integrates the concept of ubiquity from the Internet of Things (IoT) with the industrial infrastructure in order to automate various operations. With everyday items including smartphones, cars, clothes and household appliances gaining increasingly sophisticated computing and communication capacities. With the development of the Internet of Things, it is just a matter of time before devices have to collaborate and compete with each other, in order to provide better services and products to mankind.

This paper explores the human role on the new hybrid industries, and the impact the Internet of Things will have on the workforce, new roles and jobs that are emerging and the challenges faced by employees, executives and leaders in this new era.

Keywords: *Internet of Things; Industry 4.0; Human Resources; People; Workers; Employees.*

Lista de ilustrações

Figura 1 – A quarta revolução Industrial	20
Figura 2 – Categorias e setores da Indústria 4.0	21
Figura 3 – Maiores desafios que as empresas enfrentam nos recursos humanos	32
Figura 4 – O ecossistema da IoT no contexto da indústria 4.0	33
Figura 5 – Áreas de TI e as Indústrias 4.0	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Segmentos em que a IoT gera valor	22
Tabela 2 – Papéis e áreas na Indústria 4.0	37

Lista de abreviaturas e siglas

3D	Três Dimensões
CPS	Cyber-physical Systems
EEF	Engineering Employers' Federation
ERP	Enterprise Resource Planning
EUA	United States of America
GSM	Global System for Mobile Communications
RFID	Radio-Frequency IDentification (identificador por radiofrequência)
TI	Tecnologia da Informação
UI	Interface com usuário do acrônimo em inglês User Interface
UX	User Experience

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Objetivo e Estrutura	15
1.2	Metodologia	16
2	Contextualização	17
2.1	A Internet das Coisas (IoT)	17
2.2	Indústria 4.0	19
2.3	O futuro da Internet das Coisas	21
3	Habilidades essenciais para a Indústria 4.0	26
3.1	Novas demandas e seus desafios	26
3.2	As indústrias Híbridas	27
3.3	Novos talentos e realocação de profissionais	29
3.4	Oportunidades e habilidades importantes	30
4	Áreas e funções de destaque para os colaboradores do futuro	33
5	Desenvolvendo habilidades dentro das organizações	39
6	Conclusão e trabalhos futuros	42
	Referências	43

1 Introdução

A história da humanidade é, em uma certa medida, a história de suas ferramentas. Do tronco de uma árvore boiando que se torna uma canoa e depois um super porta-aviões ou do singelo pedaço de madeira de nossos antepassados pré históricos, que era usado para espantar as feras e evolui para lanças e, ao longo dos milênios, em potentes espingardas não podemos negar que a história de nossas ferramentas são, de certo modo, a nossa própria história.

Na área das tecnologias da informação isso não é diferente. De uma necessidade básica que o homem na aurora dos tempos tinha de calcular e saber estabelecer relações entre quantidades ao mundo atual, no qual vivemos, onde produzimos terabytes de informação pelo simples ato de solicitar um Uber, o que temos é uma teia histórica de fatos e descobertas que, sinergicamente ao longo das eras, colaboraram ativamente para que nossa civilização chegasse ao ponto no qual se encontra.

Em que momento e em que lugar exatamente isso começou, ninguém pode dizer com certeza. Talvez a melhor pista que tenhamos desse início seja o ábaco. Historiadores tendo relatos do ábaco de 5000 a.C. com uma provável origem na Mesopotâmia (SUGDEN, 1981). Este instrumento enganadoramente simples, nos mostra a necessidade que nossos antepassados tinham para realizar comparações entre quantidades.

Com o ábaco e outros instrumentos de cálculo, o homem da antiguidade pode aprimorar ainda mais o comércio nascente.

Entretanto, estes instrumentos são apenas a ponta do véu que recobre a história de tudo que nos ajudou a chegar aqui. No século VII a.C. se destaca a figura do matemático indiano Brahmagupta (YADAV, 2011) que nos brindou pela primeira vez com uma explicação dos sistemas de numeração indu-arábico e o uso do zero (0). Por volta de 825 d.C. o matemático Al-Khwarizmi escreve o livro que marca o surgimento do que virá a ser chamado de “Algoritmo” (KNUTH, 1980).

No século III a.C. o matemático indiano Pingala inventa o sistema de numeração binário. Baseando-se nesse sistema de numeração Gottfried Leibnz (1646-1716) desenvolve uma lógica em sentido formal e matemático. Ainda tendo por base o sistema de numeração binário George Boole (1815-1864) desenvolve o conceito de Lógica Booleana (1854) (BOOLE, 1848) , não precisamos falar da importância atual do sistema de numeração binário para a área de computação e suas áreas correlatas.

Avançando no tempo chegamos a França, onde em 1801 um engenheiro, Joseph Marie Jaguar, cria um *tear* controlado por cartões perfurados (FIERHELLER, 2006). Este fato trouxe uma consequência ímpar para as futuras ciências da tecnologia da

informação. É este aparelho que vai chamar a atenção de Charles Babbage para as possibilidades do sistema de cartões perfurados como forma de *input* de dados. A partir deste ponto, Babbage ergue toda a teoria da sua “Máquina Analítica” (COLLIER, 1970), que virá a usar o sistema de cartões perfurados do *tear* do Senhor Jaguard. Hoje Babbage é celebrado como o pai do computador. Um ponto que não podemos deixar de citar, é a ajuda inestimável que o Sr. Babbage recebe de uma amiga, Ada Augusta, também conhecida como Lady Lovelace, filha de Lord Byron um dos maiores poetas Ingleses daquela época.

Em 1642 o matemático francês Blaise Pascal mostra ao mundo a sua “Máquina de Pascal” (IFRAH, 2002), considerada por muitos pesquisadores a primeira calculadora mecânica da história. A Máquina de Pascal realmente foi um grande invento, mas só conseguia realizar somas e subtrações, até que em 1672 Leibniz realiza melhorias no projeto de Pascal. O projeto de Leibniz realiza multiplicações e divisões através das adições e subtrações sucessivas além do cálculo da raiz quadrada.

Chegando no século XIX, caso nós observemos os acontecimentos deste período com um olhar mais aguçado, notaremos a grande encruzilhada histórica que a humanidade se encontrava. Neste século especificamente temos Babbage e Lady Lovelace trabalhando em sua Máquina Analítica, George Boole desenvolve a lógica booleana (BOOLE, 1848). Cada um desses pesquisadores deu sua contribuição para a ciência que estava a engatinhar.

Babbage e Lovelace começam a tocar em temas como hardware, linguagens de programação, entrada de dados e recuperação de respostas, entrada/saída, Boole por sua vez nos traz um vislumbre da “alma” de todo futuro sistema computacional. Zeros e uns fazendo as vezes do fluído vital que percorreria cada trilha dos futuros sistemas cibernéticos. A humanidade estava no limiar de uma nova era e nem se dava conta disso.

Para finalizar essa equação eis que em 1890 o americano Herman Hollerith nos dá a chave de ouro para o fechamento deste século. O Sr. Hollerith fundador de uma empresa que futuramente virá a ser chamada de IBM¹, desenvolve uma máquina de cálculo baseada no uso de cartões perfurados (FIERHELLER, 2006). Esta máquina será usada no censo americano de 1890 e revolucionará o modo com os censos serão realizados. Para se ter uma ideia, o censo americano de 1880, realizado manualmente, levou 7 (sete) anos para ser finalizado, enquanto o censo de 1890, realizado através das máquinas de cálculos do Sr. Hollerith, levou 2 anos e meio. Então pode-se dizer que se fechou o século XIX com uma prova de conceito do que a futura ciência computacional poderia fazer.

¹ IBM (International Business Machines), é uma empresa americana de tecnologia fundada em 1880 (www-03.ibm.com/ibm/history/)

Na década de 1930 vemos o surgimento do primeiro computador, o Z1 (ROJAS, 2011), do alemão Konrad Zuse. Durante a 2ª Guerra Mundial, o projeto de Zuse ficou congelado, o que permitiu que britânicos e americanos pudessem assumir a liderança no desenvolvimento deste tipo de equipamento.

Em 1944 a Universidade de Harvard com o apoio da Marinha americana desenvolve o “Harvard Mark I” (UNIVERSITY, 2004) um computador concebido em 1930 por Grace Hopper e Howard Aiken, dois talentosos estudantes desta universidade.

Paralelamente ao Mark I o exército americano desenvolvia seu próprio projeto. Chefiado pelos engenheiros J. Presper Eckert e John Mauchly. O resultado, o primeiro computador a válvulas do mundo, seu nome: *Electronic Numeric Integrator And Calculator*, mas que ficou conhecido como ENIAC (MCCARTNEY, 1999) finalizado em 1946.

É nessa época que temos a era de ouro das ciências computacionais. Allan Turing, Kurt Gödel, Alonzo Church e John Von Neumann e tantos outros lançam as bases dos alicerces da nova ciência e suas correlatas.

O teorema da incompletude de Godel, a Máquina de Turing, o Teste de Turing, a Arquitetura de Von Newman são nomes que ecoam nos ouvidos e mentes de centenas de estudantes e pesquisadores pelo mundo afora. A arquitetura de Newman é usada ainda hoje em todo sistema computacional existente. O armazenamento dos dados na memória do sistema para posterior utilização é a mais básica aplicação dos princípios legados por Von Neumann. Os *insights* de Turing no seu teste são matéria obrigatória para quem pensa em se aventurar em Inteligência Artificial.

Tudo mais que se segue até os dias de hoje são desenvolvimentos destes alicerces. Durante a década de 1970 vemos o surgimento e rápida evolução dos *mainframes* (MUSEUM, 2017), gigantescos sistemas computacionais, computadores que, muitas vezes, podiam tomar um andar inteiro de um prédio. Estes equipamentos extremamente caros só podiam ser comprados por grandes empresas e órgãos estatais. Por outro lado, os mesmos não primavam pela facilidade de operação. De qualquer modo, nós veremos estes sistemas se firmarem como o estado da arte na época.

Mesmo com os mainframes reinando na década de 70, uma nova cara surge no mercado. Em 1975 é lançado o Altair 8800 (SWAINE; FREIBERGER, 2000), pela empresa americana Popular Electronics, nos Estados Unidos, Usando uma CPU intel 8080, ele é vendido como um kit de montagem para hobbistas e curiosos. O Altair não tinha sistema operacional o que equivale a dizer que as pessoas não apenas montavam o computador (hardware), mas tinha de programar toda a comunicação com seu equipamento. Basicamente se tinha que programar um sistema operacional mínimo para trabalhar com ele.

Nessa época, dois amigos Bill Gates e Paul Allen criam a linguagem de programação Basic, que de certo modo supria uma parte das necessidades das pessoas que montavam o Altair. Algum tempo depois estes dois amigos fundaram a Microsoft (1975).

Em 1976, Steve Jobs e Steve Wozniak fundam a Apple (APPLE. . . , 2017). No ano seguinte, a empresa lança seu primeiro produto no mercado o Apple II. Em 1980 a IBM entra no mundo dos PCs lançando o IBM-PC, um “computador pessoal” com um SO (Sistema Operacional) pré instalado e com uma BIOS, conceitos que se firmaram posteriormente. No ano de 1984 a Apple lança um novo produto o Macintosh. Esse equipamento traz o novo conceito de interface gráfica e o uso de um novo periférico, o mouse, usado para uma interação mais fácil e prática entre o homem e a máquina.

Desde a década de 1960 o estudo das possibilidades de sistemas telefônicos interligados por grandes redes já são realizados. Paralelamente a estes estudos, outros são realizados visando interligar computadores por estes sistemas de rede. Nas décadas de 1960 e 1970 o conceito rapidamente se expandiu. É nesta época que a ARPA (GILLIES; CAILLIAU, 2000)(*Advanced Research and Projects Agency - Agência de Pesquisas em Projetos Avançados*) órgão americano encarregado de pesquisa e desenvolvimento de estratégias para o governo americano cria a ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*) o protótipo de uma rede de computadores interconectados que visava tornar invulnerável a ataques nucleares a rede de comando militar americana. Na prática, ela se tornou a mãe da atual internet.

A partir deste ponto a velocidade de desenvolvimento de novas tecnologias e/ou atualização de antigas tecnologias atingem níveis alucinantes. Novas linguagens de programação, novos paradigmas computacionais, novos equipamentos, novos meios de ver coisas antigas.

Computadores que tomavam uma sala e tinham um poder computacional de uma calculadora básica, foram substituídos por PCS do tamanho de uma TV de 15 polegadas e depois por um simples telefone, ou smartphones, que coloca em nossas mãos o poder computacional de milhares de ENIACs. Hoje falamos em espaço virtual, cloud computing, data science, blockchain, IA (Inteligência Artificial), impressoras 3D, realidade aumentada, robótica. . .

Entre as tendências atuais e futuras da área de tecnologia da informação, nós temos a Internet das Coisas (IoT). Observando os avanços que tivemos desde o ábaco até os mainframes, a grande topologia que nós temos é: o homem usando sua ferramenta quando dela precisa. Seja um simples ábaco ou um gigantesco mainframe, temos de nos lembrar sempre de: ou ter este equipamento ao nosso lado ou estarmos nas proximidades deste equipamento. A IoT quebra este paradigma.

A Internet das coisas está evoluindo a um ritmo acelerado e vem se tornando cada vez mais parte do dia a dia das pessoas. Com a IoT nossas ferramentas estão sempre conosco, onde estivermos, seja a hora que for. Entretanto, não é apenas isso, elas agora passam a ser inteligentes e nos avisam que precisamos delas. Elas monitoram nossa saúde, nosso trajeto no trânsito e nos avisam de perigos e dificuldades. Acendem as luzes de nossas casas e controlam nossos sistemas de alarmes. As organizações poderão usar a enorme quantidade de dados disponíveis para entender o comportamento de seus clientes em um nível nunca antes imaginado, permitindo que eles ofereçam produtos e serviços altamente customizados de formas que eram consideradas impossíveis. Grande parte das organizações ainda estão experimentando os conceitos e tecnologias que envolvem a IoT para então aplicá-los em larga escala. Enfim, estamos no limiar de uma nova era. . . pelo menos até o próximo limiar.

1.1 Objetivo e Estrutura

O objetivo principal deste trabalho de conclusão é apresentar o panorama atual da Internet das Coisas na Indústria, sobre o ponto de vista da participação das pessoas nesse novo ecossistema industrial. Dessa forma, apresentando estudos e análises da implicação desse paradigma para os colaboradores que estarão envolvidos no desenvolvimento e na expansão da IoT. Serão objetos de estudo as mudanças que já estão acontecendo, as novas habilidades exigidas, os cargos que aparecerão ou que irão desaparecer, os desafios enfrentados por trabalhadores, líderes e executivos além dos próximos passos desse processo de transição dentro do contexto industrial.

Este trabalho está dividido em capítulos. O capítulo dois será dedicado a contextualização do tema, nele serão apresentados conceitos, termos de mercado, estado da arte, a evolução que a mesma vem sofrendo nas últimas décadas e o que é vislumbrado para o futuro. O claro entendimento desses conceitos é importante para uma melhor compreensão do trabalho proposto.

No capítulo três será explicado o impacto que a introdução da Internet das Coisas e suas tecnologias vêm trazendo para a indústria, qual a relação com os colaboradores, desafios enfrentados e as habilidades essenciais que os trabalhadores da indústria necessitam para se desenvolver dentro da nova indústria.

O capítulo quatro mostrará as áreas e funções que surgiram ou ganharam destaque na transição para as novas indústrias sob a influência da IoT.

O capítulo cinco apresentará pontos de atenção para o desenvolvimento das habilidades para contribuir com a qualificação dos colaboradores. Mudanças na abordagem de ensino, certificações e incentivos serão especificados.

O capítulo seis conterà uma concisa conclusão a respeito de todo o conteúdo

abordado por este projeto e dos resultados obtidos, além de sugestões de trabalhos futuros.

Por fim, serão apresentadas as referências utilizadas para a construção deste trabalho de conclusão de curso.

1.2 Metodologia

Inicialmente foi feito um aprofundamento sobre o tema através de *Strings* de buscas e algumas variações em bases de conhecimento científico como Science Direct, Springer, IEEE Xplore Digital Library e Scopus. Os artigos encontrados a partir dessa abordagem foram importantes para a base de conceitos e contextualização deste trabalho de conclusão.

Posteriormente, a revisão da literatura se estendeu para surveys, análises de mercado levantadas por organizações como Deloitte e Accenture, além de outras fontes, como sites e blogs de organizações de pesquisa de mercado voltado para o segmento da Internet das Coisas.

2 Contextualização

2.1 A Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT de Internet of Things), também denominada de Internet de Tudo (Internet of Everything) ou, no contexto industrial, Internet Industrial (Industrial Internet), é um paradigma tecnológico que veio à tona em 1999 quando Kevin Ashton, gerente de produtos na P&G (Procter & Gamble)¹ percebeu que um determinado batom estava sempre sem estoque. Decidido a descobrir o motivo, ele levantou diversas falhas, principalmente nos dados relacionados a cadeia de suprimentos do produto, o que eventualmente o levou a liderar o desenvolvimento de chips para identificação por radiofrequência ou RFID (do inglês Radio-Frequency Identification) para o controle de inventário da organização. Estava criada uma conexão entre a nova ideia de RFID, a cadeia de suprimentos da P&G e a Internet, o tópico mais falado daquele momento na história (ASHTON, 2016). Esta foi uma movimentação feita por Ashton para chamar a atenção dos executivos da empresa. Para ele, caso os sistemas computacionais soubessem de tudo o que havia para saber sobre coisas - usando dados coletados sem qualquer ajuda humana - seria possível acompanhar e entender melhor os pontos de falha das operações e processos, reduzindo assim, desperdício, perda e custo para as organizações. Dessa forma, os dispositivos passam a conectar os mundos físico e digital (ASSOCIATION, 2014), viabilizando uma nova categoria de serviços que melhoram a qualidade de vida e a produtividade de usuários finais, organizações e da sociedade em sua totalidade.

A IoT é reconhecida como umas das áreas mais importantes das tecnologias do futuro, e tem ganhado bastante atenção em diversos segmentos da indústria. Como Ashton havia falado em 1999, o real valor da IoT pode ser explorado quando dispositivos conectados tem a capacidade de se comunicar e se integrar com aplicações como as que são dedicadas a inteligência de negócios (business intelligence), sistemas de inventário, suporte ao cliente, entre outros. Mesmo com o vasto potencial da IoT, sua execução ainda está em fase embrionária. Dessa forma, não é fácil quantificar com precisão o impacto futuro que ela vai trazer. De acordo com a Gartner, Inc.², (MEULEN, 2017). 8.4 bilhões de dispositivos conectados estarão em uso até o final de 2017, 31% a mais se comparado com 2016. Este número de dispositivos será de 20.4 bilhões até 2020. O total de gastos em serviços vai se aproximar dos 3 trilhões de dólares no final de 2017 em setores como educação, saúde e transportes.

¹ A Procter & Gamble (<https://www.pg.com/>) é empresa global que reúne um enorme conglomerado de sub empresas que atuam em mercados como o de alimentos, produtos de higiene e limpeza

² A Gartner Incorporation (<https://www.gartner.com/technology/home>) é uma empresa de consultoria e pesquisa de TI que desenvolve soluções para dar insights de mercado a seus clientes,

O contínuo desenvolvimento e a adoção dessa tecnologia vem ganhando espaço à medida que a pressão externa, ou seja, o aumento da quantidade de empresas investindo e tentando abocanhar uma parte do mercado, implicando no aumento de competitividade e da concorrência, exigem cada mais mais inovação das organizações. Nesse contexto a IoT cresce, e um número cada vez maior de organizações passam a ver a análise de custo-benefício, e a adoção da tecnologia de forma estratégica. O benefício ainda não está claramente quantificado, mas sabe-se que ele existe. Considerando isso, as organizações precisam avaliar criteriosamente as oportunidades e riscos que a aplicação desta tecnologia pode oferecer. O impacto positivo na economia pode chegar na casa dos trilhões de dólares, de acordo com um estudo realizado pela instituição Machina Research (RESEARCH, 2016).

Alguns benefícios indiretos para as organizações, governos e consumidores finais podem ser alcançados pela automação de procedimentos manuais, com o uso de sensores e aparelhos móveis, como celulares para a captura de dados ou de estados ou, ainda, pela redução de custos e pelas melhorias em serviços. Há uma previsão para 2020 (ASSOCIATION, 2014) na qual a IoT contribua em uma redução de custos de 1 trilhão de dólares em diversos setores, e mais 1 trilhão em melhorias em serviços, como monitoramento de pacientes, por exemplo.

Desde as linhas de produção e armazenamento até a entrega dos produtos no varejo (nas lojas), a IoT vem transformando gradualmente os processos de negócios de indústrias e organizações, fornecendo visibilidade em tempo real, de forma precisa sobre o fluxo de produtos, recursos humanos, e processos de negócio. As empresas investirão em melhorar o rastreamento de materiais e otimizar os custos de distribuição, manutenção e produção de bens e serviços, levando a mudanças no fluxo de trabalho.

De acordo com um estudo feito pelo IoT Analytics³ (ANALYTICS, b), de 640 projetos empresariais de IoT distribuídos em todo o mundo, a maioria deles foram identificados como aplicações industriais aplicadas às plantas de fábrica, minas, indústria de óleo e gás. Seguido por cidades inteligentes (Smart Cities). Outras áreas deste estudo incluem educação, saúde, energia. Outro dado interessante observado é que as áreas de interesse variam de acordo com as regiões do globo. As Américas, em particular a América do Norte mostra-se forte por causa do grande número de projetos em Saúde Conectada (Connected Health) e em Varejo Inteligente (Smart Retail), enquanto a Europa anda investindo fortemente em Cidades Inteligentes (Smart Cities).

Usuários finais nos vários domínios inteligentes e conectados estão adquirindo mais competência e expertise no que se refere a lidar e operar aplicações conectadas e dispositivos inteligentes (VERMESAN; FRIESS,)

³ A IoT Analytics (<https://iot-analytics.com>) é uma organização que fornece insights do mercado da Internet das Coisas e da Indústria 4.0 para empresas.

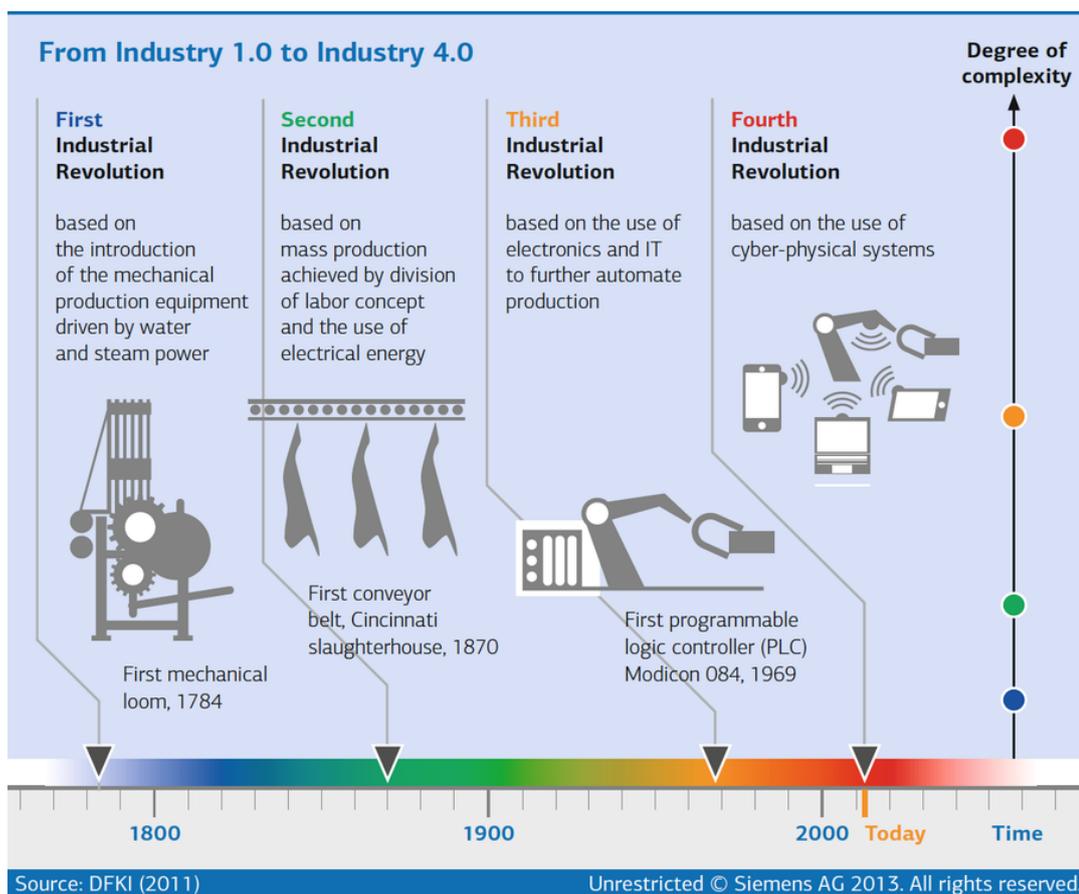
Tais serviços também irão contribuir para o crescimento econômico, gerando novos negócios e oportunidades para *players* em diferentes indústrias. (ASSOCIATION, 2014) Isto irá representar um estímulo que vai ajudar no financiamento, crescimento e expansão da conectividade por todo o globo.

2.2 Indústria 4.0

A indústria, desde o princípio se mostra sensível às mudanças trazidas pela inovação. O resultado disso está visivelmente presente nas sucessivas Revoluções Industriais, como apresentado na Figura 1, que aconteceram durante a história.

Em cada uma dessas revoluções, uma onda de mudanças e transições características teve de ocorrer para o processo continuar. Essas mudanças ficaram focadas em três pilares principais: as tecnologias, as pessoas envolvidas e os processos. Na primeira revolução industrial, com a chegada das máquinas têxteis à vapor no século XIX, a tecnologia, além de expandir a produção para uma escala nunca antes imaginada, necessitou de ajustes e mudanças nos processos, que precisaram se adaptar aos novos padrões de produção. Além disso, provocou impacto nos recursos humanos, que, se por um lado, abriu portas para aqueles que possuíam habilidades e competências necessárias para esse novo paradigma, por outro, foram determinantes para a extinção gradual de outras funções. Nesse caso, por exemplo, algo que era manufaturado passou a ser feito por máquinas, o que eliminou diversas funções ao longo do tempo.

Figura 1 – A quarta revolução Industrial



German Research Centre for Artificial Intelligence - 2011

Desde da última década do século XX, se estendendo para o novo milênio, o ambiente industrial, mais uma vez, está passando por mudanças rápidas dentro do ecossistema industrial que exige um alto nível de conhecimento multidisciplinar e inteligência, aliados a dispositivos e sistemas distribuídos por todas as suas áreas.

Esses sistemas e dispositivos são conectados, comunicando-se entre si e trocando dados e informações combinando dois fatores: a tomada de decisão autônoma e a capacidade de colaboração. A quantidade e qualidade desses dados e informações nesse contexto são contínuos, contextualizados e gerados a cada momento, graças a tecnologia da IoT, que passa a integrar uma nova geração de sistemas inteligentes dentro do ambiente industrial. Todo o impacto social, econômico e tecnológico produzido no ambiente industrial é definido como a quarta revolução industrial ou a Indústria 4.0.

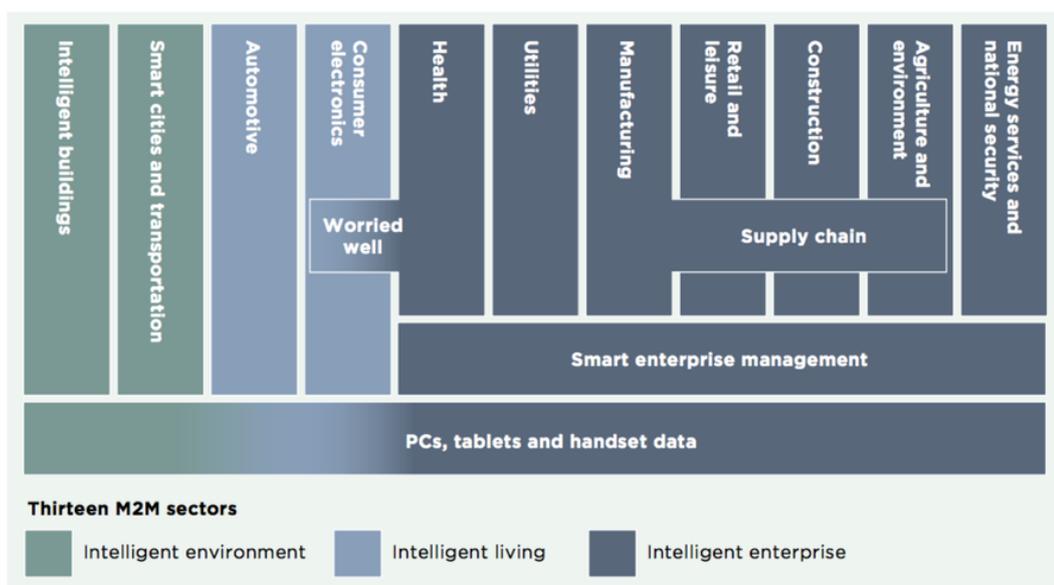
Nessas novas indústrias, os ativos físicos e os sistemas que os gerenciam e os tornam inteligentes criarão ecossistemas conectados, conhecidos como Sistemas Ciber-físicos (Cyber-Physical Systems, ou CPS), permitindo estabelecer uma conexão entre o mundo físico e o virtual (HE; JIN, 2016). A intersecção entre recursos físicos e habilidades computacionais é um dos pilares da indústria 4.0. Na prática, os CPS irão

permitir a coleta de dados, a comunicação entre sistemas e máquinas, o controle e a tomada de decisão autônoma das atividades de produção.

Dessa maneira, a forma das pessoas, máquinas e processos, na indústria 4.0, interagirem, seja com a tecnologia ou com os negócios, dentro da indústria está mudando. De acordo com (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016) a indústria 4.0, desenvolvida graças a comunicação entre pessoas, máquinas e recursos, é caracterizada pela mudança do paradigma de controle centralizado para o de processos descentralizados. O termo “IoT Industrial” é usado por organizações para descrever aplicações da tecnologia relacionadas a produção de bens e serviços.

Com o passar do tempo, a IoT vai possibilitar o surgimento e evolução de indústrias existentes que incorporam IoT em seus processos de produção, elas são as indústrias híbridas. Podemos citar como exemplo desta categoria industrial as que são especializadas em medicina digital, agricultura de precisão e fabricação inteligente.

Figura 2 – Categorias e setores da Indústria 4.0



GSM Association/2014

2.3 O futuro da Internet das Coisas

Para atingir o seu potencial total, e ser verdadeiramente uma rede de dispositivos inteligentes conectados, um dos maiores desafios a ser enfrentado é superar a fragmentação dos sistemas e arquiteturas, cada vez mais caminhando na direção de sistemas e plataformas abertas, que permitem a colaboração de outros colaboradores que desejam contribuir para o desenvolvimento daquela plataforma de forma ativa. Desenvolvendo ecossistemas inovadores e integrados indo muito além de dispositivos como smartphones, por exemplo. Dessa forma, agregando inteligência e contexto para

o mundo em que estamos inseridos.

Para os usuários finais, a IoT tem o potencial de entregar soluções que mudem de forma dramática a forma como as pessoas interagem com o mundo (ASSOCIATION, 2014), melhorando os aspectos como energia elétrica, educação, segurança, saúde e muitos outros elementos do dia a dia interagem para oferecer serviços otimizados. Para as organizações, a IoT, de forma intrínseca, pode melhorar a produtividade e a tomada de decisão nos diversos setores.

No report “The Internet of things: Mapping the value beyond the hype”⁴ (INSTITUTE, 2015) , são apresentadas diversas verticais, ou seja, segmentos de mercado, em que o impacto da IoT já é visível, como é apresentado na Tabela 1, e que já está sendo explorado atualmente como valioso para organizações e usuários finais.

Tabela 1 – Segmentos em que a IoT gera valor

Segmento	Descrição	Exemplos
Humano/ Pessoal	Dispositivos atrelados ao corpo humano	“Wearables” para o monitoramento da saúde, gerenciamento de doenças, melhora de produtividade e atividades físicas.
Habitação	Edifícios residenciais	Sistemas de segurança e de controle de habitação
Varejo	Espaços para o consumidor engajar nas atividades de comércio	Lojas, bancos, restaurantes, arenas - qualquer ambiente onde consumidores compram; ofertas dinâmicas, otimização de estoque.

⁴ O McKinsey Global Institute (<https://www.mckinsey.com/>) é responsável por liderar os esforços de compreender a economia global, através de pesquisas,

Segmento	Descrição	Exemplos
Escritórios	Espaços onde os colaboradores desenvolvem atividades de trabalho	Gerenciamento de energia e segurança, melhoria na produtividade
Fábricas/ Indústrias	Ambientes de produção padronizada	Locais com rotinas de trabalho repetitivas, como fazendas, hospitais; eficiência nas operações, otimização de uso de equipamentos e inventário.
Locais de obras	Ambientes de produção personalizados	Mineração, indústrias de petróleo e gás, construção; manutenção preventiva.
Veículos	Sistemas acoplados a veículos	Veículos como carros, caminhões, navios, trens e aeronaves; controle de tráfego, gerenciamento de recursos.
Ambientes externos	Além de ambientes urbanos	Rodovias, navegação (vôo) navegação conectada, veículos autônomos (fora de áreas urbanas)

McKinsey Global Institute Analysis

Este novo ecossistema, considerando os seus aspectos tecnológicos, econômicos e sociais, será resultante e impactado fortemente pelo crescimento em escala das ofertas e uso dos recursos de IoT. E está claro que isso será uma fonte de riscos e consequentes preocupações.

As questões associadas à privacidade e segurança do grande volume de dados que são gerados no contexto da IoT que estão associados aos mais diversos setores da economia, passam a atrair olhares de hackers e cibercriminosos com criatividade para tentar explorar eventuais fraquezas existentes para benefício próprio. Casos como o primeiro apagão de uma rede elétrica, realizado por hackers na Ucrânia, (VALLANCE, 2016) os hacks em carros inteligentes (WIRED, 2017) , são clássicos exemplos de vulnerabilidades existentes nesse contexto que podem ser extrapoladas para bens e serviços atingindo usuários finais em diversos níveis. Algumas destas preocupações com as vulnerabilidades são:

- De acordo com um estudo conduzido pelo iControl Networks⁵, o “State of the Smart Home”(NETWORKS, 2015), quase metade dos americanos têm receio de terem os seus dados pessoais e sensíveis roubados por falhas de segurança de aparelhos inteligentes instalados em casa e a quase totalidade (90%) dos entrevistados levam em consideração a segurança e privacidade da família ao pensar em comprar algum produto inteligente nos dias de hoje.
- A facilidade existente nos dias de hoje para hackear sistemas inteligentes. Pesquisadores foram capazes de quebrar a segurança de diversos produtos do mercado, sinal de que pessoas mal intencionadas podem fazer o mesmo e usar isso para invadir uma casa conectada, por exemplo;
- Apenas 10% das organizações que foram ouvidas para a produção do Relatório de Insights da AT&T⁶ (que conta com entrevistas para mais de 5.000 organizações) (INSIGHTS, 2016), se consideram confiantes na segurança de seus produtos, enquanto 85% delas pretendem ou já estão no processo de implementar ou produzir tecnologias IoT;
- Pensar em segurança para todo o ecossistema. Se importar e levar em consideração apenas o dispositivo em si pode implicar em deixar de lado as redes em que eles estão conectados e os softwares atrelados a eles; e
- O volume extraordinário e a qualidade e detalhes dos *data points* (unidades de dados) gerados implica em mais pontos de vulnerabilidade que se mostram atrativos potenciais para hackers revelarem dados sensíveis de milhões de pessoas e organizações.

Organizações e usuários finais precisam entender os riscos inerentes a este novo modelo tecnológico e se preparar para que os dados e o uso deles não saiam de controle, se tornando perigoso para todos. Novos instrumentos e modelos de negócio também irão aparecer, sendo eles baseados em dados e em seu valor bruto. Por exemplo, dados anonimizados de localização de usuários de aparelhos móveis (mobile) podem permitir que varejistas possam estimar com base em insights (informações que contribuem para um entendimento mais profundo) o fluxo de consumidores que estarão transitando nos shoppings. Estes varejistas estarão dispostos a pagar por esse volume de dados para melhorar a experiência dos seus clientes. Modelos inovadores de negócios estão se tornando mais proeminentes, como os negócios business to

⁵ A iControl Networks - hoje XFINITY (<https://partnerprogram.xfinity.com/>) oferece soluções para Smart Homes para o mercado.

⁶ A AT&T (<https://www.att.com/>) é uma companhia americana de telecomunicações. A AT&T provê serviços de telecomunicação de voz, vídeo, dados e Internet para empresas, particulares e agência governamentais.

business to consumer (B2B2C) (VERMESAN; FRIESS, 2014), que é uma abordagem de distribuição indireta. Nesse modelo, um provedor de serviços compra e monta uma solução IoT. Em seguida, ele revende esta solução para consumidores ou usuários empresariais. Este modelo de negócio vem ganhando força, pois esses modelos colocam organizações especializadas e que prestam serviços para operarem entre vendedores de tecnologia e os clientes finais. Esses prestadores de serviços trazem um conjunto único de habilidades para o mercado IoT.

Dessa forma, os modelos de negócios já não envolvem apenas uma empresa, mas, em vez disso, incluirão redes de empresas altamente dinâmicas e cadeias de valor completamente novas. (VERMESAN; FRIESS, 2014) Os dados serão gerados e transmitidos de forma autônoma por máquinas inteligentes.

As demandas que surgirão dos novos modelos de negócio adotados por essa nova indústria 4.0, irão trazer novos desafios para seu corpo de pessoal com novas capacidades e habilidades, para assumirem novos cargos e empregos. Alguns papéis serão familiares, mas exigirão maiores habilidades analíticas e habilidades no uso das tecnologias. À medida que as máquinas assumem tarefas de rotina, os trabalhos futuros também dependerão cada vez mais de certos atributos próprios aos seres humanos, como capacidade para resolução de problemas, formas complexas de comunicação e reconhecimento de padrões (FORUM, 2015) .

Dessa forma, a IoT está transformando a forma como as organizações criam valor para os clientes e como elas competem entre si. Para serem bem sucedidas, as empresas terão que ter uma estratégia clara sobre como elas querem participar de plataformas e ecossistemas na Indústria 4.0. Essas plataformas são a base para o desenvolvimento e a escala em potencial que a IoT pode atingir, já que são elas que irão permitir as conexões entre as “coisas” de forma simples e rápida (ANALYTICS, a). Plataformas para conectividade, hardware, protocolos de comunicação, *analytics*, além de muitas outras, compõem esse cada vez mais complexo ecossistema. Cada uma delas demandando mais e mais recursos para seu desenvolvimento.

Existem várias funções diretas e de suporte emergindo: platform owner, fornecedor de dados e assim por diante. Muitos fatores também influenciam essas escolhas, incluindo as posições de mercado existentes nas empresas, as capacidades de TI, a tolerância ao risco e as culturas internas. Como o mercado da Indústria 4.0 ainda está em sua fase inicial e evoluirá significativamente nos próximos anos, as organizações devem estar prontas para se adaptar em resposta às mudanças constantes (FORUM, 2015).

3 Habilidades essenciais para a Indústria 4.0

No final deste processo de transformação, ocasionado pela introdução da IoT, as indústrias bem-sucedidas se tornarão verdadeiras empresas digitais, que têm como proposta de valor principal, produtos físicos impulsionados por interfaces digitais e serviços inovadores baseados em dados. Nesse contexto, os usuários finais e fornecedores trabalharão de forma conjunta para construir e nutrir esse complexo ecossistema.

Nesse período, as organizações que melhor se organizarem, levando em consideração todo o ecossistema que vai sustentar, permitir o desenvolvimento e o sucesso não apenas de pequenos segmentos, mas da indústria como um todo terão mais vantagem competitiva se comparadas ao restante do mercado.

Esses desdobramentos irão mudar a forma como as indústrias e organizações funcionam individualmente e como elas se relacionam, além de transformar os mercados e países em que elas estão inseridas de forma muito mais orgânica (uma progressão considerada natural para o que se vê hoje) e veloz. Um ecossistema composto por organizações focadas em IoT com os seus stakeholders trabalhando em conjunto para produzir soluções inovadoras, tende a progredir em uma velocidade alta, podendo, por exemplo, permitir que cada organização se especialize em uma competência essencial para o todo, complementando as necessidades das indústrias, e se adaptando rapidamente às mudanças que ocorrem nos ambientes externos. (FORUM, 2015)

Quando fala-se em indústrias IoT e escalabilidade, as primeiras preocupações ficam a cargo dos avanços tecnológicos, gastos com inovação, segurança, entre outros. Porém, os Sistemas de Informação e as tecnologias que são os alicerces dessas novas indústrias, se apoiam sobre três importantes pilares: processos, tecnologia e pessoas. No âmbito da indústria 4.0, tecnologias irão permitir a inovação e o surgimento de novas soluções para as questões industriais, isso vai impactar as organizações e induzir uma mudança nos seus processos. Mas qual o impacto da IoT nos colaboradores? Que tipo de habilidades serão essenciais para os profissionais responsáveis por pesquisar, desenvolver e produzir as soluções de IoT pensando no usuário final?

3.1 Novas demandas e seus desafios

Uma pesquisa conduzida pelo World Economic Forum¹ (FORUM, 2015) mostrou que a adoção da IoT na indústria vem causando uma reestruturação dos cargos e

¹ World Economic Forum (<https://www.weforum.org/>) é uma organização sem fins lucrativos que debate as questões mais urgentes enfrentadas mundialmente, incluindo saúde e meio-ambiente. O Fórum produz vários relatórios de pesquisa e engaja seus membros em iniciativas setoriais específicas

das suas hierarquias podendo haver alterações nas subordinações deles ou em suas autonomias. A maioria dos entrevistados vê que o uso e substituição de maquinarias tradicionais por equipamentos inteligentes vai ocasionar uma mudança nas habilidades requeridas e nos empregos ofertados no futuro próximo.

Dando alguns passos atrás na revolução industrial que antecedeu a que vem se consolidando nos dias de hoje, nos anos 70 e 80, as indústrias estavam vivendo um momento completamente diferente do ponto de vista da natureza das atividades realizadas pelos trabalhadores. As indústrias de manufatura, de distribuição ou mesmo de transmissão energética necessitavam principalmente de um grande número das pessoas destinadas a ocupar cargos de nível operacional de produção. Foram eles que estabeleceram e consolidaram as indústrias como as conhecemos hoje. Os anos de experiência garantiram um nível de serviço que o usuário final já espera e conhece.

A introdução da tecnologia como fator modificador, criou novas expectativas e novas possibilidades, com a adição de novos dispositivos e de softwares e com a consequente captura de grande volume de dados. Toda essa complexidade que a IoT traz consigo, incorporando elementos e novas tecnologias, faz com que as mudanças na força de trabalho sejam cada vez mais profundas.

Essas mudanças vêm acontecendo nos diversos mercados, desde agricultura até manufatura, com sistemas e produtos inteligentes passando a realizar tarefas mais operacionais. Dessa forma, máquinas e sistemas, passam a ter autonomia para a realização de tarefas a um custo menor e com qualidade maior. Por outro lado, os colaboradores da indústria terão o seu foco dirigido para as atividades que trazem a tona o lado mais “humano” do trabalho, nas quais o seu papel principal passa a ser o de tomada de decisão estratégica, resolução de problemas de forma criativa e colaboração. (MARIO; TOBIAS; BORIS, 2015) O equilíbrio entre essas duas forças, humana e das máquinas, é o que fará a IoT se consolidar, impactando positivamente a experiência de trabalho dos colaboradores pela forma com a qual eles executam as suas atividades e pelo aumento de produtividade e de seu comportamento dinâmico.

3.2 As indústrias Híbridas

A transição de uma força de trabalho formada por colaboradores para uma composta por homens e máquinas ainda não é completamente compreendida, o que, em algumas situações, leva a interpretação de que essas disruptivas tecnologias vieram para competir com o trabalho desempenhado pelas pessoas. (MEHTA, 2017). Porém, nas sucessivas revoluções industriais ao longo da história, o que acontece é uma evolução do trabalho desempenhado, que resulta em produtos e serviços que naquele tempo não chegavam a ser imaginados. E nem poderiam se tornar realidade sem

a introdução de novos modelos de distribuição e organização do trabalho. Cargos e atribuições foram e continuarão sendo redefinidos, desaparecendo e, principalmente, aparecendo. Além disso, as habilidades desempenhadas e a forma com que elas são adquiridas, serão remodeladas, (FORUM, 2015) fruto das rápidas mudanças tecnológicas e da inovação desenfreada.

Com o passar do tempo, as indústrias de hoje darão lugar as denominadas Indústrias Híbridas, que incorporam os elementos tecnológicos trazidos pela IoT às organizações e indústrias tradicionais, como agricultura, saúde, manufatura, etc. Essas novas formas de estrutura industrial irão abrir portas para novos cargos e novos modelos de negócio, gerando dessa forma novos empregos. Os papéis ou funções associadas aos cargos irão ser incorporados as indústrias e a outros tipos de organizações, alguns similares aos que já existem hoje, outros, completamente novos, trazendo consigo novas dimensões para aquelas já consolidadas, já que o espaço para inovação é muito grande.

Dessa forma, os atributos que ainda são essencialmente humanos irão tomar a frente, capacidades analíticas, unidas a formas complexas de comunicação, colaboração, capacidade de adaptação rápida à situações adversas são apenas algumas delas.

Com um leque de oportunidades, as habilidades interdisciplinares passam a ter um peso e um potencial importante, já que para conseguir aproveitar e aplicar todo o potencial despertado pela IoT, colabores terão que sair da sua zona de conforto, indo além de seus domínios para conseguir acompanhar o que acontece. Um engenheiro eletricitista dos dias de hoje, por exemplo, precisa entender como a tecnologia digital vai influenciar no seu trabalho. Big data, conectividade, infraestrutura de sistemas, segurança da informação são alguns exemplos do que ele deve estar a par.

O mercado emergente anseia por novas e diferentes habilidades, para dar suporte a essas novas indústrias, além de revitalizar o mercado de trabalho. O Reino Unido já sente que o número de pessoas com habilidades para ocupar determinados postos de trabalho ainda está muito abaixo do que o esperado, até para as atividades consideradas consolidadas. De acordo com um estudo conduzido pela HSO² (HSO, 2016) , o crescimento industrial do Reino Unido está, cada vez mais, ameaçado pela falta de profissionais qualificados, forçando líderes a fazer recrutamentos fora de seus territórios. De acordo com eles, 73% das organizações que atuam no segmento de manufatura, encontra muita dificuldade em trazer trabalhadores qualificados para as atividades propostas.

Com a evolução das indústrias, e a introdução de tecnologias, o questionamento

² A HSO (<https://www.hso.com/>) é uma empresa composta por um time especializado em sistemas de gestão empresarial (ERP de Enterprise Resource Planning)

passou a ser: como o avanço da tecnologia pode ajudar a atrair novos talentos e revitalizar aqueles que já estão inseridos e confortáveis com suas funções no mercado?

3.3 Novos talentos e realocação de profissionais

Com o contínuo investimento, as indústrias passam a atrair as novas gerações de trabalhadores, os *millenials*, aqueles nascidos entre os anos 80 e 2000, que convivem e veem a tecnologia como parte essencial do seu dia a dia e do seu trabalho. De acordo com o Report (FEDERATION, 2016) do EEF³ (Engineering Employers' Federation), produzido com o foco em habilidades na indústria manufatureira, pessoas entre 18 e 24 anos não demonstravam interesse em seguir nessa carreira. Nesse caso, a tecnologia também tem o papel de ajudar a quebrar os preconceitos ainda hoje existentes, de que as indústrias pararam no tempo, refletindo filmes como Tempos Modernos. Quando, na prática, aplicações em escala para tendências, como as impressoras 3D, robótica, nanotecnologia, sensores e máquinas inteligentes, estão espalhados pelas indústrias. A medida que essa percepção é atualizada, um grande volume de trabalhadores começarão a levar em consideração mais aplicações específicas para esses mercados, mais inovação, o que vai manter o ecossistema saudável e competitivo.

E aqueles que já estão inseridos no mercado de trabalho também não irão escapar dessas mudanças. Com o aumento do volume de produção, fruto do trabalho automatizado de máquinas, a escala das organizações também irá crescer, a fim de atender as demandas. Com os ambientes de trabalho cada vez mais interconectados, flexíveis e complexos, novos requisitos e habilidades vão passar a ser fundamentais em todos os níveis das organizações e indústrias (SCIENCE, 2017).

Assim, aqueles trabalhadores que desempenhavam os papéis que já foram ou irão ser substituídos por robôs e máquinas inteligentes terão de se reinventar, visto que a execução de diversas tarefas e cargos não serão mais de responsabilidade dos homens. É de responsabilidade dos líderes e executivos das organizações envolvidas, serem transparentes com os seus colaboradores, desenvolvendo uma cultura onde os mesmos entendem seu papel no desenvolvimento dessas mudanças e em que eles podem contribuir com elas. Habilidades relacionadas a liderança e tomada de decisão terão cada vez mais peso para os colaboradores. Em um ambiente de constante mudança como o da indústria, aqueles que tomam iniciativa e procuram sair da sua zona de conforto são aqueles que irão fazer a diferença.

A preocupação dos CEOs, CTOs e CIOs e recrutadores é de encontrar ou requalificar profissionais para executar tudo o que foi cuidadosamente planejado. Definir, liderar e evangelizar os colaboradores para as mudanças e a visão de futuro dentro

³ EEF - Engineering Employers' Federation (<https://www.eef.org.uk/>) é o sindicato que representa os engenheiros da indústria.

das indústrias sem deixar pontas soltas é tarefa difícil, conseqüentemente crítica para o sucesso empresarial de longo prazo.

Além de criar estratégias para atrair e recrutar talentos e pessoal qualificado, as organizações, instituições educacionais e a própria sociedade, precisam buscar uma permanente preparação para a transição para o mundo conectado e digital, apresentando um novo modo de pensar no qual se está preparado para se relacionar com as máquinas, sistemas, modelos de dados e conectividade. Como apontado pelo World Economic Forum (FORUM, 2015) . É importante mostrar para a força de trabalho, que a tecnologia vem para dinamizar, aumentar a produtividade, e guiar o desenvolvimento de novos produtos e serviços, sendo uma ferramenta, um instrumento poderoso e inteligente, que nas mãos de pessoas capacitadas tem potencial para transformar as indústrias e a forma como pessoas e máquinas se interagem. Algumas organizações já estão investindo em parcerias externas, para dar suporte e foco no treinamento dos colaboradores. (PWC, 2016). Além de investir em fusões e aquisições como forma de trazer outra cultura e, obviamente, talentos com mais expertise.

3.4 Oportunidades e habilidades importantes

A indústria 4.0 e, conseqüentemente a IoT traz a tona uma perspectiva positiva de criação de empregos, cargos e, melhor ainda, eleva os padrões da qualidade do trabalho desempenhado. Isto influencia diretamente em questões intrínsecas aos colaboradores enquanto indivíduos, como produtividade e busca por conhecimento. Ao longo de todo o processo de confecção de novos produtos com o auxílio das novas tecnologias, desde pesquisa e desenvolvimento para a produção, inclusive de dispositivos como sensores, até a fase final de fabricação desses bens, o papel do homem muda e evolui, graças a forma com que ele interage com os sistemas de informação e com as máquinas. Essas mudanças se estendem ao fluxo da tomada de decisão, em níveis hierárquicos mais altos dentro das organizações, que passam a aproveitar os insights antes nunca imaginados.

As mudanças vão muito além de mercados isolados e posições ocupadas pelos colaboradores dentro de uma organização, e para a transformação surtir o efeito desejado, as indústrias e organizações no geral devem focar em dois fatores (PWC, 2016), cultura e pessoas; a primeira, com foco no digital vai permitir e abrir os olhos de todos aqueles que já estão no mercado de trabalho, promovendo a estes a visão da transformação de forma clara e os próximos passos a serem tomados. O foco na segunda, tem como preocupação mostrar o tipo de profissional que vai trazer consigo valores alinhados com as expectativas da indústria, estando este profissional fora do mercado ou organização, ou não. De acordo com a pesquisa do Digital IQ⁴ , foi

⁴ A DigitalIQ (<https://www.pwc.com/>) explora como as organizações dentro das indústrias vem gerando

apontado que mesmo que o avanço tecnológico por si só seja um fator importante para o crescimento da IoT (analytics e sensores, por exemplo) no final do dia, o sucesso ou fracasso deles está diretamente ligado a fatores humanos. É observando questões como essas que as indústrias do futuro serão construídas.

As habilidades (*skills*) consideradas chaves para o desenvolvimento da Indústria 4.0 tem foco nos seguintes pontos:

- Dados - captura, análise de grandes volumes, bem como, entender e explorar o valor deles (PWC, 2016);
- Gerenciamento de processos e pensamento interdisciplinar (RUSSIA, 2016);
- Liderança, comunicação, colaboração (RUSSIA, 2016); e
- Habilidades de TI interdisciplinar, ligadas a domínios específicos (O'HEIR, 2017).

Apresentando uma visão macro das habilidades que o profissional do futuro próximo precisa ter ou desenvolver em níveis que variam de acordo com os seus objetivos como parte de uma dada força de trabalho (SCIENCE, 2017). Baseando-se nesses pontos, categorias inteiramente novas de funções e cargos irão emergir nas mais diversas áreas.

As demandas por posições tradicionais de TI também irão crescer. Desenvolvimento de sistemas, softwares para os novos produtos conectados, implementação, manutenção e gestão de redes (e conectividade), segurança, dados, infraestruturas de TI, além de designers, especialistas na experiência de usuários (relacionado às interações humano-computador), gerentes de produto e de TI contribuindo para a larga escala dos novos produtos.

A lista de novos empregos de TI relacionados a IoT é grande e pode encher os olhos, mas a realidade, especialmente quando se abrange um contexto tão dinâmico, é que é difícil tentar olhar para o futuro que está além dos dois próximos anos e prever o que vai acontecer. Uma nova descoberta pode mudar os rumos de uma indústria por completo. Isso também é levado em consideração pelos tomadores de decisão, principalmente quando se fala em contratações em grande escala. Executivos e líderes ainda tem dificuldade em entender o valor e o retorno de investimentos em IoT e em seus colaboradores (CANONICAL, 2017).

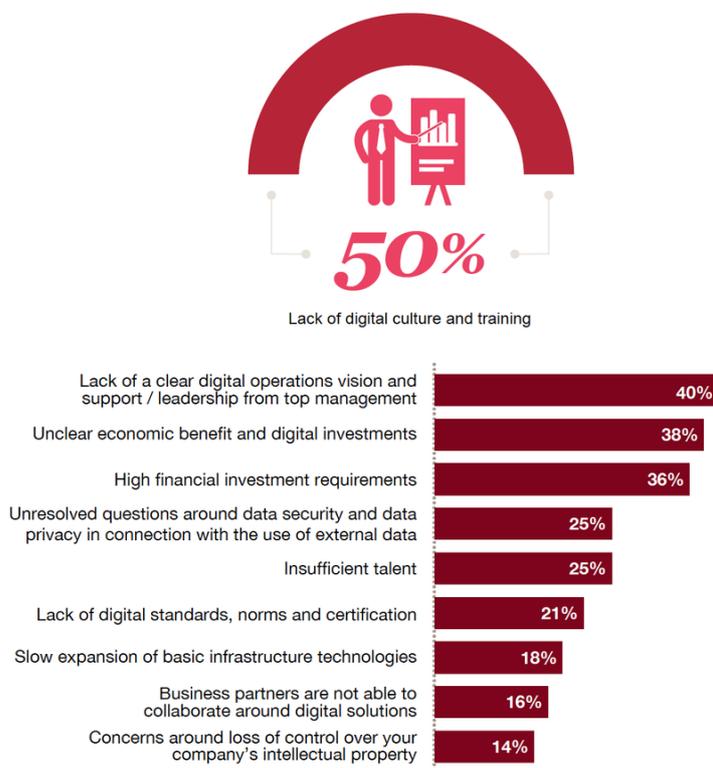
Os talentos e habilidades necessárias para ser considerado especialista no mercado vão desde desenvolvimento para computação em nuvem, análise e processa-

mento de dados, e principalmente desenvolvimento de softwares embarcados. Este último ainda está sendo difícil de se encontrar no mercado profissional.

A alemã Adidas, anunciou no início de 2017 (ECONOMIST,), a inauguração da Speedfactory na cidade alemã de Ansbach, que tem em como foco o uso de robôs para a produção de um modelo específico de tênis, atividade que ainda é predominantemente realizada por grande número de colaboradores dessa indústria em países como China e Vietnã. Além do custo inferior, essa empresa atenta para a velocidade de produção, já que esse modelo específico de tênis é feito por encomenda e até então era produzido de forma quase artesanal. Com robôs, o tempo de produção cai drasticamente.

Uns dos problemas enfrentados hoje é, se por um lado o avanço e desenvolvimento de sistemas avançados e tecnologia está acontecendo, por outro, os colaboradores ainda não tem conhecimento e acesso ao aprendizado de como operá-los e onde os mesmos passam a se encaixar nessas novas indústrias híbridas. As máquinas do futuro exigirão não só o conhecimento prático, mas também o conhecimento mais aprofundado de como programá-las. De forma que, os engenheiros do futuro devem ter um conhecimento que não seja apenas da sua área específica, mas também de áreas correlatas e além disso eles devem ter uma visão de como interagir com o mundo conectado trazido pela IoT. (GONZALEZ, 2017).

Figura 3 – Deficiência da cultura digital e treinamento são os maiores desafios que as empresas enfrentam

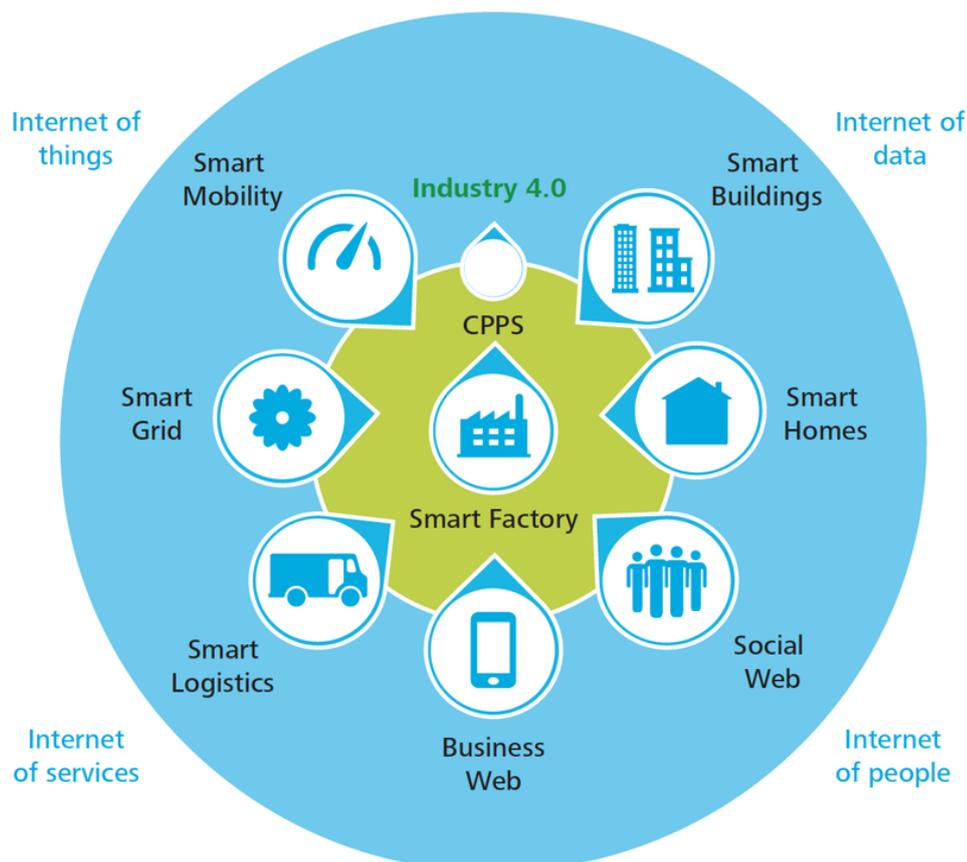


4 Áreas e funções de destaque para os colaboradores do futuro

Com a Indústria 4.0 em fase de desenvolvimento, está sendo reconhecido que os métodos tradicionais de produção, manufatura, pesquisa e desenvolvimento, além dos processos industriais, vem incluindo tecnologias modernas em seu dia a dia.

Entre as principais características da IoT, que estão causando grande impacto nos diversos setores das indústrias, encontra-se a capacidade de adaptação e a flexibilidade de se mesclar a diversas infraestruturas, como mobilidade, smart grid elétrica, logística, smart homes e muito mais. É provável que este seja o ponto de maior valor da IoT como instrumento de inovação, a cada dia, uma nova aplicação é alavancada e com isso, mais e mais áreas são tocadas pela inovação.

Figura 4 – O ecossistema da IoT no contexto da indústria 4.0



Deloitte/2015

Considerando que esses instrumentos de inovação representam tendências, a depender dos setores da indústria que ainda estão a se desenvolver, enquanto em outros, a transformação para a indústria 4.0 está a todo vapor. Economias como a dos EUA e da Alemanha, despontam como líderes nessa nova indústria, e tem a expectativa de realocar as produções de larga escala de volta a seus territórios. Isso significa que

para os colaboradores, mais oportunidades e áreas irão surgir com as novas e crescentes demandas.

Nesse contexto, o panorama atual e o que está sendo falado para o futuro das indústrias mostra que as áreas de atuação e as ocupações precisam de mudanças radicais para acompanhar as mudanças trazidas pela introdução das mais diversas tecnologias no dia a dia dos colaboradores.(MEHTA, 2017). Um olhar diferenciado será posto sobre a área de TI.

As áreas de atuação dentro do domínio de TI, que passam a ser as alavancas de expansão da IoT em seus diversos campos de atuação, terão como objetivo liderar a adoção e o crescimento da participação da IoT dentro das organizações, o que vai exigir dos indivíduos capacidades para realizar um processo de planejamento, design de arquiteturas, mapeamento e manutenção de recursos tecnológicos de IoT dentro dos domínios organizacionais internos pensando nos bens de consumo produzidos (HUNG, 2017).

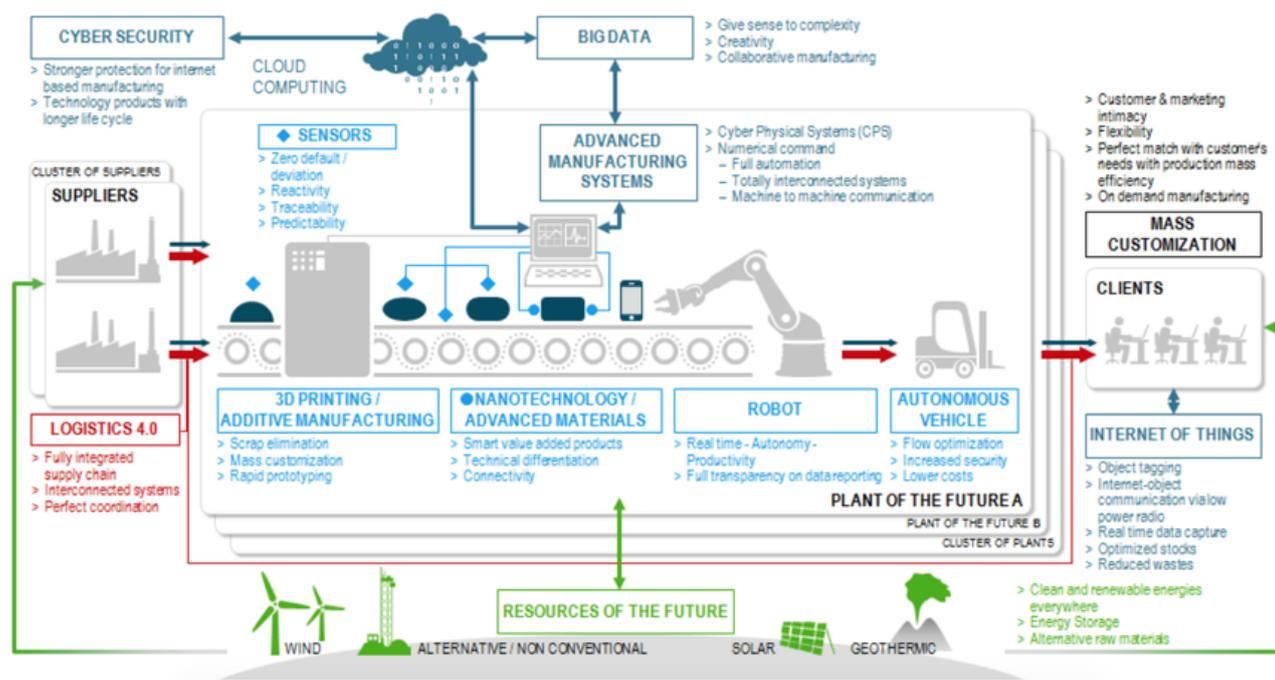
As seguintes áreas do domínio tecnológico já vem causando disruptões nas Indústrias (IOTIFY,), (MAGAZINE,):

- Big Data / Análise de dados (Data Analysis)
- Computação em nuvem (Cloud Computing)
- Redes e Conectividade (Connectivity and Networking)
- Sistemas embarcados (Embedded Systems)
- Inteligência de negócios (Business Intelligence)
- Design UX (UX Design)
- Aprendizado de máquinas e Inteligência artificial (Machine Learning & Artificial Intelligence)
- Segurança e Privacidade (Security and Privacy)
- Robótica (Robotics)
- Arquitetura de Sistemas(Systems Architecture)
- Arquitetura de Infraestrutura de IoT (IoT Infrastructure Architecture)

A integração dessas diversas áreas no setor da indústria 4.0 será responsável por mudanças e melhorias em toda a cadeia de produção industrial, tornando o processo de geração de dados e informações inerentes ao processo de produção. A cada

passo do processo de produção das indústrias híbridas, a tecnologia terá como papel contribuir para que os processos de produção se tornem cada vez mais inteligentes, velozes e com qualidade. A figura a seguir representa os pontos de contato entre as áreas da tecnologia e a linha de produção.

Figura 5 – Áreas de TI e as Indústrias 4.0



Roland Berger

É importante ressaltar que a pedra bruta nesse processo é o extraordinário volume de dados ao qual, até então não se tinha acesso. A coleta destes (nesse contexto realizada por sistemas embarcados), com a ajuda de uma infraestrutura composta por sensores, dispositivos e máquinas conectados entre si em tempo real e com os serviços que estão sendo oferecidos na computação em nuvem. Todos os elementos citados devem estar protegidos de ataques, dada a natureza de segurança que é exigida por esses processos. Partindo daí, os processos de análise, vão levar à tomada de decisão mais precisa, estruturada, evitando retrabalho e erros. Com esses dados em mãos, é possível mudar a forma que sistemas ciber-físicos (CPS - *Cyber Physical Systems* - um sistema composto por elementos computacionais com o intuito de controlar bens e produtos físicos) são projetados e mais especificamente, produzidos: robôs, nanotecnologia, Inteligência Artificial, impressão 3D e muitas outras disruptões atendem a essa demanda. Todos os processos que estão sendo embasados em produtos IoT possuem arquiteturas complexas que permitem a conexão e o funcionamento de tudo e dependem de outros sistemas e outros produtos. Para que os stakeholders do processo consigam entender e utilizar sistemas abstraído essa complexidade e tornando essa

experiência mais simples e transparente possível, será necessário ter pessoas dedicadas ao design de interfaces, sejam elas UX ou UI. As áreas da tecnologia conectam-se a produção passando a integrá-la. A partir do momento em que não há distinção entre essas duas áreas, podemos dizer que a tecnologia cumpriu seu papel.

Para extrair o máximo possível dos sistemas inteligentes e gerar valor ao gigantesco volume de dados, é necessária uma estrutura, arquitetura e infraestrutura (em diversos níveis) robusta (DAUGHERTY et al., 2015), assim, as plataformas para a IoT do ponto industrial são críticas. Produtos e serviços só serão realmente escaláveis se estiverem estruturadas em uma plataforma, com APIs projetadas para o compartilhamento de dados de forma flexível, simples e rápida. Se para cada novo produto ou sistema, uma infraestrutura de dados é construída, o propósito básico da IoT é perdido, e os sistemas voltam a ser engessados e o ecossistema fica estagnado. O propósito da plataformização, então, é permitir aos stakeholders operar, criar, analisar, controlar processos e conectar dados e sistemas de forma tão simples como um *plug'n'play*.

Quando se fala em IoT de forma genérica e do ponto de vista de áreas de atuação e evolução, as possibilidades tendem ao infinito, ao conter o escopo para IoT industrial, os domínios de atuação passam a seguir as tendências dos diversos mercados, dessa forma, as áreas consideradas tradicionais passam a sofrer influência da tecnologia. A linha entre as tradicionais áreas e a tecnologia passa a ser cada vez mais imperceptível e novas indústrias surgem e ganham espaço. Os seguintes setores industriais podem ser citados (SNIDERMAN; MAHTO; COTTELEER, 2016):

- Agritech;
- Nanomedicina;
- Smart Health
- Smart Architecture;
- Connected logistics;
- Industrial Analytics

Setores como esses irão fazer parte do dia a dia de colaboradores, líderes, executivos, gerentes e recrutadores de pessoal das organizações e a medida que a exploração de áreas e tecnologias habilitadoras como as mencionadas anteriormente continua, estas passaram a ser os *drivers* para novas formas de monetização e oportunidades de negócio.

Com as transformações das indústrias, as ocupações também irão seguir essa tendência, algumas se tornando redundantes, outras emergindo das novas necessidades de mercado e outras sofrendo mudanças de atribuições e requisitos e se

adaptando à nova realidade. Com fatores muito específicos rodeando cada indústria, segmentos diferentes fazem com que cargos aparentemente iguais tenham atribuições e responsabilidades completamente distintas de uma indústria para outra. Existe uma demanda que cresce vertiginosamente de colaboradores com expertise para ocupar cargos como os apresentados a seguir. Vale ressaltar que muitos desses cargos requerem especializações a depender do segmento industrial em que serão inseridos. O Data Science Center (CENTRAL, 2016) fez um levantamento de posições e papéis decorrentes da introdução da IoT baseados em dados mercadológicos, apresentado na Tabela 2. Em plataformas de emprego como LinkedIn já apresentam uma grande variedade de posições voltadas para IoT em diversas áreas de organizações:

Tabela 2 – Papéis e áreas na Indústria 4.0

Área	Papel
Dados e Aprendizagem de Máquina	Cientista de dados Industrial
	Cientista de Aprendizado de Máquina
	Cientista de dados para sensores IoT
Arquitetura de sistemas	Arquiteto de Sistemas Embarcados
	Arquiteto de Cloud
	Desenvolvedor de Plataformas
Engenharias	Engenheiro Industrial
	Engenheiro de Automação Elétrica
	Especialista em Robótica aplicada a engenharia
Desenvolvimento de negócio	Designer de Negócio para IoT
Conectividade	Programador para Redes (SDN)
	Engenheiro de redes para a Indústria
Liderança	Chief Internet of Things Officer (CIoTO)
Segurança	Analista de Ciber Segurança

Data Science Central - adaptado

Outros papéis que são bastante interessantes de se mencionar, também de acordo com o estudo do Data Science Central, estes ainda não se encaixam nas áreas

mais consolidadas mencionadas acima. É provável que estes papéis formulem novas áreas e novos papéis direta ou indiretamente no futuro.

- Técnico de impressão 3D
- Designer para realidade virtual
- Técnico de neuro implantes

Dentro dos principais domínios da IoT os níveis de cargos também variam bastante. Do ponto de vista de Dados, cargos com perfis variados: de perfis de liderança (Líder de Big Data), passando por engenheiros (Engenheiro de Data para sensores e IoT) e cientistas e pesquisadores (Cientistas de Dados). Com a grande quantidade de dados gerada pelos dispositivos IoT, a necessidade de ter uma análise detalhada é muito importante. Isso está fazendo com que os cientistas de dados passem a se especializar no com dados de sensores aplicando conceitos de otimização e análise nesse contexto.

Arquitetos de IoT também terão um papel protagonista, seu objetivo será de converter ideias em design e design em código. Englobando o mapeamento de necessidades de negócio, os transformando em requisitos e traçando os planos de execução do ponto de vista de implementação. A gama de cargos para esse domínio também é muito grande e incluem Arquiteto de Soluções IoT e Arquiteto de Cloud para IoT por exemplo (MAGAZINE,).

No final do dia, as discussões sobre o tema vão para posições bem polarizadas, uma centrada nos valores positivos, com um volume de novas oportunidades para os colaboradores, melhoria na qualidade de trabalho e produtividade; e a outra centrada na previsão de substituição do trabalho humano por máquinas em larga escala e desemprego. O destino e a concretização de uma dessas percepções vai depender das ações tomadas pelas organizações e stakeholders para desenvolver seus profissionais.

5 Desenvolvendo habilidades dentro das organizações

Ao longo dos anos, em todo o mundo, mudanças disruptivas ocorreram nas indústrias e conseqüentemente, em seus modelos de negócio, o que, por sua vez, afetou os requisitos das habilidades requeridas, os critérios de avaliação no processo de recrutamento e a qualidade dos empregos. Diversas pesquisas apontam novas tendências no recrutamento em vários setores, onde questões relacionadas a compensações de trabalho sob demanda e nível de produtividade são discutidas e alinhadas, o que reflete o aumento das expectativas em todo os segmentos da Indústria 4.0 tanto para candidatos quanto para os próprios recrutadores. As demandas de recrutamento vem sofrendo modificações em diferentes setores de IoT Industrial(MEHTA, 2017), como os de energia, saúde, finanças, entretenimento, tecnologia da informação, automotiva e muitas outras.

Toda indústria tem como objetivo projetar um sistema eficiente de gerenciamento de talentos e de recrutamento que se adapte as suas necessidades. Por exemplo, as montadoras de automóveis têm como objetivo desenvolver software e dispositivos para conectar automóveis e capturar dados para expandir a conectividade em dispositivos e bens de consumo, nesse caso, automóveis. No entanto, projetar tais softwares e dispositivos exigirá trazer mais profissionais qualificados para as organizações. As estratégias para atrair profissionais qualificados e para funções específicas vão desde criar ambientes de trabalho flexíveis, implementando a cultura da colaboração até incentivando acesso ao conhecimento e tem se provado eficaz no objetivo de otimização do desempenho da força de trabalho.

Este processo vai muito além de procurar e atrair possíveis candidatos e de trazer os melhores talentos(MEHTA, 2017). É necessário se envolver continuamente no processo de desenvolvimento dos profissionais, dando a oportunidade aos mesmos de ampliar as capacidades que lhes foram atribuídas inicialmente, contribuindo para o desenvolvimento das organizações de outras formas.

Para a indústria e seus executivos e os próprios governos e representantes setoriais, é importante ter em mente que a tecnologia está elevando constantemente os padrões para empregos e atividades desempenhadas pelos colaboradores (FORUM, 2015). Conseqüentemente, a necessidade de investir na orientação e nos caminhos a serem seguidos pelos trabalhadores é urgente. Isso implica em revisar e adaptar os sistemas, estratégias e abordagens educacionais atuais para melhor preparar as gerações mais novas e requalificar as mais antigas para o mercado de trabalho digital.

Treinamentos e certificações para a melhor qualificação dos trabalhadores devem estar cada vez mais integrados nos processos de negócios. Ações como as mencionadas darão suporte ao ambiente de trabalho marcado pela necessidade

de entrega de resultados consistentes de forma rápida. Esse treinamento também reduzirá o tempo de onboarding para novos funcionários que é o tempo para que os novos colaboradores adquiram as condições necessárias para se tornarem efetivos na organização. Uma pesquisa realizada pela Accenture (ACCENTURE, 2014) revelou que 79% das organizações já utilizam o aprendizado “no momento certo” (*just-in-time*) para desenvolver habilidades rapidamente. Por exemplo, um novo vendedor, pode usar um aplicativo com um assistente inteligente em seu primeiro dia. Durante o atendimento, o aplicativo pode dar informações relevantes para ele, através de tecnologias de reconhecimento de voz e de aprendizado de máquina (*machine learning*). Esta entrega de informações ajuda cliente e colaborador.

O uso de soluções inovadoras de ensino e aprendizagem pode oferecer novas maneiras de personalizar a forma como o conteúdo é ensinado, tornando os programas de treinamento cada vez mais eficazes e eficientes. É muito importante criar soluções de formação e desenvolvimento profissional que satisfaçam as necessidades específicas de cada indústria e função. Também é essencial garantir que o desenvolvimento de habilidades tenha como foco os processos das empresas, para permitir soluções flexíveis que possam ser implementadas rapidamente (SCIENCE, 2017), permitindo que as empresas tenham a liberdade de testar várias abordagens de ensino.

Novos serviços de consultoria de recursos humanos, soluções específicas para o desenvolvimento profissional continuado relacionado a produtos e mercados específicos podem oferecer ao segmento educacional novos modelos de negócio e agregar valor para as demandas de seus clientes.

Empresas como a Cisco, notória por suas certificações (que abrangem níveis que de entrada considerados fáceis, como a Cisco Certified Network Associate (CCNA), até o difícil de conquistar Cisco Certified Internetwork Expert (CCIE), vem atualizando seus programas (KERRAVALA, 2015) para atender as demandas emergentes. Para continuar alinhada com a evolução dos papéis da TI nas organizações, a CCIE passou por modificações estruturais (incluindo áreas como IoT, gerenciamento de redes, computação em nuvem, análise de dados e segurança). Com isso, será possível garantir que os trabalhadores atendam as necessidades de negócio emergentes, elevando o nível dos mesmos para mostrar que aqueles que possuem suas certificações são líderes nas áreas de atuação emergentes.

Os esforços de qualificação profissional para os empregos do futuro devem ir além do ambiente de trabalho. Instituições de ensino em seus diversos níveis devem contribuir para o desenvolvimento e a preparação dos jovens para o mercado de trabalho conectado e digital. Integrar instituições como universidades e indústrias é uma abordagem importante, mas os responsáveis pela aproximação devem continuar inovando nas formas de interação para aproveitar o máximo dessa relação e fazer a

diferença no futuro. Alguns cursos já oferecem experiências em conjunto com indústrias (SCIENCE, 2017), fazendo com que estudantes colaborem em projetos reais, despertando a curiosidade e as habilidades deles e apresentando os desafios de cada mercado, preparando assim, os futuros colaboradores. (O'HEIR, 2017).

A movimentação para gerenciar e habilitar um número cada vez maior de pessoas que estejam aptas para colaborar com o desenvolvimento da Indústria 4.0 já começou e deve seguir o ritmo de expansão das tecnologias e dos mercados a que elas estão atreladas. Os stakeholders devem estar atentos e acompanhando de perto o desenvolvimento das iniciativas de qualificação de pessoal, pois sem eles, as visões de negócio não poderão ser validadas, ou irão sofrer atrasos até conseguirem ter o retorno esperado. É bom lembrar que atrasos significam tempo perdido e conseqüentemente uma perda de competitividade no mercado.

6 Conclusão e trabalhos futuros

Este trabalho visou apresentar como o desenvolvimento da Internet das Coisas e a subsequente integração com as indústrias impactaram o aspecto humano dessas organizações. Seu papel de agente transformador irá afetar as diversas áreas, apresentando novas oportunidades de negócio e novas fontes de lucro. Para isso, tanto os colaboradores que já estão ativos quanto os novos talentos em processo de formação, devem entender a visão de futuro das empresas e seu papel no novo mercado conectado e digital.

O desenrolar da IoT também possibilitará a melhoria nas informações acerca da tomada de decisão, melhorando operações e produtividade. Para manter todo esse ecossistema em expansão, será necessário que os colaboradores desenvolvam novas habilidades e aptidões, para contribuir no desenvolvimento de novos produtos e serviços focados nos usuários finais e nas aplicações das novas tecnologias.

Diante da crescente demanda, novos postos de trabalho, denominações de cargos e hierarquias das mais variadas nos diversos níveis organizacionais estão emergindo. Seja em ocupações operacionais, de pesquisa e desenvolvimento, ou nos altos cargos, a IoT mostra a necessidade de profissionais cada vez mais complexos, com habilidades multidisciplinares e de comunicação e cooperação apuradas, além de entendimento relacionado a tecnologia da informação, robótica, Machine Learning e estatística, por exemplo. Os profissionais do futuro, precisarão ter habilidades específicas, além de ter uma visão holística da organização e do mercado em que está inserido.

Para ajudar a construir e disseminar o entendimento sobre as novas demandas de pessoal para o mercado, organizações, governos e instituições de ensino precisam investir em treinamentos, certificações desde cedo, preparar as novas gerações a fim de fazer a transição para o mercado diretamente influenciado pelo digital da forma mais orgânica possível.

Como trabalhos futuros, vislumbra-se realizar pesquisas voltadas ao impacto social da IoT, com olhar mais aprofundado, visto que as mudanças vão muito além do trabalho que os colaboradores desempenham, e se estende até a questões como: as salariais, de nível de escolaridade, acesso a universidades, incentivo, entre outros fatores sociais.

Referências

- ACCENTURE. Workforce of the Future project. 2014.
- ANALYTICS, I. *5 Things Know About IoT Platform*. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/5-things-know-about-iot-platform/>>. Acesso em: 18/12/2017.
- ANALYTICS, I. *The top 10 IoT application areas – based on real IoT projects*. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/>>. Acesso em: 08/09/2017.
- APPLE Computer Inc. History. 2017. Disponível em: <<http://www.fundinguniverse.com/company-histories/apple-computer-inc-history/>>. Acesso em: 13/11/2017.
- ASHTON, K. *Beginning the Internet of Things*. 2016. Disponível em: <https://medium.com/@kevin_ashton/beginning-the-internet-of-things-6d5ab6178801>. Acesso em: 17/09/2017.
- ASSOCIATION, G. Understanding the Internet of Things (IoT). 2014.
- BOOLE, G. The Calculus of Logic. *Cambridge and Dublin Mathematical Journal*, III, 1848.
- CANONICAL. Defining IoT Business Models. 2017.
- CENTRAL, D. S. *Internet of Things (IoT) Employers, Job Titles & Locations*. 2016. Disponível em: <<https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/internet-of-things-iot-employers-job-titles-locations>>. Acesso em: 22/11/2017.
- COLLIER, B. The Little Engines That Could've: The Calculating Machines of Charles Babbage. 1970.
- DAUGHERTY, P. et al. Driving Unconventional Growth through the Industrial Internet of Things. 2015.
- ECONOMIST, T. *Adidas's high-tech factory brings production back to Germany*. Disponível em: <<https://www.economist.com/news/business/21714394-making-trainers-robots-and-3d-printers-adidass-high-tech-factory-brings-production-back>>. Acesso em: 20/10/2017.
- FEDERATION, E. E. An up-skill battle. 2016.
- FIERHELLER, G. A. Do Not Fold, Spindle or Mutilate: The hole story of punched cards. 2006.
- FORUM, W. E. Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services. 2015.
- GILLIES, J.; CAILLIAU, R. *How the Web was Born: The Story of the World Wide Web*. [S.l.: s.n.], 2000.
- GONZALEZ, C. Battle of the Skills Gap: The Present vs. the Future. 2017.
- HE, K.; JIN, M. Cyber-Physical System for maintenance in industry 4.0. 2016.

- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2016.
- HSO. How can companies overcome the manufacturing skills gap? 2016.
- HUNG, M. Leading the IoT. 2017.
- IFRAH, G. *The Universal History of Computing: From the Abacus to the Quantum Computer*. [S.l.: s.n.], 2002.
- INSIGHTS, C. IoT evolution: Security trails deployment. 2016.
- INSTITUTE, M. G. The internet of things: Mapping the value beyond the hype. 2015.
- IOTIFY. *The top must have skills for an IoT developer*. Disponível em: <<https://iotify.io/top-10-iot-skillsets-for-developer/>>. Acesso em: 14/11/2017.
- KERRAVALA, Z. Cisco updates CCIE, CCNA certifications: What you need to know. *Network World*, 2015.
- KNUTH, D. E. ALGORITHMS IN MODERN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE. 1980.
- MAGAZINE, I. I. *10 emerging job roles*. Disponível em: <<http://iotindiamag.com/2016/12/10-emerging-job-roles-iot/>>.
- MARIO, H.; TOBIAS, P.; BORIS, O. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. S t. Gallen, Lukasstr, n. 01, p. 15 –, 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>.
- MCCARTNEY, S. ENIAC: The Triumphs and Tragedies of the World's First Computer. 1999.
- MEHTA, Y. How to overcome recruitment demands in Industrial Internet of Things sector. *Network World*, 2017.
- MEULEN, R. van der. *Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016*. 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>>. Acesso em: 08/09/2017.
- MUSEUM, C. H. *Timeline of Computer History*. 2017. Disponível em: <<http://www.computerhistory.org/timeline/1956/>>. Acesso em: 13/11/2017.
- NETWORKS iControl. State of the Smart Home Report. 2015.
- O'HEIR, J. Industry needs engineers with the skills to build the Internet of Things. 2017.
- PWC. Industry 4.0: Building the digital enterprise. *2016 Global Industry 4.0 Survey*, 2016.
- RESEARCH, M. *GLOBAL INTERNET OF THINGS MARKET TO GROW TO 27 BILLION DEVICES, GENERATING USD3 TRILLION REVENUE IN 2025*. 2016. Disponível em: <<https://machinaresearch.com/news/press-release-global-internet-of-things-market-to-grow-to-27-billion-devices-generating-usd3-trillion-revenue-in-2025/>>. Acesso em: 12/11/2017.

ROJAS, R. The Zuse Computers. *The Bulletin of the Computer Conservation Society*, 2011.

RUSSIA, W. S. Skills for Industry 4.0. 2016.

SCIENCE, G. A. of. Skills for Industrie 4.0. 2017.

SNIDERMAN, B.; MAHTO, M.; COTTELEER, M. J. Industry 4.0 and manufacturing ecosystems. 2016.

SUGDEN, K. F. History of the abacus. *Academy of Accounting Historians*, 1981. Disponível em: <<https://www.ee.ryerson.ca/~elf/abacus/history.html>>. Acesso em: 12/11/2017.

SWAINE, M.; FREIBERGER, P. Fire in the Valley: The Making of the Personal Computer. 2000.

UNIVERSITY, C. *The IBM Automatic Sequence Controlled Calculator*. 2004. Disponível em: <<http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/mark1.html>>. Acesso em: 12/11/2017.

VALLANCE, C. *Ukraine power 'hack attacks' explained*. 2016. Disponível em: <<http://www.bbc.com/news/av/technology-35686498/ukraine-power-hack-attacks-explained>>. Acesso em: 10/09/2017.

VERMESAN, O.; FRIESS, P. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems.

VERMESAN, O.; FRIESS, P. Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment. 2014.

WIRED. *ANDROID PHONE HACKS COULD UNLOCK MILLIONS OF CARS*. 2017. Disponível em: <<https://www.wired.com/2017/02/hacked-android-phones-unlock-millions-cars/>>. Acesso em: 14/11/2017.

YADAV, M. M. B. Ancient Indian Leaps into Mathematics. 2011.