

HUMANO +

Reinventando o Trabalho na Era da IA

MÁQUINA

PAUL R. DAUGHERTY
H. JAMES WILSON



ALTA BOOKS
EDITORA
Rio de Janeiro, 2019

SUMÁRIO

Agradecimentos	1
Sobre os autores	5
Prefácio à Edição Brasileira	9
Introdução	13

PARTE 1

IMAGINANDO UM FUTURO DE HUMANOS + MÁQUINAS... HOJE

1. O Chão de Fábrica “Autoconsciente”	31
<i>A IA na Produção, Cadeia de Suprimentos e Distribuição</i>	
2. Contabilidade para Robôs	59
<i>IA em Funções Corporativas</i>	
3. A Máquina de Inovação Definitiva	83
<i>IA em P&D e Inovação de Negócios</i>	
4. Diga Olá para Seus Novos Bots de Front Office	101
<i>IA em Atendimento ao Cliente, Vendas e Marketing</i>	

PARTE 2

O MEIO-CAMPO AUSENTE

Reinventando Processos com IA

5. “Ensinando” Corretamente Seus Algoritmos	129
<i>Três Papéis que os Humanos Desempenham no Desenvolvimento e na Implementação de IA Responsável</i>	
6. Super-resultados de Pessoas Comuns	151
<i>Três Maneiras de a IA Desencadear Novos Níveis de Produtividade</i>	
7. O Guia do Líder para Reinvenção do Processo	169
<i>Cinco Passos para Começar</i>	
8. Estendendo a Colaboração Humano + Máquina	199
<i>Oito Novas Habilidades de Fusão para um Ambiente de Trabalho de IA</i>	
Conclusão	225
Epílogo	233
Notas	235
Índice	251

PARTE 1

Imaginando um Futuro de Humanos + Máquinas... Hoje

1

O Chão de Fábrica “Autoconsciente”

A IA na Produção, Cadeia de Suprimentos e Distribuição

Durante séculos, as fábricas foram o paradigma da automação. E as pessoas que trabalhavam em fábricas, como resultado, frequentemente eram medidas pelos padrões das máquinas. Portanto, não é surpresa que a relação entre pessoas e máquinas na indústria tenha sido tensa, com trabalhadores humanos se sentindo sempre em desvantagem. Há muitas razões para esse sentimento. Desde 2000, os Estados Unidos perderam cinco milhões de empregos na indústria, aproximadamente metade disso por meio de ganhos de eficiência e automação.¹

Mas as coisas não são tão claras quanto parecem. Como discutimos anteriormente, a segunda onda de transformação de negócios se concentrou toda na *automação dos processos existentes*. Foi nessa época que muitos humanos foram substituídos por máquinas. Em contrapartida, a terceira onda conta com processos *adaptativos* que são reinventados a partir do zero, e o objetivo aqui é unir humanos + máquinas. Nesta era atual, graças à IA, as fábricas estão adquirindo um pouco mais de

humanidade: os empregos nas linhas de produção, por exemplo, mudaram de natureza e estão aumentando em número. E não é apenas na manufatura. A IA está aumentando o valor de engenheiros e gerentes. O surgimento da IA também está criando novos papéis e novas oportunidades para as pessoas ao longo de toda a cadeia de valor industrial.

Nesta era de reinvenção do processo usando a IA, a grande ironia é que alguns dos ambientes mais automatizados — fábricas e outros ambientes industriais — estão experimentando um renascimento do trabalho humano. Do operário de linha de montagem e especialista em manutenção ao engenheiro de robôs e gerente de operações, a IA está recriando o conceito de trabalho em um ambiente industrial. Em muitos casos, a IA está liberando tempo, criatividade e capital humano, essencialmente permitindo que as pessoas trabalhem mais como humanos e menos como robôs. Uma implicação da possibilidade de se trabalhar de forma diferente e melhor com a ajuda da IA é o ganho de eficiência e a economia de dinheiro das empresas. Mas, talvez o mais importante, em longo prazo, seja que as empresas também estão começando a repensar seus processos de negócio. E, à medida que o fazem, descobrem a necessidade de novos tipos de empregos e de novas maneiras de fazer negócios, que é nosso foco na segunda parte deste livro.

Mas não vamos nos precipitar, essa é uma jornada complexa. (Para um pouco de perspectiva histórica, veja o box “Uma Breve História da IA”, no final deste capítulo.) Antes de reescrever processos de negócio, descrições de cargos e modelos de negócios, precisamos responder a essas perguntas: quais tarefas os humanos fazem melhor e o que as máquinas fazem melhor? Há tarefas e trabalhos que continuarão a ser transferidos para os robôs com base em suas vantagens comparativas em lidar com repetição e sua potência de processamento de dados. Mas, como veremos, a transferência de empregos não é apenas um caminho. Neste capítulo, pesquisamos várias empresas que abordaram a problemática homem-máquina para manufatura, manutenção, armazéns e agricul-

tura. Essas pioneiras colocaram as pessoas e as máquinas aprimoradas por IA em ação nos papéis para os quais elas são mais adequadas e estão colhendo os benefícios.

O Braço que Aprende

O terceiro turno, em uma fábrica de Tóquio, é a hora do show para uma classe emergente de braços robóticos que podem aprender novos truques durante a noite. Junto a uma câmera e um software de aprendizado de máquina, esses apêndices articulados e giratórios podem, por conta própria, descobrir as maneiras mais eficientes de pegar peças e colocá-las em outro lugar. Nenhuma programação explícita adicional é necessária.²

Braços robóticos são usados em fábricas para aplicar cola quente em widgets, para instalar para-brisas e para suavizar bordas de metal irregulares, entre outras tarefas. Mas, tradicionalmente, os engenheiros os pré-programavam. Então, quando a função dos robôs muda, os engenheiros precisam reprogramá-los. Em contraste, os novos braços robóticos, desenvolvidos pela FANUC em parceria com a fabricante de software Preferred Networks (ambas sediadas no Japão), adaptam-se por conta própria. Eles fazem isso com uma técnica de IA chamada de aprendizado profundo por reforço, em que o robô recebe uma imagem do resultado bem-sucedido e, em seguida, usa o método de tentativa e erro para descobrir sua própria solução.

De acordo com Shohei Hido, diretor de pesquisa da Preferred Networks, os braços levam oito horas para se tornar pelo menos 90% precisos para esse tipo de tarefa. Isso é praticamente o mesmo tempo e precisão que a programação de um especialista; mas, como o braço agora é autodidata, o especialista humano está livre para realizar outras tarefas mais complexas, especialmente aquelas que exigem julgamento humano.

Além disso, quando um robô aprende uma tarefa, ele pode compartilhar seu conhecimento com outros robôs da rede. Isso significa que oito braços trabalhando juntos por uma hora podem aprender tanto quanto um trabalhando em um problema por oito horas. Hido, que chama a esse processo de “aprendizagem distribuída”, diz: “Você pode imaginar centenas de robôs de fábrica compartilhando informações.”³

Agora, imagine pessoas trabalhando ao lado desses robôs. Os braços mecânicos são ótimos para tarefas altamente repetitivas e trabalhos pesados, mas em qualquer fábrica sempre haverá um subconjunto de tarefas que são complexas demais para serem entregues a um robô — tarefas como posicionar vários pequenos fios ou manusear objetos desajeitados ou dinâmicos. Um humano ainda é necessário no ciclo.

Então, como braços robóticos e humanos trabalham juntos? Historicamente, não tão bem. Os robôs, com seus movimentos rápidos e decisivos, têm sido úteis e eficientes, mas também perigosos para as pessoas. Eles costumam ser isolados atrás de barreiras de proteção. Mas essa segregação padrão está começando a mudar. Robôs colaborativos de empresas como a Rethink Robotics, fundada pelo pioneiro da robótica e de IA, Rodney Brooks, vêm equipados com sensores que lhes permitem reconhecer uma variedade de objetos e evitar bater nas pessoas. Quando os robôs não são tão desajeitados, podem funcionar bem com as pessoas. As fábricas que usam os produtos da Rethink Robotics geralmente dividem o trabalho entre o robô e o humano, trabalhando lado a lado, executando tarefas que melhor se adaptam às suas habilidades. (Para mais exemplos de IA incorporada, veja o box “IA na Fábrica”).

IA na Fábrica

Por um século, o “chão de fábrica” está na vanguarda da automação robótica. De esteiras de transporte a braços robóticos e sistemas de operações gerenciados por IA, a fábrica está ficando cada vez mais inteligente.

- A Hitachi está usando a inteligência artificial para analisar big data e rotinas de trabalho para informar seus robôs, os quais fornecem instruções aos funcionários para atender à demanda flutuante em tempo real e aos objetivos *kaizen* no local. Em um piloto, a empresa observou uma melhoria de produtividade de 8% nas tarefas de logística.^a
- Na Siemens, exércitos de robôs 3-D parecidos com aranhas usam IA para se comunicar e colaborar para construir coisas no laboratório da empresa em Princeton, Nova Jersey. Cada robô está equipado com sensores de visão e scanners a laser. Em conjunto, eles unem forças para fabricar em movimento.^b
- Na Inertia Switch, a inteligência robótica e a fusão de sensores permitem a colaboração entre robôs e humanos. A empresa de manufatura usa os robôs da Universal Robotics, que podem tanto aprender tarefas em movimento quanto se mover de forma flexível entre as tarefas, tornando-os ajudantes úteis para os humanos no chão de fábrica.^c

a. Dave Gershgorn, “Hitachi Hires Artificially Intelligent Bosses for Their Warehouses”, Popular Science, 8 de setembro de 2015, www.popsci.com/hitachi-hires-artificial-intelligence-bosses-for-their-warehouses.

b. Mike Murphy, “Siemens is building a swarm of robot spiders to 3D-print objects together”, Quartz, 29 de abril de 2016, <https://qz.com/672708/siemens-is-building-a-swarm-of-robot-spiders-to-3d-print-objects-together/>.

c. Robotiq, “Inertia Switch Case Study – Robotiq 2-Finger Adaptive Gripper – ROBOTIQ”, YouTube video, 1min32, postado em 28 de julho de 2014, <https://www.youtube.com/watch?v=i-JftrfiGyf>.

Robôs Mais Gentis

Durante o segundo “inverno” da IA, Rodney Brooks desafiou uma das ideias fundamentais que havia impulsionado pesquisas anteriores sobre IA — a dependência de símbolos predeterminados e as relações entre eles para ajudar os computadores a “entender” o mundo. (Veja o box “Os Dois Invernos da IA”.) Ele defendia uma abordagem muito mais robusta: em vez de catalogar o mundo com antecedência e representá-lo com símbolos, por que não o pesquisar com sensores? “O mundo é o seu melhor modelo”, escreveu em um famoso artigo de 1990, chamado de “Elephants Don't Play Chess” [Elefantes Não Jogam Xadrez, em tradução livre]. (Brooks mais tarde viria a fundar a iRobot, fabricante do aspirador robótico Roomba, bem como a Rethink Robotics. Até o momento, a iRobot implantou a maior frota de robôs autônomos do mundo: entre 2002 e 2013, mais de 10 milhões de unidades foram vendidas.⁴)

Agora, a filosofia de IA de Brooks está bem viva tanto na pesquisa quanto na indústria. A Rethink Robotics, em particular, demonstra o poder de um braço equipado com sensores incorporados e algoritmos para controle de movimento que permitem que ele “sinta” o seu caminho e se adapte. O braço possui atuadores elásticos e juntas reversíveis, o que significa que ele pode se flexionar com um impacto para absorver energia. Consequentemente, mesmo que ele bata em alguma coisa ou alguém, não teria o impacto de um braço robótico tradicional.

O que é possível quando os braços robóticos podem aprender sozinhos, como acontece com os produtos da FANUC? Ou quando um braço opera de maneira mais gentil, como nos produtos da Rethink?

Os Dois Invernos da IA

O caminho para a colaboração homem-máquina — um marco da terceira onda de melhoria de processos — estava longe de ser tranquilo. Inicialmente, a IA foi recebida com considerável entusiasmo, mas logo depois vieram resultados que não corresponderam ao entusiasmo inicial, e, depois, mais progresso, levando a uma segunda onda de empolgação e, então, à decepção. Esses períodos de inatividade ficaram conhecidos como os dois “invernos” da IA.

A área da IA começou nos anos 1950, e, durante as décadas que se seguiram, qualquer progresso na pesquisa só foi possível aos trancos e barrancos. Na década de 1970, o financiamento havia se dissipado tanto que a época ficou conhecida como o primeiro inverno da IA. Então, durante alguns anos na década de 1980, alguns pesquisadores progrediram nos chamados sistemas especialistas — sistemas de computador carregados com códigos que permitiam a uma máquina executar um tipo de raciocínio rudimentar usando regras “se-então”, em vez de seguir um algoritmo estrito e predeterminado. A revolução dos computadores, no entanto, estava em andamento e a atenção foi desviada para os computadores pessoais à medida que se tornavam cada vez mais acessíveis e práticos para a pessoa comum. Mais uma vez, o dinheiro para a IA secou, e chegou o segundo inverno da IA. Somente na década de 2000 que a IA começou a atrair grandes investimentos novamente.

Na linha de montagem, os trabalhadores podem colaborar com um braço robótico sensível. Digamos que um trabalhador esteja montando um carro e precise colocar um painel interno em uma de suas portas. O robô pode levantar o painel e posicioná-lo no lugar, enquanto o trabalhador executa ajustes finos sem medo de que uma máquina desajeitada acerte sua cabeça. A IA ajuda tanto os robôs quanto as pessoas a exercitarem seus pontos fortes, e, no processo, a linha de montagem muda de forma.

Uma maneira como as linhas de montagem podem ser reconfiguradas é através da própria IA. Engenheiros do Instituto Fraunhofer de Fluxo de Materiais e Logística (IML)* vêm testando sensores incorporados para criar linhas de montagem adaptáveis em fábricas de automóveis. Essencialmente, a própria linha pode modificar as etapas de seu processo para atender às demandas de vários recursos e complementos para carros altamente personalizáveis. Assim, em vez de engenheiros projetarem uma linha de montagem para fazer um tipo de carro de cada vez, essas linhas podem se adaptar conforme necessário. Além disso, segundo Andreas Nettsträter, que coordena as iniciativas estratégicas do IML: “Se uma estação falha ou quebra, as outras também poderiam fazer o que deveria ter sido feito nesta estação de montagem.”⁵

Isso significa que os funcionários da linha de montagem estão realizando tarefas menos robóticas (deixando essas tarefas para os robôs) e com mais nuances, enquanto os engenheiros de processo não precisam reconfigurar a linha toda vez que há uma alteração na demanda ou que uma máquina quebra. Eles podem gastar seu tempo trabalhando em tarefas mais criativas para obter mais eficiência, por exemplo.

* Em alemão, IML: Institut für Materialfluss und Logistik.

Siga os Dados

O que começa com braços robóticos inteligentes pode se estender a toda uma linha de produção e além: os processos habilitados por IA, em todos os ambientes manufatureiros e industriais, estão liberando o potencial humano em diversos contextos. O trabalho de manutenção, por exemplo, foi sempre auxiliado pela IA. Sistemas sofisticados de IA preveem quebras de máquinas *antes* que ocorram, o que significa que os trabalhadores de manutenção podem gastar menos tempo executando verificações e diagnósticos de rotina e mais tempo consertando os ativos de uma empresa. (Para outras aplicações, consulte os boxes “IA para Integração Mais Rápida das Máquinas” e “IA no Campo — Veículos Não Tripulados”.)

A General Electric, por exemplo, acompanha seus produtos usando seu sistema habilitado para IA, chamado de Predix. O sistema conta com um conceito de “gêmeo digital”, no qual todos os ativos de uma fábrica — do parafuso à correia transportadora e à lâmina de turbina — são monitorados e modelados em um computador. O Predix coleta e gerencia muitos dados e pode ser usado para reinventar os processos de negócio de três maneiras fundamentais:

- *Reinventando a manutenção.* A GE mantém estatísticas do ponto de instalação de um grande número de clientes e usa a tecnologia de aprendizado de máquina para prever quando determinadas peças podem falhar com base em suas condições atuais. Anteriormente, os profissionais de manutenção tinham um cronograma fixo para checar ou substituir certas peças — algo como trocar as velas de ignição de um carro a cada 75 mil milhas; checagens e substituições agora podem acontecer conforme a necessidade. A previsão aprimorada por IA economiza tempo e dinheiro, e tem o potencial de manter os funcionários de manutenção mais envolvidos em seus trabalhos.⁶

IA para Integração Mais Rápida das Máquinas

A Sight Machine, uma startup de São Francisco, usa a análise de aprendizado de máquina para permitir que seus clientes reduzam o tempo de paralisação ao adicionar novas máquinas na linha de produção. Em um caso, a tecnologia conseguiu reduzir em 50% o tempo de inatividade de um cliente, geralmente inerente à quebra de novos sistemas robóticos. Além disso, o ganho líquido foi um aumento de 25% no desempenho quando todos os ativos estavam em funcionamento. E a tecnologia não apenas ajuda a melhorar a eficiência da fábrica, mas também permite que engenheiros e funcionários de manutenção passem mais tempo lidando com outras tarefas de maior valor.^a

a. "Jump Capital, GE Ventures, and Two Roads Join \$13.5 Million Series B Investment in Sight Machine", Sight Machine, 22 de março de 2016, <http://sightmachine.com/resources/analytix-news-and-press/jump-capital-ge-ventures-and-two-roads-join-13-5-million-series-b-investment-in-sight-machine/>.

- *Reinventando o desenvolvimento de produtos.* Mais dados levam a um melhor P&D. A GE agora conecta sensores às partes mais quentes das turbinas para monitorar as mudanças físicas. Os sensores queimam em temperaturas operacionais; mas, até que isso aconteça, os dados durante a transição da turbina de fria para quente foram coletados. Essas informações ajudam os engenheiros a entenderem melhor a termodinâmica dos materiais usados nas turbinas e, potencialmente, a melhorarem as condições de operação desses produtos. Engenheiros, graças à IA, agora têm mais dados do que nunca para entender as operações de seus sistemas.⁷

- *Reinventando operações.* Os dados de campo coletados também permitem que a GE construa gêmeos digitais dos produtos implementados, como seus motores a jato. Os engenheiros podem testar voos virtuais em que o avião enfrenta o frio, o calor, a poeira, a chuva e até um bando de pássaros.⁸ A empresa também está monitorando 10 mil turbinas eólicas, e seus gêmeos digitais estão ajudando as turbinas a se adaptarem em tempo real. Um valioso insight de uma análise desses dados é que, dependendo da direção do vento, pode ser melhor ter a turbina líder funcionando mais lentamente do que os engenheiros poderiam esperar. Quando a turbina dianteira absorve menos energia, as que estão atrás dela podem operar próximas aos níveis ideais, aumentando a geração de energia geral. Essa aplicação mostra que a tecnologia de gêmeos digitais pode ser aplicada além de um único produto para otimizar holisticamente toda a atividade de um parque eólico. De acordo com a GE, os gêmeos digitais poderiam aumentar a produção de parques eólicos em 20% e fornecer US\$100 milhões em valor durante a vida útil de um parque eólico de 100 megawatts.⁹

Todos esses três usos do Predix estão liberando trabalhadores humanos de trabalhos rotineiros em prol de um trabalho mais envolvente. O trabalhador de manutenção consegue gastar mais tempo em consertos complicados e menos no monitoramento de rotina. O engenheiro tem mais dados para verificar sucessos e falhas do sistema, o que leva a soluções mais criativas no futuro. E, finalmente, os modelos de gêmeos digitais estão fornecendo um espaço experimental que é muito maior do que aquele que a maioria dos engenheiros utiliza. Esses modelos permitem que os engenheiros sejam mais criativos nas perguntas que fazem e permitem a revelação de ineficiências anteriormente ocultas, com o potencial de economias significativas de tempo e dinheiro.

IA no Campo – Veículos Não Tripulados

Agindo como um par extra de olhos no céu ou sob o mar, drones, alimentados por inteligência artificial, podem manter os trabalhadores humanos fora de perigo, permitindo que as equipes explorem remotamente terrenos potencialmente perigosos.

- O Fortescue Metals Group, que opera a mina de minério de ferro Cloudbreak, usa drones para coletar informações espaciais. Sua frota de robôs voadores reduziu significativamente o risco de segurança para operadores em áreas de alto risco.^a
- Na BHP Billiton Ltd., veículos aéreos não tripulados, equipados com sensores infravermelhos e zoom telescópico, podem sinalizar problemas com vigas de segurança e estradas em construção. Eles também verificam as zonas de explosão para garantir que estejam livres de pessoas antes da detonação.^b
- O “Echo Voyager”, da Boeing, é um robô de águas profundas não tripulado que inspeciona infraestruturas submarinas, coleta amostras de água, cria mapas do fundo do oceano e ajuda na exploração de petróleo e gás.^c

a. Allie Coyne, “Fortescue deploys survey drones at Cloudbreak mine” IT News, 31 de agosto de 2015, <https://www.itnews.com.au/news/fortescue-deploys-survey-drones-at-cloudbreak-mine-408550>.

b. Rhiannon Hoyle, “Drones, Robots Offer Vision of Mining’s Future”, Wall Street Journal, 28 de julho de 2016, <http://www.wsj.com/articles/drones-robots-offer-vision-of-minings-future-1469757666>.

c. “Boeing’s Monstrous Underwater Robot Can Wander the Ocean for 6 Months”, Wired, 21 de março de 2016, <https://www.wired.com/2016/03/boeings-monstrous-underwater-robot-can-wander-ocean-6-months/>.

O Armazém Lotado

Hoje, não é incomum entrar em um armazém ou centro de distribuição moderno e ver robôs deslizando pelo chão. (Para uma pequena amostra desses robôs de armazém e de cadeia de suprimentos mais inteligentes, consulte o box “IA em Armazém e Logística”).

Esses robôs costumam ser sofisticados o suficiente para ver aonde estão indo e entender o que estão fazendo. Mas eles têm suas limitações. Digamos que uma caixa de Cheerios esteja danificada, o que a fez ficar mais volumosa em um lado. A maioria dos robôs não consegue se adaptar. Eles precisariam ignorar o item e passar para o próximo. Mas os robôs de uma empresa chamada Symbotic têm a vantagem de algoritmos de visão de máquina que permitem avaliar um pacote de formato estranho e buscá-lo de qualquer maneira. Melhor ainda, os robôs podem medir rapidamente o espaço nas prateleiras para confirmar que uma caixa vai caber. Se não, o robô alerta um sistema de controle central, que redireciona automaticamente essa caixa para uma prateleira onde ela se encaixa. Os bots circulam pelo chão do armazém a 25km/h, carregando, “sentindo” e se adaptando ao longo do caminho.

A diferença entre um armazém tradicional e um com os robôs do Symbotic é gritante. Normalmente, caminhões descarregam paletes de produtos no cais, há uma área onde os paletes são armazenados até que as pessoas possam desembalar, e as esteiras transportadoras movem caixas de mercadorias para várias partes do armazém. Como os robôs Symbotic removem imediatamente produtos de paletes e os colocam em prateleiras, não é necessário reservar espaço para o armazenamento de paletes e não há necessidade de esteiras transportadoras. Assim, um armazém equipado com Symbotic tem mais espaço disponível para prateleiras. As ramificações são significativas: nos melhores cenários,

um depósito pode armazenar duas vezes mais bens do que antes, diz Joe Caracappa, vice-presidente de desenvolvimento de negócios da Symbotic, ou pode operar em uma área com cerca de metade do tamanho. Além disso, armazéns menores podem se encaixar mais facilmente em bairros existentes, e itens perecíveis podem ser armazenados mais perto de seu ponto de venda.

Como a única interação humana com as mercadorias armazenadas em um depósito é quando elas são colocadas dentro e fora dos caminhões, devemos fazer a pergunta: o que acontece com os trabalhadores humanos no depósito? Caracappa diz que a Symbotic atualmente retraina muitos deles. Aqueles que realizavam manutenção em esteiras de transporte, por exemplo, são treinados para consertar robôs, e há novos papéis também. Caracappa diz que os operadores do sistema monitoram todo o fluxo de robôs. “Essas funções normalmente não existem no depósito antes da automação”, explica ele, “mas as contratamos localmente, e o cliente fará parte do processo”.¹⁰ (Na parte dois deste livro, exploramos esses novos tipos de trabalhos em profundidade quando discutimos o meio-campo ausente em detalhes.)

IA em Armazém e Logística

A inteligência artificial está assumindo a tarefa de navegação e estoque em armazéns e mudando a forma como as pessoas pensam sobre o design do armazém.

- Quando a Amazon adquiriu a Kiva Robots, em 2012, ela sinalizou que os robôs móveis, que passavam pelos armazéns da Amazon, eram a chave para sua vantagem de satisfação. Os robôs não apenas ajudam a levantar e empilhar caixas plásticas cheias de produtos diferentes, mas também fazem o trabalho de transporte autônomo de itens em torno das instalações para os “selecionadores” humanos, que selecionam os produtos certos para atender a diferentes pedidos. Graças a esse aumento de eficiência, a empresa conseguiu oferecer o transporte no mesmo dia para os clientes.^a
- A L’Oreal usa tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) e aprendizado de máquina para ajudar a evitar acidentes com empilhadeiras no depósito da empresa na Itália. O sistema de rastreamento avisa aos operadores de empilhadeiras e pedestres sobre outros veículos próximos, reduzindo as colisões.^b

a. Nick Wingfield, “As Amazon Pushes Forward with Robots, Workers Find New Roles”, *New York Times*, 10 de setembro de 2017, <https://www.nytimes.com/2017/09/10/technology/amazon-robots-workers.html>.

b. Claire Swedberg, “L’Oréal Italia Prevents Warehouse Collisions via RTLS”, *RFID Journal*, 18 de agosto de 2014, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?12083/2>.

Cadeias de Suprimentos que “Pensam”

Armazéns mais inteligentes são apenas o começo. As tecnologias de IA estão agora permitindo que cadeias de suprimentos inteiras se tornem cada vez mais inteligentes, de modo semelhante aos tipos de avanços que possibilitaram no chão de fábrica. É claro que as empresas querem minimizar quaisquer interrupções de produção em suas cadeias de suprimentos, que podem ter diversas origens — problemas de qualidade de fabricação com um fornecedor, instabilidade política de uma região, greves trabalhistas, eventos climáticos adversos e assim por diante. Para esse fim, a IA pode ajudar a coletar e analisar dados sobre fornecedores, oferecer uma melhor compreensão das variáveis em uma cadeia de suprimentos, antecipar cenários futuros e atividades semelhantes. As empresas também pretendem minimizar as incertezas ao longo do caminho. Aqui, a IA pode permitir que as empresas otimizem seu planejamento de demanda, façam uma previsão mais precisa e controlem melhor seus estoques. O resultado é uma cadeia de suprimentos mais ágil, capaz de antecipar e lidar com os altos e baixos das condições dinâmicas dos negócios.

Considere apenas uma parte do processo: planejamento de demanda. Conseguir o planejamento de demanda certo é um ponto problemático para muitas empresas, mas o uso de redes neurais, algoritmos de aprendizado de máquina e outras tecnologias de inteligência artificial diminuem essa dor. Uma empresa líder de alimentos saudáveis, por exemplo, alavancou os recursos de aprendizado de máquina para analisar suas variações de demanda e tendências durante as promoções. A análise levou a um modelo confiável e detalhado que poderia destacar os resultados esperados de uma promoção comercial. Os ganhos incluíram uma redução de 20% no erro de previsão e uma redução de 30% nas vendas perdidas.

Essas melhorias são os tipos procurados pela gigante de bens de consumo Procter & Gamble, cujo CEO declarou recentemente seu objetivo de reduzir os custos da cadeia de suprimentos em US\$1 bilhão por ano. Parte dessas economias virão de esforços de curto prazo, como o uso de tecnologias de IA e internet das coisas (IoT) para automatizar armazéns e centros de distribuição. Outras economias virão de projetos de longo prazo, incluindo a automação customizada de entregas de produtos de até sete mil unidades de estoque diferentes. Se essas e outras iniciativas permitirão que a Procter & Gamble economize US\$1 bilhão por ano em custos de cadeia de suprimentos, ainda não se sabe, mas é seguro dizer que a IA desempenhará um papel significativo nesses esforços.

As Fazendas que Alimentam

A tecnologia da IA não está apenas tendo um grande impacto nas cadeias de suprimentos e na fabricação de bens de consumo e maquinário industrial, mas também desempenha um grande papel na produção de alimentos. A necessidade de melhorar a eficiência na indústria agrícola é enorme. De acordo com várias estatísticas, 795 milhões de pessoas não têm comida suficiente, e, para acompanhar o crescimento da população, serão necessários mais alimentos nos próximos 50 anos do que nos últimos 10 mil anos juntos. Tanto a água doce como a terra arável são recursos historicamente difíceis de adquirir ou manter para a agricultura. A agricultura de precisão — que utiliza minuciosos dados de IA sobre o estado das culturas — promete melhorar significativamente a produtividade, reduzir o desperdício de recursos, como água e fertilizantes, e aumentar a eficiência geral.

Para ser eficaz, a agricultura de precisão requer uma vasta rede de diversos sensores de IoT para coletar dados granulares. Essas informações

podem incluir imagens aéreas capturadas por satélites ou drones (para detectar problemas nas colheitas antes de serem visíveis ao nível do solo), sensores ambientais no campo (para monitorar a composição química do solo, por exemplo), sensores montados em equipamentos agrícolas, dados de previsão climática e bancos de dados do solo.

Para ajudar a entender esses vários fluxos de dados, a Accenture desenvolveu um novo serviço — o Precision Agriculture Service — que implementa a inteligência artificial para permitir uma melhor tomada de decisões com relação ao controle de pragas, uso de fertilizantes e assim por diante. A ideia é processar dados do sensor de IoT com um mecanismo de aprendizado de máquina para fornecer feedback que pode ser utilizado de duas maneiras: eles podem ser enviados diretamente para um agricultor, que então poderá implementar uma solução; ou pode ser roteado diretamente para o sistema de gerenciamento de trabalho digital de uma fazenda, que implementará as recomendações automaticamente. No sistema, um ciclo de feedback, que incorpora dados de sensores atualizados e análises em tempo real, pode ajudar a estabelecer um tipo de fazenda de autorrecuperação. Os agricultores podem fazer parte do ciclo quando aprovam as recomendações do sistema; mas com o tempo, à medida que o sistema se torna mais confiável, eles podem gastar seu tempo gerenciando outras tarefas que não são tão facilmente automatizadas.

A IA também está possibilitando modelos agrícolas totalmente novos, como a “fazenda vertical”, na qual as plantas podem ser cultivadas em pilhas de bandejas de 9m de altura em ambientes urbanos, como armazéns da cidade. Em uma dessas instalações em Newark, Nova Jersey, administrada pela AeroFarms, os dados são continuamente coletados sobre temperatura, umidade, níveis de dióxido de carbono e outras variáveis, e o software de aprendizado de máquina analisa essas informações em tempo real para cultivar os vegetais (incluindo couve, rúcula e mostarda japonesa) da forma mais eficiente possível. Segundo a empresa, a usina

de Newark deve usar 95% menos água e 50% menos fertilizante do que as fazendas tradicionais, e, como as lavouras são cultivadas em áreas internas, os pesticidas não são necessários. AeroFarms está prevendo que 2 milhões de libras de produtos podem ser cultivados anualmente na fazenda vertical de Newark, a apenas 24 km de Manhattan.¹¹

A agricultura de precisão ainda não é difundida, mas algumas de suas tecnologias — a análise de dados de satélite, por exemplo — são usadas há anos. A diferença agora é a onipresença da IoT, que permite que os dados do sensor conversem com aplicativos, e que os aplicativos falem com sistemas habilitados para o aprendizado de máquinas. O objetivo final com a agricultura de precisão é que os sistemas distintos podem se unir para produzir recomendações sobre as quais os agricultores podem atuar em tempo real. O resultado são processos agrícolas que produzem menos resíduos e maiores rendimentos. Não é de admirar que os serviços de agricultura de precisão cresçam para US\$4,55 bilhões até 2020.¹² À medida que a tecnologia se tornar mais usada, a terra será beneficiada, o agricultor será beneficiado e as centenas de milhões de pessoas que precisam de alimentos saudáveis e acessíveis, também. (Veja o box “IA para o Bem: Akshaya Patra”.)

IA para o Bem: Akshaya Patra

Akshaya Patra, uma organização sem fins lucrativos da Índia com a visão de que “nenhuma criança na Índia será privada de educação por causa da fome”, combina o poder da IA com as tecnologias blockchain (um livro-ração público digital e descentralizado) e de IoT. Para alcançar sua visão, o programa de refeição da empresa oferece uma refeição saudável para o almoço, a fim de manter as crianças suficientemente motivadas e nutridas para prosseguir com seu aprendizado. Desde 2000, quando começou alimentando 1.500 crianças, suas operações se expandiram para 1,6 milhão de crianças por ano em 2017; a organização comemorou sua bilionésima refeição servida em 2016. Até agora, a organização sem fins lucrativos demonstrou uma melhoria de 20% na eficiência em cozinhas selecionadas. Agora, o feedback é digitalizado, antes era introduzido manualmente, e o blockchain está gerando eficiências em auditoria, registro de frequência e processamento de faturas. A IA é usada para prever com precisão a demanda, e os sensores de IoT monitoram e sequenciam os processos de cozimento para minimizar o desperdício e garantir a constância na qualidade dos alimentos. A IA, em combinação com essas outras tecnologias, ajudará a Akshaya Patra a expandir suas operações de maneira eficiente, significando que mais crianças serão alimentadas e mantidas na escola.^a

a. “About Us”, Akshaya Patra, <https://www.akshayapatra.org/about-us>, acessado em 23 de outubro de 2017.

A Terceira Onda Industrial

Neste capítulo, estamos começando a ver como a inteligência artificial pode mudar a natureza dos processos de negócio. Fábricas e ambientes industriais continuarão a ser ambientes altamente automatizados por uma variedade de razões; segurança e eficiência são dois principais fatores. Embora novas tecnologias de automação substituam alguns trabalhadores humanos, ainda há muito espaço para as pessoas, desde que os executivos olhem além do deslocamento de empregos e comecem a pensar de maneira diferente sobre o trabalho. Essa é a parte *liderança* de nossa estrutura MELDH, que detalhamos na introdução, e exige que os executivos se concentrem nos processos de reinvenção e novos papéis para os funcionários que trabalham no meio-campo ausente (como discutimos em detalhes na segunda parte). Conforme observado neste capítulo, algumas habilidades estão se tornando mais requisitadas e novas categorias de habilidades serão necessárias. A GE e os compradores de seus equipamentos, por exemplo, como veremos no Capítulo 8, sempre precisarão de trabalhadores de manutenção para poder trabalhar bem com novos sistemas que podem fundir suas habilidades com tecnologias avançadas de novas maneiras. Essa é a parte *habilidades* do MELDH. Os trabalhadores nesses empregos precisarão fazer o que as pessoas fazem bem: adaptar-se a novas situações e encontrar soluções novas e criativas para os desafios que surgem. Deixe que as máquinas façam o trabalho pesado, o monitoramento e as tarefas monótonas.

No caso dos pesquisadores, engenheiros, fazendeiros e outros, os dados e análises fornecidos pelos sistemas IA podem atuar como um terceiro olho. E é por isso que a parte dos *dados* do MELDH é tão importante. De repente, sistemas industriais ou ecológicos muito complexos tornam-se conhecíveis. Engenheiros e gerentes podem eliminar ineficiências anteriormente invisíveis e fazer alterações em certos aspectos de um processo com confiança. Quando você avalia honestamente os pontos

fortes dos trabalhadores humanos e das máquinas, e o que eles fazem bem quando colaboram, surge um novo mundo de possibilidades para administrar um negócio e projetar seus processos — essa é a importante parte da *mentalidade* do MELDH. Explorando essas possibilidades, as empresas muitas vezes podem desenvolver novos negócios, como fazendas verticais. De fato, é através da parte da *experimentação* do MELDH que os executivos serão capazes de descobrir inovações revolucionárias que poderiam transformar sua empresa, se não, toda a indústria.

No próximo capítulo, levamos a IA às funções de back office. É onde a automação da “segunda onda” está arraigada, e a “terceira onda” da IA tem sido um alívio bem-vindo para muitos que têm trabalhado com ferramentas de TI ou processos ineficientes. Aqui também veremos como a imaginação da IA e das pessoas tem transformado processos aparentemente banais, abrindo novas possibilidades de eficiência e crescimento por meio de colaborações homem-máquina.

Uma Breve História da IA

A tecnologia condutora por trás da atual era de processos adaptativos é a IA, que vem evoluindo ao longo de décadas. Um breve histórico da tecnologia fornece um contexto básico a seu estado atual de recursos avançados.

O campo da inteligência artificial nasceu oficialmente em 1956, quando um pequeno grupo de cientistas da computação e pesquisa, organizado por John McCarthy, incluindo Claude Shannon, Marvin Minsky e outros, se reuniu no Dartmouth College para a primeira conferência para debater a possibilidade de que a inteligência de máquina fosse capaz de imitar a inteligência humana.^a

A conferência, essencialmente uma sessão prolongada de brainstorming, baseou-se no pressuposto de que todos os aspectos da aprendizagem e da criatividade poderiam ser descritos com tanta precisão que possibilitariam ser matematicamente modelados e, portanto, replicados por máquinas. Os objetivos eram sublimes; da proposta do evento: “Será feita uma tentativa de descobrir como fazer com que as máquinas usem linguagem, forma, abstrações e conceitos, resolvam problemas agora reservados para os seres humanos e melhorem a si mesmas.” Claro, isso foi apenas o começo.

a. “Artificial Intelligence and Life in 2030”, Stanford One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100), setembro de 2016, https://ai100.stanford.edu/sites/default/files/ai_100_report_0831fnl.pdf.

A conferência teve sucesso quase que imediatamente na definição da área e na unificação de muitas das ideias matemáticas que giravam em torno do conceito de inteligência artificial. Também inspirou inteiramente novas áreas de pesquisa nas décadas que se seguiram. Minsky, com Seymour Papert, por exemplo, escreveu o que foi considerado o livro fundamental sobre o alcance e as limitações das redes neurais, um tipo de inteligência artificial que usa os neurônios biológicos como modelo. Outras ideias, como sistemas especialistas — em que um computador continha armazenamentos profundos de “conhecimento” para domínios específicos, como arquitetura e diagnóstico médico —, processamento de linguagem natural, visão computacional e robótica móvel também surgiram no evento.

Um participante da conferência foi Arthur Samuel, um engenheiro da IBM que estava construindo um programa de computador para jogar damas. Seu programa avaliaria o estado atual de uma mesa de damas e calcularia a capacidade de uma determinada posição levar a uma vitória. Em 1959, Samuel cunhou o termo “aprendizado de máquina”: o campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem ser expressamente programado. Em 1961, seu programa de aprendizado foi usado para derrotar o quarto melhor jogador de damas dos Estados Unidos. Mas como Samuel era modesto e não gostava da política de auto-

promoção, somente depois de sua aposentadoria da IBM, em 1966, que o significado de seu trabalho de aprendizado de máquina tornou-se mais amplamente conhecido.^b

Nas décadas após a conferência, o aprendizado de máquina permaneceu obscuro, conforme outros tipos de inteligência artificial ocupavam o centro do palco. Em particular, pesquisadores nas décadas de 1970 e 1980 concentraram-se em um conceito de inteligência baseado em símbolos físicos e manipulado por regras lógicas. Esses sistemas simbólicos, no entanto, não obtiveram sucesso prático na época, e seus fracassos levaram a um período conhecido como “inverno da IA”.

Nos anos 1990, no entanto, o aprendizado de máquina começou a florescer à medida que seus profissionais passaram a integrar estatísticas e a teoria da probabilidade em suas abordagens. Ao mesmo tempo, a revolução da computação pessoal começou. Durante a década seguinte, os sistemas digitais, sensores, a internet e os telefones celulares se tornariam comuns, fornecendo todos os tipos de dados para especialistas em aprendizado de máquina para o treinamento desses sistemas adaptativos.

Hoje, pensamos em um aplicativo de aprendizado de máquina como aquele que constrói modelos baseados em conjuntos de dados que engenheiros ou especialistas usam para treinar o sistema. É um forte contraste com a programação tradicional de computadores. Os algoritmos padrão

b. John McCarthy and Ed Feigenbaum, “Arthur Samuel: Pioneer in Machine Learning”, Stanford Infolab, <http://infolab.stanford.edu/pub/voy/museum/samuel.html>, acessado em 23 de outubro de 2017.

seguiriam um caminho predeterminado, colocado em movimento pelas instruções estáticas ou código dos programadores. Um sistema de aprendizado de máquina, por outro lado, pode aprender enquanto opera. A cada novo conjunto de dados, ele atualiza seus modelos e a maneira como “vê” o mundo. Em uma era na qual as máquinas podem aprender e mudar com base em suas experiências e dados, os programadores tornaram-se menos legisladores e ditadores, e mais uma espécie de professores e treinadores.

Agora, os sistemas de IA que implementam o aprendizado de máquina estão em toda parte. Os bancos os usam para detecção de fraudes; sites de namoro os utilizam para sugerir possíveis correspondências; profissionais de marketing os usam para tentar prever quem responderá favoravelmente a um anúncio; e sites de compartilhamento de fotos, para reconhecimento automático de rosto. Nós percorremos um longo caminho desde o jogo de damas. Em 2016, o AlphaGo, do Google, demonstrou um avanço significativo no aprendizado de máquina. Pela primeira vez, um computador venceu um campeão humano de Go, um jogo muito mais complexo que damas ou xadrez. Em um sinal dos tempos, o AlphaGo exibiu movimentos que foram tão inesperados que alguns observadores os consideraram realmente criativos e até “belos”.^c

O crescimento da IA e o do aprendizado de máquina tem sido intermitente ao longo das décadas, mas a maneira como eles se infiltraram em produtos e operações de negócios nos últimos anos mostra que eles

c. Cade Metz, “How Google’s AI Viewed the Move No Human Could Understand”, Wired, 14 de março de 2016, <https://www.wired.com/2016/03/googles-ai-viewed-move-no-human-understand/>.

estão mais do que prontos para o horário nobre. De acordo com Danny Lange, ex-chefe de aprendizado de máquina da Uber, a tecnologia finalmente saiu do laboratório de pesquisa e está rapidamente se tornando “a pedra angular da disrupção dos negócios”.^d

d. Daniel Lange, “Making Uber Smarter with Machine Learning”, apresentação no Machine Learning Innovation Summit, São Francisco, 8–9 de junho de 2016.

AMOSTRA