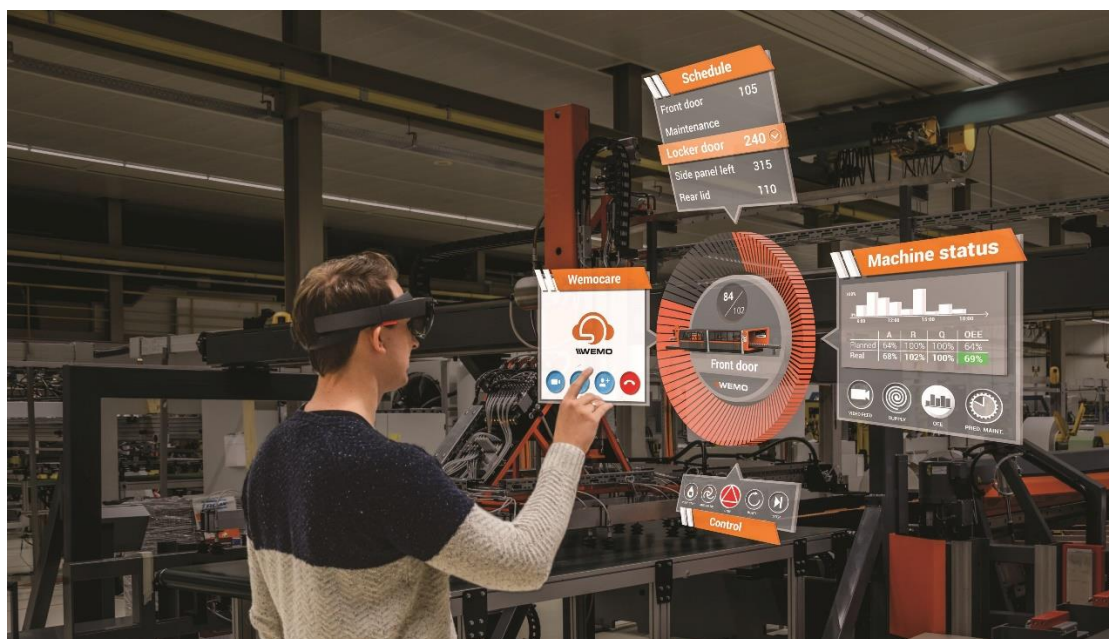


Por que as organizações precisam de uma estratégia de realidade aumentada

Michael E. Porter e James E. Heppelmann

HBR - DEZEMBRO 2017



Existe uma discrepância fundamental entre a riqueza dos dados digitais disponíveis e o mundo físico no qual os aplicamos. Embora a realidade seja tridimensional, o valor dos dados de que dispomos para nos ajudar a tomar decisões e agir continua limitado a telas e páginas bidimensionais. Esse abismo entre o mundo digital e o mundo real limita nossa capacidade de aproveitar a avalanche de informação e *insights* produzidos por bilhões de produtos inteligentes e conectados (SCP, na sigla em inglês) em todo o planeta.

A realidade aumentada — um conjunto de tecnologias que superpõem dados digitais e imagens ao mundo físico — promete fechar esse *gap* e liberar capacidades inexploradas e exclusivamente humanas. Embora ainda na infância, a RA está destinada a fazer parte da tendência atual: de acordo com estimativas, o investimento em tecnologia de RA atingirá a marca de US\$ 60 bilhões em 2020. A RA afetará empresas, instituições e iniciativas de todos os tipos e setores, de universidades a empreendimentos sociais. Nos próximos meses e anos, ela transformará o modo como aprendemos, tomamos decisões e

interagimos com o mundo físico. E como as empresas atendem clientes, treinam funcionários, projetam e criam produtos e administram suas cadeias de valor e até como competem.

No artigo definimos o que é RA, descrevemos sua tecnologia e aplicações em desenvolvimento e explicamos por que ela é tão importante. Sua relevância aumentará exponencialmente à medida que os SCPs proliferarem, porque ela amplifica seu poder de criar valor e reformular a concorrência. A RA se tornará a nova interface entre máquinas e seres humanos, formando uma ponte entre o mundo digital e o mundo físico. Embora os desafios para utilizá-la ainda continuem, organizações pioneiras como Amazon, Facebook, General Electric, Clínica Mayo e a Marinha dos Estados Unidos já estão implementando a RA e registrando grande impacto em qualidade e produtividade. Fornecemos um roteiro para orientar as empresas a utilizar a RA e explicamos as escolhas decisivas que elas terão de enfrentar para integrá-la às suas estratégias e operações.

O que é realidade aumentada?

Aplicações isoladas de RA existem há décadas, mas só recentemente as tecnologias necessárias para liberar seu potencial tornaram-se disponíveis. No fundo, a RA transforma grandes quantidades de dados e elementos de análise em imagens ou animações que são sobrepostas ao mundo real. Atualmente a maior parte das aplicações de RA está disponível para dispositivos móveis, mas há uma tendência crescente de transferi-las para dispositivos para usar no corpo que deixam livres as mãos do usuário, como *displays* presos à cabeça ou óculos inteligentes. Embora muitas pessoas estejam familiarizadas com aplicativos simples de entretenimento com RA como os filtros do Snapchat e o jogo Pokémon Go, a RA está sendo aplicada em situações mais importantes tanto em ambientes do consumidor como de negócio para negócio. Os *displays* “alarme” da RA, que colocam, por exemplo, navegação, alertas de colisão e outras informações diretamente no campo de visão dos motoristas, agora estão disponíveis em dezenas de modelos de automóvel. Dispositivos de RA que se superpõem à montagem da linha de produção ou superpõem explicações sobre serviços e podem ser vestidos por operários de fábrica estão sendo utilizados em milhares de empresas. A RA está suplementando ou substituindo os manuais tradicionais e os métodos de treinamento a um passo cada vez mais rápido.

De forma mais ampla, a RA enseja um novo paradigma de entrega de informação que, acreditamos, terá um profundo impacto na forma como os dados são estruturados, gerenciados e disponibilizados na internet. Embora a web tenha mudado a forma como a informação é coletada, transmitida e acessada, seu modelo de armazenamento e entrega de dados — páginas em telas planas — tem grandes limitações: ele requer que os usuários traduzam mentalmente informação 2-D para aplicá-la ao mundo 3-D. Nem sempre isso é fácil, como bem sabe qualquer pessoa que já usou um manual para consertar uma copiadora de escritório, por exemplo. Ao superpor a informação digital diretamente sobre objetos ou ambientes reais, a RA permite que as pessoas processem o mundo físico e o digital simultaneamente, eliminando a necessidade de criar uma ponte mental entre ambos. Isso melhora nossa

capacidade de absorver informação, tomar decisões e executar tarefas com rapidez e eficiência.

Os *displays* de RA nos carros ilustram isso de forma brilhante. Até recentemente, os motoristas usuários de navegação por GPS precisavam olhar para o mapa numa tela plana e depois descobrir como aplicá-lo ao mundo real. Para sair de uma rotatória com muito trânsito, por exemplo, alternavam o olhar da tela para a pista e mentalmente conectavam a imagem do mapa à saída correta. Os *displays* mostram imagens da navegação diretamente sobre a visão do motorista pelo para-brisa. Isso reduz o esforço mental de aplicar a informação, evita distração e minimiza erros do motorista, permitindo-lhe concentrar-se na pista (ver quadro “Aprimorando a tomada de decisão humana”).

A RA está fazendo progressos em mercado de consumo, mas o impacto resultante no desempenho humano é ainda maior no ambiente industrial. Veja como a Newport News Shipbuilding, que projeta e constrói porta-aviões para a Marinha dos Estados Unidos, utiliza a RA no estágio final do processo de manufatura para inspecionar um navio, marcando para remoção as estruturas de aço da construção que não fazem parte do transportador pronto. Historicamente, os engenheiros precisavam cotejar constantemente o navio real com cópias heliográficas 2-D do projeto. Mas, com a RA, eles conseguem ver o projeto final superposto ao navio, o que reduz o tempo de inspeção em 96% — de 36 horas para apenas 90 minutos. Em geral, uma economia de tempo de 25% ou mais é comum em etapas de fabricação que usam RA.

Capacidades importantes da RA

Como explicamos em artigo anterior (“Como produtos inteligentes conectados estão transformando a competição”, HBRBR de novembro de 2014), a disseminação de SCPs nos lares, fábricas e escritórios permite monitorar, controlar, personalizar e otimizar o funcionamento e as condições do produto em tempo real. E, em alguns casos, a inteligência e a conectividade permitem que os SCPs sejam completamente automatizados.

A RA amplia efetivamente o valor criado por essas capacidades. Especificamente, melhora a forma como os usuários visualizam — e, portanto, acessam todos os novos dados de monitoramento —, recebem e seguem as instruções e recomendações sobre o funcionamento do produto e até como o controlam e com ele interagem.

TOMADA DE DECISÃO MAIS APERFEIÇOADA

No fundo, o poder da realidade aumentada é diferente do poder dos humanos de processar a informação. Nós a acessamos por meio dos cinco sentidos — mas com taxas diferentes. A visão fornece, de longe, a maior parte da informação: cerca de 80% a 90%.

Nossa habilidade de absorver e processar informação é limitada por nossa capacidade mental. A demanda dessa capacidade é conhecida como “carga cognitiva”. Cada tarefa mental que executamos reduz nossa capacidade disponível para outras tarefas simultâneas.

A carga cognitiva depende do esforço mental necessário para processar um dado tipo de informação. Por exemplo, ler as instruções numa tela de computador e proceder de acordo com elas cria uma carga cognitiva maior que ouvir as mesmas instruções, porque as letras precisam ser traduzidas em palavras, e as palavras interpretadas. A carga cognitiva depende também da “distância cognitiva”, ou o *gap* entre a forma na qual a informação é apresentada e o contexto no qual ela se aplica. Pense no que acontece quando um motorista procura uma rota num *smartphone* enquanto dirige. Ele precisa absorver a informação da tela, retê-la na memória de trabalho, traduzir as rotas, tudo isso enquanto dirige o veículo. Existe uma distância cognitiva significativa entre a informação digital na tela e o contexto físico no qual a informação é aplicada. Lidar com essa distância cria a carga cognitiva.

A combinação da velocidade com a qual a informação é transmitida e absorvida com a distância cognitiva envolvida em aplicá-la está na origem de uma frase muito repetida, “uma imagem vale mais que mil palavras”. Quando olhamos para o mundo físico, absorvemos uma quantidade e variedade enorme de informação, quase instantaneamente. Da mesma forma, uma imagem ou foto que superpõe informação no mundo físico, colocada num contexto para nós, reduz a distância cognitiva e minimiza a carga cognitiva.

Isso explica por que a RA é tão poderosa. Não existe melhor interface gráfica para o usuário que o mundo físico que nos rodeia quando ele é reforçado por uma superposição digital de dados e orientação relevantes, onde e quando forem necessários. A RA elimina a dependência de informação 2-D em páginas e telas fora do contexto e difíceis de processar, e ao mesmo tempo melhora significativamente nossa capacidade de entender e aplicar informação ao mundo real.

Visualização. As aplicações de RA fornecem uma espécie de visão de raios X, revelando aspectos internos que de outra forma não seriam vistos. Na empresa de equipamentos médicos AccuVein, por exemplo, a tecnologia de RA converte a assinatura térmica das veias do paciente numa imagem que se sobrepõe à pele, possibilitando aos médicos localizar as veias com mais facilidade. Isso eleva significativamente a taxa de sucesso na retirada de sangue e em outros procedimentos vasculares. A RA mais que triplica a probabilidade de acertar a picada da agulha logo na primeira tentativa, o que reduz a necessidade de ações suplementares (como pedir ajuda, por exemplo) em 45%.

A Bosch Rexroth, que produz unidades de energia e controle usadas em manufatura, utiliza a visualização aperfeiçoada da RA para demonstrar o projeto e as capacidades de sua unidade inteligente e conectada de energia hidráulica, a CytroPac. Isso dá aos clientes a oportunidade de ver

representações 3-D das opções internas de bombeamento e resfriamento da unidade em várias configurações e de visualizar a operação dos subsistemas em conjunto.

Instrução e orientação. A RA já está redefinindo instrução, treinamento e *coaching*. Essas funções críticas, que aumentam a produtividade dos funcionários, são intrinsecamente caras e laboriosas e, muitas vezes, produzem resultados irregulares. As instruções escritas para tarefas de montagem, por exemplo, geralmente são difíceis de entender e consomem muito tempo para acompanhar. Vídeos explicativos padrão não são interativos e não se adaptam às necessidades individuais de aprendizagem. Treinamento individualizado é caro e exige que alunos e professores se encontrem várias vezes num mesmo local. E quando o equipamento alvo do aprendizado não está disponível, os alunos precisam de treinamento adicional para transferir o que aprenderam para um contexto do mundo real.

A RA resolve esses problemas fornecendo orientação visual passo a passo, em tempo real, localmente, sobre tarefas como montagem de produtos, funcionamento de máquinas e seleção de mercadorias em depósitos. Representações esquemáticas complexas 2-D de um procedimento num manual, por exemplo, tornam-se um holograma interativo 3-D que conduz o usuário pelo processo necessário. Não sobra praticamente nada para imaginar ou interpretar.

Na Boeing, o treinamento com RA teve impacto decisivo na produtividade e qualidade dos procedimentos de fabricação de aeronaves complexas. Num estudo realizado pela própria Boeing, a empresa utilizou RA para orientar *trainees* nos 50 passos necessários para montar a seção da asa de uma aeronave, operação que requeria 30 peças. Com a ajuda da RA, os *trainees* completaram o serviço em tempo 35% menor que os *trainees* que se valeram de documentação e desenhos 2-D tradicionais. E o número de *trainees* com pouca ou nenhuma experiência que conseguiram realizar a operação corretamente na primeira vez aumentou 90%.

Dispositivos com tecnologia de RA embutida também podem transmitir o que um usuário vê em determinado local para um especialista remoto, que pode responder com instruções imediatas. Na verdade, isso coloca o especialista ao lado do usuário instantaneamente, pouco importando onde estejam localizados. Essa capacidade não só melhora o desempenho do empregado, mas também reduz substancialmente os custos — como descobriu a Lee Company, que vende sistemas em condomínios e faz a manutenção. Neste caso a RA ajuda os técnicos de campo nas instalações e consertos. Graças à RA o especialista remoto vê o que o técnico vê, orienta-o sobre o serviço a ser feito e até comenta a visão do técnico fornecendo instruções. Obter em tempo real o suporte de um especialista num local central melhorou expressivamente a utilização de técnicos da Lee. E, reduzindo o número de visitas repetidas, a empresa economiza mais de US\$ 500 por técnico, por mês, em mão de obra e custos de

deslocamento. A empresa calcula um retorno de US\$ 20 sobre cada dólar investido em RA.

CONVERGÊNCIA ENTRE O FÍSICO E O DIGITAL

A realidade aumentada reduz o esforço mental necessário para conectar a informação digital ao mundo físico no contexto ao qual ela se aplica.

O diagrama é dividido em duas partes. A parte esquerda, intitulada 'MUNDO FÍSICO E MUNDO DIGITAL SEPARADOS', mostra um painel de instrumentos de um carro com um sistema de navegação GPS exibido em uma tela central. A parte direita, intitulada 'VISÃO CONVERGENTE', mostra o mesmo painel de instrumentos, mas com uma seta vermelha e um ícone de seta vermelha apontando para a direita, indicando uma direção de navegação diretamente sobre o mundo físico.

Transpor mentalmente imagens de GPS para a pista à frente requer muita atenção e pode levar a erros.

A RA superpõe dados digitais direto para o mundo real.

Interação. Tradicionalmente, as pessoas usavam controles físicos como botões, chaves e, mais recentemente, telas sensíveis ao toque embutidas para interagir com os produtos. Com o aumento dos SCPs, os aplicativos de dispositivos substituíram de forma crescente os controles físicos e permitiram que os usuários operassem os produtos remotamente.

A RA colocou a interface do usuário num patamar totalmente novo. Um painel de controle virtual pode ser superposto diretamente ao produto e operado com um *headset* de RA, gestos manuais e comandos de voz. Em breve, portando óculos inteligentes, os usuários poderão simplesmente olhar ou apontar um produto para ativar uma interface virtual do usuário e operá-la. Ou percorrer uma linha de máquinas da fábrica, observar os parâmetros de desempenho e ajustar cada máquina sem tocá-la fisicamente.

A capacidade de interação da RA ainda está nascendo em produtos comerciais, mas é revolucionária. O Reality Editor — aplicativo de RA desenvolvido pelo grupo da Fluid Interfaces do Laboratório de Mídia do MIT — dá uma ideia da rapidez com que ela está evoluindo. O Reality Editor ajuda a adicionar uma experiência de RA interativa a qualquer SCP. Com ele, as pessoas apontam um *smartphone* ou *tablet* para um SCP (ou eventualmente até olham para ele usando óculos inteligentes), “veem” as interfaces digitais e as capacidades que podem ser programadas e associam essas capacidades a gestos manuais, comandos de voz ou até outro produto inteligente. O Reality Editor permite que o usuário veja os controles de cor e intensidade de uma lâmpada inteligente e crie comandos de voz como “brilho” e “intensidade” para ativá-la. Ou que diferentes montagens da lâmpada sejam associadas a botões ou interruptores de luz inteligentes que o usuário coloca no lugar mais conveniente para ele.

As tecnologias subjacentes a essas capacidades ainda estão surgindo, mas a precisão dos comandos de voz em ambientes ruidosos está melhorando, e os avanços no acompanhamento por gestos e olhar foram rápidos. A GE já testou o uso do comando de voz em experiências com RA que permitem que os operários da fábrica realizem processos complexos de cabeamento em turbinas eólicas — e aumentou a produtividade em 34%.

Combine RA e realidade virtual

A bem conhecida prima da RA, a realidade virtual (RV), é uma tecnologia diferente, porém complementar. Enquanto a RA superpõe informação digital ao mundo físico, a RV substitui a realidade física por um ambiente gerado por computador. Embora a RV seja usada principalmente em aplicações de entretenimento, ela pode também replicar realidades físicas para fins de treinamento. Ela é particularmente útil em situações perigosas ou remotas. Ou, se os equipamentos necessários para o treinamento não estiverem disponíveis, a RV pode imergir os técnicos num ambiente virtual usando hologramas do equipamento. Por isso, quando necessário, a RV adiciona uma quarta capacidade — a simulação — às capacidades centrais da RA de visualizar, instruir e interagir.

A RA será muito mais aplicada nas empresas que a RV. Mas, em certos casos, combinar a RA com a RV fará os usuários transcender distância (simulando localidades muito distantes), tempo (reproduzindo contextos históricos ou simulando futuras situações possíveis) e escala (permitindo aos usuários introduzir-se em ambientes muito pequenos ou grandes demais para ser observados diretamente). Além disso, reunir as pessoas em ambientes virtuais compartilhados pode facilitar o entendimento, a comunicação e as tomadas de decisão da equipe de trabalho.

A Ford está usando a RV para criar um *workshop* virtual no qual engenheiros geograficamente dispersos colaborem em tempo real em hologramas de protótipos de veículos. Os participantes podem entrar nesses hologramas 3-D em tamanho natural ou circulá-los para discutir como redefinir e redesenhar detalhes como posição do volante, ângulo do painel e localização dos instrumentos e controles sem precisar construir um protótipo físico caro e reunir toda uma equipe num mesmo local para examiná-lo.

O Departamento de Segurança Interna dos Estados Unidos deu um passo à frente ao combinar as instruções RA com simulações RV e assim treinar pessoal para responder a situações de emergência como explosões. Isso reduz custos — quando o treinamento no ambiente real poderia ser perigoso — e riscos. A multinacional de energia BP combina procedimentos de treinamento de RA sobre simulações de RV que replicam condições específicas de perfuração, como temperatura, pressão, topografia e correntes marinhas, e isso orienta as equipes nas operações e as ajuda a treinar respostas emergenciais coordenadas em casos de desastres, sem envolver altos custos ou riscos.



TORNA VISÍVEL
Demo de RA num showroom desenvolvido pela Microsoft e pela Volvo fornece uma visão de raios X do motor e do chassi de um carro.

Como a RA cria valor

A RA cria valor para a empresa de duas formas amplas: primeiro, tornando-se parte do próprio produto e, segundo, melhorando o desempenho de toda a cadeia de valor — desenvolvimento do produto, manufatura, marketing, serviços e várias outras áreas.

RA como um aspecto do produto. As capacidades de RA desempenham papel importante no crescente foco do projeto para criar melhores interfaces e ergonomia para os usuários. A forma como os produtos transmitem importante informação operacional e de segurança ao usuário constitui um diferencial (pense como os aplicativos móveis suplementaram ou substituíram as telas incorporadas em produtos como os reprodutores de áudio Sonos). A RA está preparada para melhorar rapidamente essas interfaces.

Displays “de alerta” dedicados de RA, só recentemente incorporados aos veículos, tornaram-se um aspecto importante em produtos militares de primeira linha, como jatos de combate, e foram adotados também em aeronaves comerciais. Esses tipos de display são muito caros e volumosos para ser integrados na maioria dos produtos, mas dispositivos usados no corpo como óculos inteligentes constituem uma interface avançada com implicações de amplo espectro para todos os fabricantes. Com óculos inteligentes, a pessoa vê um display de RA de qualquer produto habilitado a se conectar com ela.

Se com esses óculos você olhar para o seu fogão, lerá num *display* virtual a temperatura de cozimento, os minutos que faltam no *timer* e a receita que você está preparando. Ao se aproximar de seu carro, um display de RA lhe mostrará

que ele está trancado, que o tanque de combustível está quase cheio e que a pressão do pneu traseiro esquerdo está baixa.

Como a interface do usuário de RA é simplesmente um *software* baseado e liberado em nuvem, ela pode ser personalizada e evoluir continuamente. O custo incremental de prover essa interface é baixo, e os fabricantes poderão economizar quantias consideráveis quando botões, chaves e mostradores tradicionais forem removidos. Eles terão de considerar cuidadosamente o provável impacto dessa interface de próxima geração sobre seus produtos e o posicionamento competitivo.

A RA e a cadeia de valor. Os efeitos da RA já podem ser vistos em toda a cadeia de valor, mas eles estão mais avançados em algumas áreas que em outras. Em geral, as aplicações para visualizar e instruir/explicar estão produzindo atualmente maior impacto nas operações das empresas, enquanto a capacidade de interagir ainda está surgindo e sendo testada.

Desenvolvimento do produto. Embora os engenheiros tenham usado as facilidades oferecidas pelo desenho assistido por computador (CAD, na sigla em inglês) para criar modelos 3-D, nos últimos 30 anos sua interação com esses modelos é limitada por janelas 2-D nas telas de computador, o que dificulta ainda mais a conceituação completa dos projetos. A RA permite que modelos 3-D sejam superpostos ao mundo físico na forma de hologramas, melhorando significativamente a capacidade dos engenheiros de avaliar e aperfeiçoar projetos. Um holograma 3-D em tamanho natural de uma máquina de terraplenagem, por exemplo, pode ser colocado no solo para que os engenheiros circulem em torno dele, investiguem por cima, por baixo, por dentro e por fora e avaliem completamente os ângulos de visão e os aspectos ergonômicos do projeto numa escala natural no local onde a máquina será utilizada.

A RA permite também que os engenheiros superponham modelos CAD aos protótipos físicos para averiguar a correspondência. A Volkswagen está utilizando essa técnica — o que torna visualmente óbvia qualquer diferença entre o último projeto e o protótipo — para checar o alinhamento em revisões do projeto digital. Isso melhora a precisão do processo que garante a qualidade — antes os engenheiros precisavam cotejar meticulosamente os desenhos 2-D com os protótipos — e em velocidade cinco a dez vezes maior.

Esperamos que num futuro próximo os dispositivos com acesso à RA, como *smartphones* e óculos inteligentes, com suas câmeras, acelerômetros, GPS e outros sensores embutidos, forneçam cada vez mais informações sobre o design do produto mostrando quando, onde e como os usuários interagem com ele — com que frequência certa sequência de consertos é iniciada, por exemplo. Dessa forma, a interface de RA se tornará uma fonte importante de dados.

Manufatura. Nas fábricas, os processos de produção geralmente são complexos, exigindo centenas ou até milhares de passos, e os erros custam caro. Como

vimos, a RA pode fornecer a informação exata, no momento em que ela é necessária para os empregados da linha de montagem, reduzindo erros, melhorando a eficiência e aumentando a produtividade. E receber a informação de sistemas de automação e controle, sensores secundários e sistemas de gestão de ativos e mostrar dados importantes de monitoramento e diagnóstico sobre cada máquina ou processo. Visualizar informações como eficiência e taxas de defeitos de seu contexto ajuda os técnicos de manutenção a entender os problemas e estimula os operários a realizar manutenção proativamente, o que evita um oneroso tempo ocioso das máquinas.

A Iconics, especializada em *softwares* de automatização para fábricas e edifícios, começou a integrar a RA às interfaces do usuário de seus produtos. Quando se adiciona informação relevante aos locais físicos onde ela será mais bem observada e entendida, as interfaces de RA permitem monitoramento mais eficiente de máquinas e processos.

Logística. Estima-se que as operações em depósitos sejam responsáveis por cerca de 20% de todos os custos de logística, enquanto a separação de itens das prateleiras representa até 65% dos custos dos depósitos. Na maioria dos depósitos, os funcionários ainda executam essa tarefa consultando uma lista em papel de objetos a coletar e depois procurando-os. Esse método é lento e geralmente incide em erros.

A DHL, gigante da logística, e um número crescente de empresas estão usando RA para aumentar a eficiência e a precisão no processo de separação de itens. A RA informa diretamente aos empregados o local onde cada produto se encontra e depois sugere a melhor rota para chegar ao próximo produto. Na DHL essa abordagem reduziu erros, aumentou o engajamento dos funcionários e promoveu ganhos de 25% em produtividade. A empresa está agora ampliando globalmente a seleção de produtos comandada por RA e testando sua eficácia em outros tipos de operação em depósitos, como otimização da forma como mercadorias e máquinas são dispostas. A Intel também está usando RA em seus depósitos, chegando a reduzir em 29% o tempo de separação, com taxas de erro de praticamente zero. Nessa empresa o uso da RA permite que novos funcionários atinjam de imediato velocidades de separação de itens 15% mais altas que aqueles que receberam apenas treinamento tradicional.

Marketing e vendas. A RA está redefinindo o conceito de *showrooms* e demonstração de produtos e transformando a experiência dos clientes. Quando estes podem visualizar virtualmente a aparência ou funcionamento dos produtos num cenário real antes de comprá-los, suas expectativas são mais corretas, eles têm mais confiança em suas decisões de compra e mais satisfação com o produto. Futuramente, a RA poderá até reduzir a necessidade tanto de lojas físicas como de *showrooms*.

Quando os produtos podem ser configurados com diferentes atributos e opções — o que pode tornar difícil e oneroso estocá-los —, a RA é uma ferramenta de marketing particularmente valiosa. A AZEK, empresa de construção civil, utiliza

a RA para mostrar aos empreiteiros e clientes qual a aparência de seus produtos de acabamento e revestimento de pisos em várias cores e disposições. Os clientes podem ver as simulações dentro de seu ambiente: se você olhar para uma casa num *smartphone* ou *tablet*, o aplicativo de RA pode adicionar um deque. A experiência reduz qualquer dúvida que o cliente possa ter sobre suas opções e encurta o ciclo de vendas.

No comércio eletrônico, os aplicativos de RA permitem que compradores online baixem hologramas de produtos. A Wayfair e a IKEA oferecem bibliotecas com milhares de imagens de produtos 3-D e aplicativos que os integram no ambiente de uma sala real, permitindo que os clientes vejam como ficará a decoração e a mobília em sua casa. A IKEA também utiliza seu aplicativo para coletar dados importantes sobre preferências de produtos em diferentes regiões.

Serviços de pós-venda. Essa é uma atividade em que a RA tem enorme potencial para liberar as capacidades de criação de valor dos SCPs. A RA auxilia os técnicos no atendimento aos clientes a domicílio da mesma forma que ajuda os operários nas fábricas: mostrando dados de análises preditivas gerados pelo produto, orientando-os visualmente nos consertos em tempo real e conectando-os com *experts* remotos que podem ajudar a otimizar os procedimentos. Um painel de RA, por exemplo, mostra a um técnico de campo que uma peça específica da máquina provavelmente poderá falhar em um mês. Isso permite que ele antecipe o problema para o cliente e substitua a peça de imediato.

Na KPN, provedor europeu de serviços de telecomunicações, os engenheiros de campo que executam serviços remotamente ou no local utilizam óculos inteligentes de RA para visualizar os dados do histórico do serviço do produto, diagnósticos e painéis de informação, de acordo com a localidade. Esses *displays* de RA os ajudam a tomar melhores decisões sobre como resolver problemas, reduzindo em 11% os custos gerais para as equipes de serviço, diminuindo em 17% as taxas de erros no trabalho e oferecendo consertos de melhor qualidade.

A Xerox usou a RA para conectar engenheiros de campo com especialistas em vez de fornecer manuais de serviço e suporte telefônico. As taxas de primeiro conserto aumentaram 67% e a eficiência dos engenheiros deu um salto de 20%. No mesmo período, o tempo médio para resolver um problema foi reduzido em duas horas, diminuindo as necessidades de pessoal disponível. Atualmente a Xerox utiliza RA para conectar especialistas técnicos remotos direto com os clientes. Isso aumentou em 76% a taxa com que problemas técnicos são resolvidos pelos clientes sem nenhuma ajuda no local, reduzindo os custos de deslocamentos da empresa e minimizando o tempo ocioso do equipamento para os clientes. Não deve ter sido surpresa para a Xerox ver sua taxa de satisfação do cliente chegar a 95%.

Recursos humanos. Os primeiros a adotar a RA — como a DHL, a Marinha dos Estados Unidos e a Boeing — já haviam percebido a importância de oferecer treinamento visual passo a passo *on demand* aos empregados por meio de RA. A

RA permite que as instruções sejam talhadas sob medida para determinada experiência do empregado ou para revelar a prevalência de determinados erros. Se alguém cometer persistentemente o mesmo tipo de erro, você poderá exigir que ele utilize suporte de RA até que melhore a qualidade de seu trabalho. Em algumas empresas, a RA reduziu praticamente a zero o tempo de treinamento de novos funcionários em certos tipos de atividade, e certas habilidades anteriormente exigidas para novos contratados foram suprimidas.

Isso é particularmente vantajoso para a empresa de remessa de encomendas DHL, que enfrenta picos sazonais de demanda e depende fortemente de eficiência na contratação e treinamento de funcionários temporários. Ao fornecer treinamento em tempo real e orientação prática para transitar pelos depósitos, empacotar adequadamente e selecionar materiais, a RA reduziu as necessidades da DHL de contratar instrutores tradicionais e aumentou a velocidade a bordo dos novos funcionários.



RA e estratégia

A RA terá um grande impacto no modo como as empresas competem. Como já expliquei em artigos anteriores da HBR, os SCPs estão mudando a estrutura de quase todos os setores, bem como a natureza da concorrência entre eles — muitas vezes, expandindo as fronteiras da indústria no processo. Os SCPs propiciam novas escolhas estratégicas para os fabricantes, desde o que perseguir funcionalmente e como administrar direitos de dados e segurança até a conveniência ou não de expandir o escopo de produtos da empresa e competir em sistemas inteligentes.

A penetração crescente da RA, juntamente com sua força como a interface humana com as tecnologias de SCP, suscita novas questões, pois a RA se tornará cada vez mais essencial para a estratégia de cada empresa.

A seguir apresentamos questões básicas enfrentadas pelas empresas.

1. Qual é o leque de oportunidades de RA na indústria, e em que ordem buscá-las? As empresas precisam ponderar o potencial impacto da RA sobre os clientes, capacidades do produto e cadeia de valor.

2. Como a RA pode fortalecer a diferenciação do produto da empresa? A RA abre vários caminhos para a diferenciação: criar experiências com parceiros para aumentar a capacidade dos produtos; fornecer mais informação aos clientes e dessa forma criar ou promover sua fidelização. Interfaces da RA que melhoram a funcionalidade dos produtos ou facilitam sua utilização podem ser grandes diferenciadores, bem como aquelas que melhoram substancialmente o suporte do produto e do serviço e o tempo de uso. E a capacidade da RA de prover novos tipos de feedback sobre como os clientes utilizam o produto pode ajudar as empresas a descobrir novas oportunidades de diferenciá-lo.

O caminho correto da diferenciação dependerá da estratégia existente na empresa, do comportamento da concorrência e do ritmo com que a tecnologia avança, principalmente em hardware.

3. Onde a RA terá maior impacto na redução de custos? A RA oferece novas eficiências que todas as companhias precisam explorar. Como observamos, ela pode reduzir significativamente o custo de treinamento, serviços, montagem, design e outros segmentos da cadeia de valor, além dos custos de fabricação — e a necessidade de interfaces físicas.

Toda empresa precisará priorizar seus esforços de redução de custos baseados em RA de forma condizente com seu posicionamento estratégico. Empresas com produtos sofisticados terão de capitalizar nas interfaces de RA de alta qualidade e baixo custo, enquanto os produtores de commodities deverão focar na eficiência operacional de toda a cadeia de valor. Nas indústrias de artigos de consumo e varejo os pontos de partida mais prováveis serão os aplicativos de visualização relacionados ao marketing. Na manufatura, os aplicativos instrucionais suprem ineficiências de engenharia, produção e serviços, e os retornos têm sido imediatos. E a capacidade de interação da RA, embora ainda emergente, será importante em todos os setores de produtos customizados e de complexa capacidade de controle.

4. A empresa deve tornar o design e a preparação da RA uma força central, ou *outsourcing* e parcerias serão suficientes? Muitas empresas estão lutando para ter acesso ao talento digital necessário — em falta — para o desenvolvimento da RA. Um dos maiores requisitos é a experiência com o usuário ou o design de interface com o usuário (UX/UI). É fundamental apresentar informação digital 3-D em formas que facilitem absorvê-la. As empresas querem evitar promover uma experiência de RA extraordinária, mas inútil, que abale seu propósito central. Experiências efetivas de RA exigem conteúdo correto para que as pessoas que sabem criá-lo e gerenciá-lo — eis aqui

uma nova habilidade — também sejam decisivas. As capacidades de modelagem digital e conhecimento para usá-las em aplicativos de RA são também essenciais.

Com o tempo, esperamos que as empresas criem equipes dedicadas de RA, da mesma forma como montaram equipes para criar e operacionalizar websites nas décadas de 1990 e 2000. Equipes dedicadas serão necessárias para estabelecer a infraestrutura que permitirá que essa nova mídia prospere e se desenvolva e mantenha o conteúdo da RA. Muitas empresas começaram a formar habilidades da RA internamente, mas até agora poucas as dominam.

Muitos ainda consideram uma questão em aberto se devemos contratar ou treinar funcionários em RA ou formar parcerias com empresas especializadas em *software* e serviços. Algumas empresas não têm escolha senão tratar o talento em RA como um ativo estratégico e investir para adquiri-lo e desenvolvê-lo, considerando o impacto potencialmente grande da RA na competição em seus negócios. No entanto, se a RA for importante, mas não essencial para a vantagem competitiva, as empresas podem formar parcerias com empresas especializadas em softwares e serviços para alavancar talentos e tecnologia externos.

Desafios, tempo e custos envolvidos na formação do conjunto completo de tecnologia de RA aqui descritos são importantes, e a especialização está presente em cada componente. Nos estágios iniciais da RA, o número de fornecedores de tecnologias e serviços era limitado, e as empresas criaram capacidades internas. No entanto, estão começando a surgir excelentes vendedores de RA com soluções prontas e imediatas, e cada vez serão maiores os esforços internos para mantê-los na empresa.

5. Como a RA mudará a comunicação com os *stakeholders*? A RA complementa as abordagens existentes de impressão e comunicação digital 2-D, e em alguns casos pode até substituí-las. No entanto, não vemos a RA apenas como mais um canal de comunicação. Ela é um meio completamente novo de engajar as pessoas. Observe somente a nova forma como ela as ajuda a absorver informação e agir de acordo com as instruções.

A web, que começou como uma forma de compartilhar relatórios técnicos, acabou transformando os negócios, a instrução e a interação social. Esperamos que a RA faça o mesmo na comunicação — transformando-a muito mais do que podemos vislumbrar atualmente. As empresas precisarão pensar criativamente em como usar esse novo canal que está despontando.

Prepare-se para a RA

Aplicativos de RA já estão sendo testados e aplicados em produtos e por toda a cadeia de valor, e a quantidade e extensão só tendem a aumentar. Toda empresa precisa de um roteiro de implementação que estabeleça como ela começará a se beneficiar da RA enquanto cria as capacidades necessárias para expandir sua

utilização. Ao determinarem a sequência e o passo dessa preparação, as empresas devem levar em conta tanto os desafios técnicos como as habilidades organizacionais envolvidas, o que varia caso a caso. E especificamente responder a cinco questões fundamentais:

1. Quais capacidades de desenvolvimento serão necessárias? Algumas experiências de RA são mais complexas que outras. Experiências que permitem que as pessoas visualizem produtos em diferentes configurações ou condições — como as criadas pela IKEA, Wayfair e AZEK — são uma forma relativamente fácil de começar. Os consumidores só precisam ser encorajados a baixar e instalar os aplicativos de RA, e basta um dispositivo móvel para usá-los.

Aplicativos de instruções, como os que a Boeing e a GE utilizam em suas fábricas, são mais difíceis de criar e utilizar. Eles requerem a capacidade de desenvolver e manter conteúdo digital dinâmico 3-D e, muitas vezes, se beneficiam enormemente do uso de *displays* montados na cabeça ou óculos inteligentes, ambos ainda em estágios iniciais de desenvolvimento.

Os aplicativos que produzem experiências interativas e criam valor significativo tanto para o consumidor como para o negócio são os mais desafiadores. Eles requerem tecnologia ainda não tão amadurecida, como reconhecimento de voz e gestos, além de integração com os softwares que controlam os SCPs. A maioria das empresas deve começar com a visualização estática de modelos 3-D, mas elas precisam desenvolver a capacidade de mudar rapidamente para as experiências instrucionais dinâmicas que têm maior impacto estratégico.

2. Como as organizações devem criar o conteúdo digital? Cada experiência de RA, desde a mais simples até a mais sofisticada, requer conteúdo. Em alguns casos, é possível reutilizar o conteúdo digital existente, como o design do produto. Com o passar do tempo, no entanto, experiências contextuais dinâmicas mais complexas precisarão ser criadas do zero, o que exige expertise especializada.

Aplicativos simples como um catálogo de móveis aprimorado com RA podem precisar somente da representação de produtos básicos. No entanto, aplicativos mais sofisticados, com instruções específicas, como os utilizados no conserto de máquinas, exigirão representações digitais precisas e altamente detalhadas do produto. As empresas podem criar essas representações adaptando modelos CAD, utilizados no desenvolvimento do produto, ou usar técnicas de digitalização como escaneamento 3-D. As experiências de RA mais sofisticadas também precisam extrair fluxo de dados em tempo real de sistemas empresariais, SCPs ou fontes externas de dados, e integrá-los ao conteúdo. Para se prepararem para a ampliação do portfólio de RA, as empresas devem fazer um inventário dos ativos digitais 3-D existentes em CAD e outros sistemas e investir em capacidades de modelagem digital.

3. Como os aplicativos de RA reconhecem o ambiente físico? Para superporem perfeitamente a informação digital ao mundo físico, as tecnologias de RA precisam reconhecer o que veem. A abordagem mais simples é determinar a localização do dispositivo de RA usando GPS, por exemplo, e mostrar informação relevante para aquela localização sem ancorá-la a um objeto específico. Isso é conhecido como experiência de RA “não registrada”. Os *displays* de navegação em veículos funcionam dessa forma.

Experiências “registradas” de alto valor ancoram a informação em objetos específicos, utilizando marcadores como códigos de barras, logotipos, ou etiquetas colocadas nos objetos e escaneados pelo usuário com um dispositivo de RA. Uma abordagem mais enfática, no entanto, utiliza tecnologia que reconhece os objetos cotejando sua forma com a forma fornecida pelos modelos 3-D de um catálogo. Isso permite que um técnico de manutenção, por exemplo, instantaneamente e de qualquer ângulo reconheça os equipamentos sob sua responsabilidade e com eles interaja. Embora os marcadores sejam um bom ponto de partida, as tecnologias de reconhecimento de forma avançam rapidamente, e as organizações precisarão de capacitação para explorar várias das aplicações de RA de alto valor.

4. Que *hardware* de RA é necessário? Experiências de RA visando um segmento mais amplo de consumidores foram projetadas para *smartphones*, aproveitando a vantagem da simplicidade e popularidade desses aparelhos. Para experiências mais sofisticadas, as empresas utilizam *tablets*, com tela maior, melhor resolução gráfica e grande poder de processamento. Como a penetração dos *tablets* é baixa, com frequência as empresas os fornecem aos usuários. Para aplicativos de alto valor — principalmente de aeronaves e automóveis — os fabricantes estão introduzindo *displays* engenhosos dedicados de RA em seus produtos — uma abordagem bastante cara.

Finalmente, a maioria dos aplicativos de RA em serviços, manufatura e até em interfaces do produto precisará, porém, de *displays* montados sobre a cabeça dos usuários, deixando suas mãos livres. Essa tecnologia é ainda imatura e cara, mas esperamos que os óculos inteligentes estejam amplamente disponíveis a preços acessíveis nos próximos anos e desempenhem papel importante para liberar todo o potencial da RA. A Microsoft, a Google e a Apple oferecem atualmente tecnologias de RA otimizadas para seus próprios dispositivos. No entanto, a maioria das organizações deve adotar uma abordagem independente de plataforma para que as experiências de RA sejam compatíveis com várias marcas de celular e *tablet* e estar aptas a receber os óculos inteligentes quando eles estiverem disponíveis (ver quadro “A batalha dos óculos inteligentes”).

5. Você deve usar um modelo de desenvolvimento de *software* ou de publicação de conteúdo? Muitas das primeiras experiências de RA foram lançadas como aplicativos com software autônomo e com conteúdo digital que podiam ser baixados em *smartphone* ou *tablet*. Essa abordagem produz experiências confiáveis de alta resolução e permite que as organizações criem aplicativos que não precisam de conectividade com a internet. O problema desse modelo é que

qualquer mudança na experiência da RA requer que desenvolvedores de software reescrevam o aplicativo, o que pode gerar onerosos gargalos.

Uma alternativa que está surgindo utiliza software comercial de editoração de RA para criar conteúdo de RA e hospedá-lo na nuvem. A experiência de RA pode então ser baixada *on demand* por meio de um aplicativo de uso geral que roda num dispositivo de RA. Exatamente como o conteúdo de websites, o conteúdo da RA pode ser atualizado ou suplementado sem que seja necessário mudar o software — uma vantagem importante quando estão envolvidas grandes quantidades de informação e as alterações de conteúdo são frequentes. O modelo de editoração de conteúdo se tornará comum à medida que mais e mais máquinas e produtos incluam interação e controle da RA em tempo real. A capacidade de editoração de conteúdo é essencial para estender a utilização da RA para toda a organização.

O grande impacto

A revolução digital, com seus SCPs e a explosão de dados, está estimulando a produtividade e liberando valor em toda a economia. Cada vez mais, a limitação deixa de ser a falta de dados e de conhecimento, mas sim como assimilá-los e manipulá-los — em outras palavras, a interface com os seres humanos. A RA está surgindo como a principal solução para esse desafio.

Por outro lado, a rápida evolução do aprendizado de máquina e da automação está gerando sérias preocupações sobre oportunidades para os seres humanos. Haverá empregos suficientes para todos, principalmente para as pessoas sem conhecimento e com baixo nível de instrução? Num mundo de inteligência artificial e robôs, os humanos se tornarão obsoletos?

É fácil concluir que a tecnologia reduz as oportunidades para os humanos. No entanto, novas invenções vêm substituindo o trabalho humano há séculos, e levaram ao crescimento da empregabilidade — e não à redução. Ela melhorou significativamente a produtividade e o padrão de vida. Abriu espaço para novos produtos que suprem novas necessidades e requerem novos tipos de mão de obra. Muitos empregos atuais envolvem produtos e serviços que nem sequer existiam há cem anos. O legado que será deixado para a história é que a revolução digital atual gerará novas ondas de inovação e novos tipos de emprego nunca antes imaginados.

O papel dos seres humanos nesse futuro é mal-entendido. As pessoas são dotadas de talentos únicos que máquinas e algoritmos não conseguirão replicar, pelo menos num futuro próximo. Nossas habilidades motoras são sofisticadas — muito além das capacidades dos robôs atuais — e nos permitem manejar delicadamente os equipamentos necessários para, por exemplo, substituir parte de uma máquina ou o cabeamento de uma turbina. Mesmo em atividades que requerem menos habilidades, como tirar sangue, podar um jardim ou consertar um pneu furado, é imprescindível a destreza humana, que desafia a automatização. A cognição humana se adapta instantaneamente a novas situações. As pessoas se ajustam à forma de interpretar informação, resolver

problemas, treinar julgamentos e tomar decisões de acordo com as circunstâncias. São dotadas de flexibilidade, imaginação, intuição e capacidade criativa que no futuro previsível estão além do alcance da máquina.

Embora os avanços da inteligência artificial e da robótica sejam impressionantes, acreditamos que combinar as capacidades das máquinas com as potencialidades típicas dos humanos levará a uma criação de valor e a um grau de produtividade ainda maiores do que qualquer uma delas poderia gerar sozinha. O que é necessário para perceber essa oportunidade é uma interface humana poderosa que crie uma ponte para transpor o abismo entre o mundo digital e o mundo físico. Vemos a RA como uma inovação histórica que tornará isso realidade. Ela ajuda os seres humanos a expandir suas próprias capacidades aproveitando plenamente o novo conhecimento digital e a capacidade da máquina. Ela mudará profundamente o treinamento e o desenvolvimento de habilidades, permitindo que as pessoas executem tarefas sofisticadas em tempo hábil e sem os custos excessivos da instrução convencional — um modelo inacessível a muitos atualmente. Por isso, graças à RA, é possível extrair o melhor da revolução digital e de tudo o que ela tem a oferecer.

Michael E. Porter é professor catedrático da Harvard Business School.

James E. Heppelmann é presidente e CEO da PTC, líder na fabricação de software industrial.