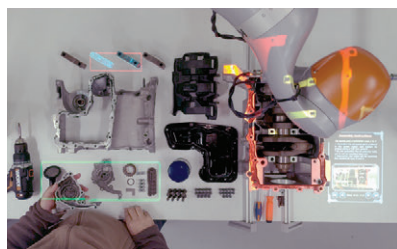


Indústria 5.0 e a evolução da automação

A evolução da indústria tem sido marcada por diversos ciclos, conhecidos como revoluções industriais, cada um com características únicas e impactos profundos nas tecnologias e no papel do ser humano no ambiente de trabalho. A automação e a robótica desempenharam um papel central nas últimas dessas revoluções, moldando tanto os processos produtivos quanto a relação entre trabalhadores e tecnologia.



A Primeira Revolução Industrial, iniciada na Grã-Bretanha por volta de 1760, foi um marco decisivo na transformação das indústrias. Durante esse período, a introdução de novas máquinas, como a máquina a vapor, e a mecanização dos processos produtivos alteraram profundamente a indústria. No entanto, a automação, tal como a conhecemos hoje, ainda estava distante. Embora a mecanização tenha tornado certos processos mais rápidos e eficientes, ainda dependiam consideravelmente do trabalho manual e da supervisão humana. As primeiras formas de automação eram simples e limitadas na sua capacidade e alcance, com foco na mecanização de tarefas repetitivas e no aumento da capacidade produtiva, mas a robótica ainda não estava presente.

A Segunda Revolução Industrial, que começou por volta de 1870 e se estendeu até 1945, foi marcada pela eletrificação e pela introdução de novos sistemas de produção. Nesse período, a automação avançou com o desenvolvimento de máquinas elétricas e a introdução das primeiras linhas de montagem, especialmente no setor automóvel, com Henry Ford a popularizar a produção em massa. Essa fase representou um grande avanço, pois possibilitou processos mais rápidos, mais precisos e com menos intervenção humana direta. No entanto, apesar da

maior eficiência, o trabalho nas fábricas ainda era fisicamente exigente e, muitas vezes, repetitivo. A robótica, como a conhecemos hoje, ainda estava por vir, e os sistemas automatizados de produção estavam longe de se adaptar rapidamente às mudanças de mercado ou de produto.

A Terceira Revolução Industrial, iniciada na década de 1950, foi marcada pelo avanço das tecnologias de computação e pela introdução da automação digital. Durante esse período, os computadores começaram a controlar as máquinas, e a robótica surgiu como uma tecnologia viável para a indústria. A robótica industrial tornou-se essencial para a automação de tarefas mais complexas e repetitivas. Em 1961, a instalação do primeiro *robot* industrial, o Unimate, na fábrica da General Motors, foi um marco importante nesta evolução. Esse *robot* realizava tarefas como soldadura e manipulação de materiais, substituindo o trabalho manual em atividades perigosas e extenuantes. A robótica aumentou a eficiência, a precisão e a segurança nas fábricas, ao mesmo tempo em que reduziu a dependência de trabalho humano em tarefas repetitivas e arriscadas. Durante a Terceira Revolução Industrial, a automação e a robótica não substituíram o trabalho humano, mas transformaram a sua natureza, permitindo que os trabalhadores se

concentrassem em tarefas mais qualificadas e criativas. No entanto, a automação ainda estava limitada a tarefas específicas e, em grande parte, dependia de sistemas fechados que exigiam intervenção humana para ajustes e manutenção.

A Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, teve início por volta de 2000 e segue evoluindo. Ela é caracterizada pela integração de tecnologias digitais, como a Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA), computação em nuvem e robótica avançada. Neste novo estágio, a automação tornou-se ainda mais sofisticada, com *robots* mais inteligentes e sistemas mais flexíveis, capazes de se adaptar a diferentes condições de produção e realizar tarefas com maior autonomia.

A robótica industrial tornou-se central na Indústria 4.0, com *robots* colaborativos, como o ilustrado na Figura 1, trabalhando lado a lado com os operadores humanos, possibilitando uma interação mais direta e segura. Estes *robots* podem realizar uma ampla gama de tarefas, desde a montagem até à inspeção e controlo de qualidade, sendo projetados para serem facilmente adaptáveis a novas funções.

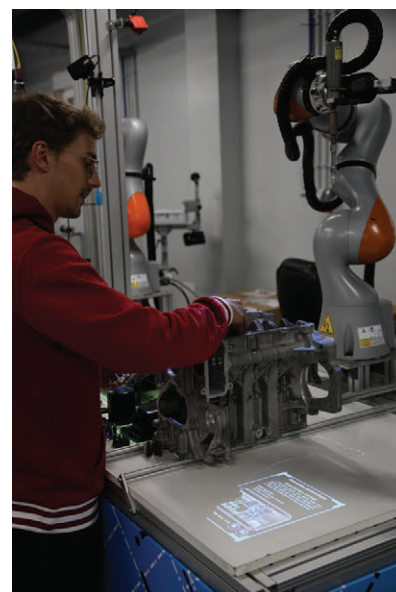


Figura 1. Trabalhador humano envolvido numa operação colaborativa de montagem com um *cobot*.