



## A MANUFATURA AVANÇADA ENTRE DOIS EXTREMOS

### THE ADVANCED MANUFACTURING BETWEEN TWO EXTREMES

### LA MANUFACTURA AVANZADA ENTRE DOS EXTREMOS

JORGE MARQUES PONTES<sup>i</sup> y ARLINE SYDNEIA ABEL ARCURI<sup>ii</sup>

Fecha de Recepción: 14/05/2018 | Fecha de Aprobación: 25/06/2018

**Resumen:** O nosso objetivo é analisar a manufatura avançada (indústria 4.0) e seus impactos na organização do mundo do trabalho nos situando entre dois extremos: o pessimismo ludita e o otimismo ingênuo. Para tal, faremos uma explanação sobre a atual fase da economia industrial chamada de quarta revolução industrial e a importância deste tipo de indústria nela. Não deixando de tratar a questão da precarização social do trabalho, essencial para se entender os impactos negativos destas inovações. Neste contexto procuraremos responder, mesmo que preliminarmente, a questão sobre quais as políticas possíveis e necessárias a prevenção dos impactos negativos sobre os trabalhadores em geral.

**Abstract:** Our goal is to analyze the advanced manufacturing (industry 4.0) and their impact on the organization of the world of work in standing between two extremes: the luddite pessimism and naive optimism. To do so, we will make an explanation about the current phase of industrial economy called the fourth industrial revolution and the importance of this type of industry in it. At this way, the concept of social precarization of labor is essential to understand the negative impacts of these innovations. In this context, we will try to answer, even preliminarily, the question of what possible and necessary policies are to prevent negative impacts on workers in general.

**Palabras Clave:**

*Indústria.  
Políticas Públicas.  
Tecnologia.  
Trabalho.*

**Keywords:**

*Industry.  
Public policies.  
Technology.  
Work.*

<sup>i</sup> Maestría en Políticas Públicas. Fundacentro.

<sup>ii</sup> Doctora em Química. Fundacentro.

## Introdução

A quarta revolução industrial é um conceito-chave usado para descrever a atual fase de desenvolvimento tecnológico e de industrialização. Sendo que, historicamente, uma fase inicial de industrialização ocorreu com a introdução das máquinas a vapor e dos primeiros teares mecânicos, que datam 1784, há mais de 200 anos atrás. A segunda fase situou-se no início do século XX com o uso da eletricidade para movimentar as correias transportadoras, esteiras rolantes e a produção em massa, época em que se destacaram nomes como Henry Ford e Frederick Taylor – Fordismo-taylorismo –. E a terceira fase foi a introdução da automação digital da produção através eletrônicos e o uso da informática (Bloem, 2014).

Esta fase atual da economia industrial é caracterizada pela aplicação do conceito de sistemas físico-cibernéticos (CPS) que se resume na integração entre sistemas computacionais e processos físicos, criando uma “economia digitalizada”. Segundo este conceito, computadores e redes integrados monitoram e controlam os estes processos utilizando-se de algoritmos, geralmente com loops e feedbacks onde o físico afetam os cálculos e vice-versa. Do ponto de vista da gestão da produção entendemos que estes sistemas são a consequência de pesquisas que integram a produção, sustentabilidade e satisfação do consumidor, formando a base de sistemas e processos em redes inteligentes.

Contudo, dentro desta perspectiva que apresentamos fica o alerta, devemos considerar que a necessária convergência de tecnologias e os campos ainda não explorados têm suas potencialidades, mas que também podem causar mudanças, nem sempre benéficas, na organização do mundo do trabalho e trazer riscos aos seres humanos e ao meio ambiente em razão do uso indiscriminado ou mesmo irresponsável.

Alguns diferenciais entre esta fase de industrialização – revolução industrial – e as anteriores são: (I) Velocidade: Esta revolução ocorre de forma exponencial e não em passos lineares; resultado de um mundo multifacetado e profundamente conectado e que possui tecnologias, como a nanotecnologia que gera constantemente novos materiais e aplicações. (II) Amplitude e profundidade: mudanças de paradigma sem precedentes estão ocorrendo na economia mundial, no mercado, nas sociedades e nos indivíduos. Esta mudando “o que” e “como” as coisas são produzidas. Mas também “quem” nós somos. Se pensarmos nos meios de produção de bens e serviços veremos que casos como a manufatura avançada trará grandes mudanças não apenas no processo e na gestão de produção, mas também nas relações do trabalho [contratação, inserção e treinamento]; nos sistemas de SST [novos riscos] e; na sociedade [desemprego e desigualdade]. (III) Impacto sistêmico: esta revolução envolve a transformação de sistemas completos em países, empresas e na sociedade como um todo. Exemplos deste impacto no mundo do trabalho podem ser sentidos na gestão das aposentadorias e seguridade e social; no direito do trabalho e; na educação profissional (Schwab, 2016).

Pensando nos impactos sociais e éticos desta nova fase, a dificuldade que se apresenta na identificação de tais impactos é que, segundo pesquisadores, estamos ainda no início desta transformação, para a qual ainda se faz necessário criar novas estruturas econômicas e organizacionais que possibilitarão agregar a vida do ser humano todo o seu potencial valor.

Contudo, de imediato, já sentimos algumas dessas mudanças na nossa forma de interagir com objetos; de se comunicar [linguagem]; na construção das relações sociais e na relação com o meio ambiente. Para sermos mais específicos vamos direcionar o nosso olhar ao mundo do trabalho, neste contexto, percebemos que a corporificação do conceito de CPS que dá vida a quarta revolução industrial é, de forma efetiva, a manufatura avançada.

#### Manufatura avançada ou indústria 4.0

Inicialmente, para entender do que se trata a manufatura avançada dentro do contexto da quarta revolução industrial é importante ressaltarmos a iniciativa alemã da indústria 4.0 que faz parte da “nova estratégia de alta tecnologia” daquele governo, o qual pretende se tornar um líder mundial em inovação (Division Innovation Policy Issues, 2014). E mais, pretende fortificar a sua posição como nação industrial exportadora e fornecedora de tecnologia para este tipo de indústria. Nas estratégias alemãs, a indústria 4.0 – conhecida como manufatura avançada em outros países – está dentro da área de atuação chamada de “economia e sociedade digital”.

A manufatura avançada é o resultado da apropriação do conceito de CPS pela indústria tradicional que passa a aplicá-lo na produção, logística e serviços de suas atuais práticas industriais (Lee, Bagheri, & Kao, 2015). E isto só foi possível em razão dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos recentes que resultaram em uma maior disponibilidade e acessibilidade a sensores inteligentes, sistemas de aquisição de dados e redes de computadores, que fazem com que a natureza competitiva da indústria de hoje obrigue as fábricas a avançar na implantação de metodologias de alta tecnologia.

O crescente uso de sensores inteligentes e máquinas em rede resulta na geração contínua de alto volume de dados, conhecidos como Big Data. Em tal ambiente, algoritmos são desenvolvidos para gerenciar o Big Data e alavancar a interconectividade das máquinas para alcançar o objetivo de criar máquinas inteligentes, resistentes e auto adaptáveis.

Além disso, estas indústrias têm um potencial econômico significativo. Um relatório conjunto de institutos alemães afirma que o PIB daquele país pode ser impulsionado em 267 bilhões de euros até 2025 após a introdução da Indústria 4.0. Apenas a título ilustrativo, reproduzimos na Tabela 1, um comparativo entre os componentes utilizados, máquinas e sistema de produção da indústria tradicional e da manufatura avançada.

**Tabela 1 - Comparativo de Tipos de Indústrias**

Fonte de Dados		Indústria Tradicional		Manufatura Avançada	
		Atributos	Tecnologia	Atributos	Tecnologia
<b>Componente</b>	Sensor	Precisão	Sensores inteligentes e detectores de falhas	Auto previsão	Monitoramento de degradação e previsão de vida útil restante
<b>Máquina</b>	Operador	Desempenho produtivo	Monitoramento e diagnóstico baseado em condições	Auto previsão Auto comparação	Monitoramento preventivo constante
<b>Sistema de produção</b>	Rede de sistemas	Produtividade e OEE – Overall Equipment Effectiveness / Cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas.	Redução de resíduos	Auto configuração; manutenção e organização.	Sem preocupação com a produtividade

### **A fábrica inteligente**

O governo alemão entende como uma das manifestações da quarta revolução industrial a crescente convergência do mundo real e virtual na formação da “Internet das Coisas – IoT”. Neste contexto, é enfatizado que a produção industrial do futuro incluirá: (I) a produção de bens personalizados, em ambientes altamente flexíveis; (II) uma integração de clientes e parceiros de negócios em estágio inicial de processos de design (desenho-de-produto) e criação de valor; e (III) a união de produção e serviços de alta qualidade, para produzir “bens híbridos”.

Em consonância com estas expectativas citadas, analistas deste processo de industrialização acreditam que para que a manufatura avançada tenha sucesso três características devem ser levadas em conta (Ustundag & Cevikcan, 2017). A primeira delas é uma integração horizontal da cadeia de valores cujo objetivo principal é não somente a criação de valor com as organizações envolvidas – vale lembrar que essa criação de valor é também compartilhada com os clientes –, mas, essencialmente, o enriquecimento do ciclo de vida do produto usando sistemas eficientes de informação, gerenciamento financeiro e fluxo de material.

A segunda característica apontada é a integração vertical, juntamente com a ligação em rede (networking) de sistemas de produção ou de serviços o que requer uma interligação inteligente, assim como a digitalização de unidades de negócios em diferentes níveis hierárquicos dentro de uma organização. Isto deve permitir a criação de uma fábrica inteligente altamente flexível e que forneça uma produção de lotes pequenos, personalizados e com bons níveis de lucratividade. Para gerenciar eficientemente esta produção, as máquinas inteligentes que se comunicam entre si (Internet das Coisas Industrial - IIoT) criam um ecossistema automatizado, onde algoritmos controlam com facilidade uma enorme quantidade de dados (Big Data), e que podem ser alterados para afetar a produção de diferentes tipos de bens.

A terceira característica é a aplicação de novas tecnologias de engenharia de acordo com o conceito de CPS, sobre o qual falamos acima, o que possibilita a montagem das fábricas inteligentes. Alguns autores chamam isto de engenharia de ponto-a-ponto (Ustundag & Cevikcan, 2017). É importante ressaltar que estas fábricas são, basicamente, sistemas físico-cibernéticos de fabricação que integram os objetos físicos, como máquinas, transportadores e produtos – máquinas e robôs colaborativos e autômatos; impressoras 3D; materiais e produtos frutos de convergências tecnológicas; nanomateriais e etc. – com os sistemas de informação, como o Sistema de Execução de Manufatura - MES e o Planejamento de Recursos Empresariais - ERP, para implementar uma produção flexível e ágil (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016).

### **Os riscos das novas tecnologias**

Entendendo o conceito de risco como sendo o efeito da incerteza nos objetivos, sendo que a incerteza é entendida como o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade, enfim, tomando este conceito como adequado aos riscos das tecnologias emergentes, passamos a questão: Quais os riscos – as possibilidades de dar errado – que corremos com as novas tecnologias?

Segundo um estudo da OCDE três riscos potenciais podem ser identificados com o avanço das novas tecnologias (Miller, 1998). O primeiro risco apontado considera que as novas tecnologias possuem um potencial destrutivo muito grande e difícil de controlar, representando uma ameaça ao ser humano e ao meio ambiente. Esta ameaça pode ser efetivada por um acidente ou mau uso da tecnologia:

[...] por acidente ou por má vontade, os avanços e a difusão da engenharia genética podem dar origem a doenças não intencionadas ou imprevistas; vulnerabilidades ecológicas e armas de destruição em massa. A dependência de computadores, redes [de comunicação] e de softwares poderia deixar partes críticas dos sistemas de apoio à vida da sociedade, desde centrais nucleares e sistemas médicos até instalações de

segurança e de tratamento de água e esgoto, abertos tanto para acidentes imprevisíveis e catastróficos; como para ataques intencionais. (Miller, 1998, p. 14)

Entre as novas tecnologias, trazemos o exemplo das nanotecnologias que está em fase plena de desenvolvimento e é utilizada na indústria, entretanto, o conhecimento concreto dos riscos à saúde e das questões de segurança, tanto para o consumidor, quanto para o trabalhador ainda não têm uma grande ênfase. A falta de informação, a velocidade de desenvolvimento e a complexidade das mudanças tecnológicas poderá dificultar o encontro de profissionais capazes de fazer análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos do trabalho ou de modificação dos já existentes, visando identificar os riscos potenciais e a adoção de medidas de proteção para sua redução ou eliminação.

O segundo risco identificado advém da característica sistêmica desta quarta fase de desenvolvimento tecnológico, o impacto sistêmico, que em grande parte está relacionado à integração em rede, o que pode proporcionar a vulnerabilidade de sistemas integrados como o controle de tráfego aéreo. Algumas pessoas temem ainda que o mundo se torne mais diversificado, descentralizado e dependente das tecnologias. Enfim, há um grande risco de falta de controle destas redes integradas.

O terceiro risco está relacionado com valores éticos e ideológicos, pois se acredita que o desenvolvimento de tecnologias como a clonagem humana e a inteligência artificial tragam desafios frente aos valores éticos e padrões sociais vigentes. Imaginemos que, através das nano-biotecnologias, seja possível identificar as potencialidades de um funcionário que se deseja contratar, entretanto, isto também pode ser usado para justificar a exclusão de pessoas e criação de ideologias separatistas. Na atualidade existe ainda o temor da perda de privacidade dos funcionários com a implantação de chips ou o uso de pulseiras que podem monitorar o desempenho do funcionário.

### **Riscos e o princípio da precaução**

Ressaltamos que os pressupostos utilizados na avaliação de riscos nos estágios iniciais da maioria das tecnologias emergentes são projetados para serem protetores – princípio de precaução – e enfatizar problemas potenciais [altamente previsíveis] para que mais atenção seja focada na gestão ou mitigação desses riscos. À medida que a tecnologia avança através do ciclo de vida dos produtos, e no nosso caso em especial dos processos e da organização do trabalho, mais dados ficam disponíveis e, assim, os pressupostos utilizados na avaliação de risco tornam-se mais realistas (Lutz & Steevens, 2008).

Não há dúvidas de que as novas tecnologias oportunizam novos perigos. No entanto, existem imensos desafios e oportunidades para a compreensão de sistemas complexos e emergentes, considerando às necessidades humanas com menores custos a saúde e menores danos ao meio ambiente. Este pode ser a aplicação de um princípio ético deontológico na avaliação da ciência e suas aplicações (Comest, 2005).

Este debate sobre o conceito de risco e o princípio da precaução aplicado às novas tecnologias compõe um campo de estudo novo para a filosofia da tecnologia e é algo que necessita de muito debate para se chegar a um consenso. Na Tabela 2, apresentamos algumas concepções do princípio da precaução que, apesar das divergências linguísticas e de entendimento, apresentam muitos elementos-chave em comum. Existe um compartilhamento de informações em comum entre os cientistas e formuladores de políticas públicas sobre o princípio da precaução e entre elas está a assertiva de que se aplica o princípio da precaução quando existem consideráveis incertezas científicas sobre a causalidade, magnitude, probabilidade e natureza do dano. Entretanto, apesar de falarmos sobre riscos na quarta revolução industrial, este nosso artigo se concentra nas políticas possíveis para prevenir riscos aos trabalhadores sem considerar uma discussão conceitual sobre riscos e princípio da precaução.

**Tabela 2 - Concepções do Princípio da Precaução**

Fontes	Concepções	Ação obrigatória / opcional
<b>Declaração de Londres (Segunda Conferência Internacional de Proteção do Atlântico Norte – 1987)</b>	[...] para proteger o Mar do Norte de possíveis efeitos prejudiciais de substâncias perigosas, uma abordagem preventiva é necessária, o que pode exigir uma ação para controlar a entrada de tais substâncias mesmo antes de uma ligação causal ter sido estabelecida por evidências científicas absolutamente claras.	É necessário esclarecer termos como “pode exigir uma ação”; “antes... absolutamente claras... evidências”.
<b>Rio 92 (Nações Unidas – 1992)</b>	[...] no sentido de proteger o meio ambiente, uma abordagem preventiva deve ser amplamente adotada pelos países de acordo com suas capacidades. Sempre que houver ameaças de danos graves ou irreversíveis, a falta de certeza científica não deve ser utilizada como motivo de adiamento de medidas de custo efetivo para prevenir a degradação ambiental.	É necessário esclarecer termos como “países de acordo com suas capacidades” e; “adiamento de medidas de custo efetivo”.
<b>União Europeia (Comunicação sobre o Princípio da Precaução – 2000)</b>	[...] o princípio da precaução aplica-se quando a evidência científica é insuficiente, inconclusiva ou incerta e a avaliação científica preliminar indica que há motivos razoáveis para a preocupação de que os efeitos potencialmente perigosos sobre o meio ambiente, à saúde humana, à fauna ou à flora podem ser inconsistentes com o alto nível de proteção escolhida pela União Europeia.	Requer intervenção para manter o alto nível de proteção escolhido pela União Europeia.

### **As inovações tecnológicas**

Outra discussão pertinente à formulação de uma política pública é o questionamento de como as identidades humanas, ideologias, normas e valores serão reformados dentro desta nova realidade tecnológica. E ainda, na perspectiva específica do mundo do trabalho, quais e como se darão as reformas estruturais e organizacionais neste espectro social.

Os questionamentos apresentados trazem à tona temas éticos e morais, além da práxis das políticas públicas para o mundo do trabalho. Assim julgamos necessário conceituar o que se entende por inovação tecnológica e qual a sua tipologia, para que quando essa discussão, futuramente, for levada a cabo, não tenhamos uma discussão vaga ou de uma amplitude desconexa.

A inovação tecnológica pode ser definida como a “introdução no mercado de um produto (bem ou serviço) que seja novo ou substancialmente aprimorado pelo menos para a empresa, ou pela introdução na empresa de um processo que seja novo ou substancialmente aprimorado pelo menos para a empresa” (IBGE, 2016). Considerando este conceito podemos traçar uma tipologia, consistindo em: (I) Atividades inovativas – referem-se aos esforços empreendidos pela empresa no desenvolvimento e implementação de produtos (bens ou serviços) e processos novos ou aperfeiçoados. A pesquisa procura mensurar estes esforços por meio de uma escala de importância para a empresa e em termos monetários, através de estimativa dos dispêndios nestas atividades; (II) Inovação organizacional – compreende a implementação de novas técnicas de gestão ou de significativas mudanças na organização do trabalho e nas relações externas da empresa; (III) Inovação de marketing – consiste na implementação de novas estratégias ou conceitos de marketing ou de mudanças significativas na estética, desenho ou embalagem dos produtos, sem modificar suas características funcionais e de uso.

### **Tecnologia e precarização social do trabalho**

O impacto social das novas tecnologias no mundo do trabalho pode advir de uma aplicação direta dessas tecnologias, ou seja, de um sofrimento ocasionado através de uma doença ocupacional em razão de uma exposição direta e acidental de trabalhadores durante um processo de fabricação ou manipulação de bens. Entretanto, se faz necessário determinar dentro deste espectro social o lócus de nossa discussão e, para este momento olharemos os impactos sociais pelo prisma da precarização social do trabalho.

Amélie é uma garota francesa de 24 anos de idade, moradora da região sul de Paris. Ela é graduada em ciências da computação, um setor profissional e de estudos dominado por homens. Depois de obter seu diploma de mestrado, ela passou a procurar um emprego no setor de TI. Depois de dois anos ela estava extremamente desapontada, pois apesar de possuir um diploma de nível superior, ela tinha acesso apenas a subempregos ou empregos mal remunerados (trainee), empregos temporários ou sem vínculo empregatício. Como mulher, ela se sentiu discriminada durante os procedimentos de recrutamento. Por exemplo, quando os recrutadores perguntavam se ela queria ter filhos, quando e quantos. Agora ela está muito preocupada com sua situação, pois depende do namorado para sobreviver financeiramente. Há um ano atrás, sem perspectivas em vista, ela decidiu mudar de profissão e se tornar uma professora de escola pública. Agora ela está se preparando para conseguir um emprego público, mas continua preocupada em razão dos recentes cortes no setor e sobre a existência ou não de postos de trabalho. (Mckay, 2012)

O trabalho precário pode ser conceituado em oposição ao trabalho decente, conforme preconiza a OIT, que aponta o trabalho decente como um trabalho produtivo, adequadamente remunerado, exercido em condições de liberdade, equidade, segurança, sem quaisquer formas de discriminação e, capaz de garantir uma vida digna a todas as pessoas que vivem dele. Entretanto, a precarização social do trabalho é um fenômeno amplo e complexo, em constante mutação, no sentido de que, dentro de suas dimensões surgem e ressurgem novos e antigos desafios (Druck, 2012).

Ressaltamos que o trabalho precário possui diversas dimensões, entre elas: as formas de inserção e de contrato; a informalidade, a terceirização, a desregulamentação e flexibilização da legislação trabalhista, o desemprego, o adoecimento, os acidentes de trabalho, a perda salarial e a fragilidade da representação sindical. Isto relaciona a classe-que-vive-do-trabalho e os diversos locais onde a precarização se manifesta. Ademais, a destarte de qualquer proposta de análise apresentada, é interessante saber que existem dimensões convergentes nas formas precárias de trabalho e de emprego caracterizadas por: (I) Estruturação ou desestruturação do mercado de trabalho; (II) O papel do Estado e sua proteção social; (III) Práticas de gestão e organização do trabalho; (IV) Questão sindical e sua representação.

Considerando estes fatores, a precarização social do trabalho pode ser compreendida como um processo em que se instala – econômico, social e politicamente – uma institucionalização da flexibilização e da precarização moderna do trabalho, que renova e reconfigura a precarização histórica e estrutural do trabalho no Brasil, agora justificada pela necessidade de adaptação aos novos tempos globais (Druck, 2012). Para entender melhor este fenômeno, vamos ver uma proposição de tipologia da precarização social do trabalho que está intimamente ligada a aquelas dimensões convergentes apresentadas anteriormente, são elas: (I) Vulnerabilidade das formas de inserção e desigualdades sociais; (II) Intensificação do trabalho e terceirização; (III) Insegurança no trabalho e vulnerabilidade da saúde do trabalhador; (IV) Perda das identidades individual e coletiva; (V) Fragilização da organização dos trabalhadores; (VI) A condenação e o descarte do direito do trabalho (Druck, 2012).

#### **Vulnerabilidade das formas de inserção**

Vamos nos concentrar nas três primeiras formas para demonstrar os impactos das novas tecnologias sobre a precarização social do trabalho. Em primeiro lugar, considerando a vulnerabilidade das formas de inserção e as desigualdades sociais a que se notar que enfrentamos velhos desafios, por exemplo, quando vemos a diferença salarial entre homens e mulheres, como no exemplo de Amélie, garota francesa, de 24 anos, com formação de mestrado em uma área promissora e tecnologicamente inovadora: ciência da computação. Entretanto, sendo uma área dominada por homens, o conhecimento da tecnologia não lhe garantiu a superação de um antigo desafio: a desigualdade entre homens e mulheres no mercado de trabalho. E, além de não lhe garantir a superação de um antigo problema, também lhe trouxe um novo, a dificuldade de inserção ou a inserção precária no mercado de trabalho através de contratos temporários, sazonais ou de trainee, que não lhe garantem a proteção social necessária para se desenvolver. Como consequência, foi levada a um mercado de trabalho, historicamente mal remunerado e predominantemente feminino: professora de escola pública. Além de permanecer na dependência da figura masculina para sua subsistência (namorado).

Esta realidade francesa aferida na situação de Amélie é também uma realidade brasileira, onde jovens, mulheres e negros estão entre aqueles que são mais vulneráveis no momento da inserção no mercado de trabalho.

*[...] em 2009, permanece um alto nível de desigualdade e de discriminação no mercado de trabalho, especialmente em relação às mulheres, aos negros e aos jovens, que continuam os segmentos mais precários de todos os trabalhadores. A taxa de desemprego das mulheres era de 11,1% contra 8,3% da dos homens; o desemprego dos jovens negros era de 18,8% e dos jovens brancos de 16,5%. Além dessa desigualdade étnica e de gênero, há também uma brutal diferença geracional, pois a situação de desemprego dos jovens é a mais grave de todas (Druck, 2012, p. 46).*

#### **Intensificação do trabalho**

Até a metade do século XX, acreditava-se que a tecnologia faria com que o homem trabalhasse menos e conquistasse certa qualidade de vida. Entretanto, o que se tem notado é a intensificação do trabalho e a

terceirização. A intensificação do trabalho se dá pela imposição de metas inalcançáveis, extensão de jornada de trabalho que pode estar ligada ao desenvolvimento tecnológico dos meios de comunicação móveis e a integração em rede que permite o trabalho remoto, por exemplo. Até metade do século XX, o trabalhador tinha em média três trabalhos durante toda sua vida, hoje ele pode ter dezenas, e muitos ao mesmo tempo. Adiciona-se aqui a questão da polivalência, onde o trabalhador tem que desempenhar diversas funções. Esta situação é sustentada na gestão pelo medo, na discriminação criada pela terceirização, que tem se propagado de forma epidêmica, e nas formas de abuso de poder, através do assédio moral, que tem sido amplamente denunciado e objeto de processos na justiça do trabalho e de queixas no Ministério Público do Trabalho (Druck, 2012, p. 46).

Uma pesquisa feita pela Federação dos Professores do Estado de São Paulo - FEPESP e do instituto Datafolha intitulada “Uso de Tecnologia Dentro e Fora de Salas de Aula”, ouviu professores do ensino superior em 2016 no Estado de São Paulo e aferiu que:

*[...] no ensino superior privado de São Paulo, a maioria dos professores fica ligado “24 horas por dia” e não é pago por isso. O ensino a distância aumenta o alcance, mas não resolve dúvidas do estudante; e o tutor deve ter a mesma formação do professor na matéria (Fepesp, 2016).*

#### **Insegurança do trabalho e vulnerabilidade da saúde do trabalhador**

Como vimos antes, uma das características deste momento chamado de quarta revolução industrial é a profundidade e amplitude dos seus impactos que é proporcionada pela interligação em rede, influenciando no “como” e “com que” produzimos. A interligação em rede possibilita também a terceirização, inclusive a sua forma conhecida como International Outsourcing (terceirização internacional). A terceirização quando não devidamente regulamentada, pode implicar em redução de salários e da proteção social. Citamos aqui um caso específico de terceirização internacional, onde um dos efeitos imediatos foi a defasagem salarial: Devido ao crescimento da terceirização internacional da produção, o efeito da terceirização internacional sobre os salários tornou-se uma importante questão política. Por exemplo, em março de 1996, funcionários da General Motors (de uma fábrica em Ohio) entraram em greve para protestar contra o aumento da terceirização da produção para países de baixa renda. Em outubro de 1995, os funcionários da Boeing (em Kansas, Washington e Oregon) entraram em greve para protestar contra o compromisso da Boeing de terceirizar metade do valor [de produção] de jatos médios, principalmente para a China. (Glass & Saggi, 2001).

Assim, chegamos à terceira forma de precarização que é a insegurança no trabalho e vulnerabilidade da saúde do trabalhador. A tecnologia em si não garante um bem estar ao trabalhador, como dissemos acima. E pensando efetivamente no emprego em casos concretos, a intensificação do trabalho pode gerar uma maior exposição aos riscos ambientais e a novos riscos ainda desconhecidos, aumentando a prevalência e ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais.

O Japão foi o décimo sexto país no ranking global da inovação tecnológica de 2016, entretanto ainda tem um grande número de suicídios em razão de fadiga por excesso de trabalho, conhecido como karojisatsu. Em abril 2015, Matsuri Takahashi, uma jovem de 24 anos recém graduada na Universidade de Tokyo, ingressou em uma gigante japonesa de publicidade. Ela foi lotada na divisão anúncios pela internet. Depois de seis meses a empresa reduziu o número de funcionários daquele setor de quatorze para seis. Matsuri passou a trabalhar quase 100 horas extras por mês. E, através de uma rede social, a garota desabafou sobre o seu trabalho e o assédio que sofria do seu chefe imediato, dizendo: “Eles decidiram que eu devo trabalhar aos sábados e aos domingos”. E enquanto isso o chefe dela dizia: “Esta sua cara de sono mostra que você é incapaz de gerenciar seu trabalho” ou “Você não é feminina!”. Na manhã de natal daquele mesmo ano, oito meses depois de ingressar na empresa, Matsuri suicidou-se. Para exemplificar podemos citar que:

No Japão, conforme relatado em *The Daily Yomiuri*, em 6/3/2011, estatísticas oficiais do governo japonês da National Police Agency mostraram aumento do “karojisatsu” (suicídio por excesso de trabalho) e do “karoshi” (morte por excesso de trabalho, regulamentada entre as doenças profissionais em 1989) (AMAGASA et al., 2005). O “karojisatsu” bateu o record em 2010, décimo terceiro ano desde que se iniciou essa série estatística sobre causas dos suicídios (cf. publicado em *Yomiuri Shinbun* em 4/3/2011). As duas mais importantes razões entre as causas identificadas são problemas de saúde e problemas econômicos (“não encontra trabalho”), mas 710 casos são explicitamente relacionados ao excesso de fadiga, 587 casos às relações pessoais no local de trabalho, 478 casos a erros cometidos no trabalho. As três últimas causas totalizam 1.775 suicídios, quase 150 por mês, bem superior às estimativas dos suicídios relacionados ao trabalho na França (mas, no caso desse país, a população economicamente ativa é menor). (Hirata, 2016, p. 16)

O país que liderava o ranking global da inovação tecnológica em 2016, a Suíça, também apresentava problemas com a intensificação do trabalho dos profissionais de saúde. Médicos suíços sofrem com o esgotamento em razão de reformas nos sistemas de saúde que atingem a autonomia, o prestígio e os ganhos salariais. Isto ocasiona esgotamento e depressão nos profissionais de saúde (Arigoni, Bovier, & Sappino, 2010).

### **Considerações Finais**

As integrações horizontais e verticais, características da manufatura avançada vistas no início deste artigo, juntamente com a aplicação de novas tecnologias de engenharia compõem o contexto da economia digitalizada em uma sociedade cada vez mais imersa em uma realidade criada pelas novas tecnologias e suas convergências. Computadores evoluíram muito mais do que poderia prever Gordon E. Moore, a ponto de serem os intermediadores das emoções humanas nas redes sociais e diferentes redes de relacionamento pessoal e profissional.

O modelo de fábricas inteligentes que integram agentes autônomos – robôs – com um grande número de dados baseados em feedbacks de clientes e fornecedores e uma coordenação de ações têm, por trás de tudo isso, algoritmos chaves que direcionam a produção e a lucratividade. Esses algoritmos modelam os objetos de chão de fábrica, como robôs e máquinas inteligentes, transportadores e produtos, como agentes, e propõe através dos sistemas de comunicação integrados um mecanismo inteligente de negociação para que eles cooperem entre si.

É importante saber que estes procedimentos implicam em uma mudança organizacional do trabalho que quase sempre será abrupta para um ser humano que estiver envolvido no processo, ou seja, a mudança não ocorre no mesmo ritmo da percepção humana. Estas tecnologias mais uma vez, dentro deste ciclo de revoluções industriais e crises do capital, são criadas para que o homem se adapte a elas e não o inverso. Esta forma de agir (re)cria a cada nova mudança um sentimento semelhante a do início do século XIX quando trabalhadores aderiram a um movimento que ficou conhecido como ludismo, o qual evocava uma aversão às mudanças tecnológicas implantadas nas fábricas têxteis em razão das suas consequências sociais.

Ressaltamos também que esta nova aplicação das tecnologias – manufatura avançada – surge como uma resposta a uma crise do capital que foi bombardeado, por exemplo, com protestos baseados nos problemas ecológicos em razão da adoção do sistema americano de “consumo de massa” e atormentado pela possibilidade cada vez mais real da escassez de recursos. Isto pode ter sido um dos fatores que atingiu o coração do capital, a lucratividade. Como afirma Mészáros:

*O deus que falhou, na imagem da onipotência tecnológica, é agora recomposto e novamente apresentado sob o disfarce do “interesse ecológico” universal [...] a ecologia é grotescamente desfigurada e exagerada de forma unilateral para que as pessoas – impressionadas o bastante com o tom cataclísmico dos sermões ecológicos – possam ser, com sucesso, desviadas dos cadentes problemas sociais e políticos. (Mészáros, 2011, p. 51)*

A criação de uma indústria que considera os limites ecológicos, com uma produção controlada pela demanda; com produtos personalizados; uma logística eficiente. Aliada ainda a um ambiente de trabalho, aparentemente, livre de riscos químicos, físicos e biológicos; e o surgimento de profissões mais especializadas, faz crescer um otimismo naqueles que vem na manufatura avançada uma resposta aos problemas do meio ambiente e da segurança do trabalho.

Esta perspectiva otimista da manufatura avançada que vê a solução de problemas como os acidentes de trabalho na medida em que os robôs passam a exercer ou cooperar com os seres humanos nas funções perigosas, como no caso dos robôs colaborativos ou os exoesqueletos; ou ainda, uma oportunidade para sociedade evoluir onde a maioria dos trabalhadores passam a ocupar cargos que exigem mais habilidades cognitivas e menos manuais, cria uma situação de ingenuidade a medida que mascara situações sociais com o fenômeno do “desemprego tecnológico” e políticas econômicas que aumentam a taxa de exploração através, por exemplo, da mudança das leis, retirada dos direitos trabalhistas e intensificação do trabalho (Harvey, 2014).

Este é o nosso “nó górdio” enquanto elaboradores de políticas públicas, que se resume a primeiro entender o pessimismo ludita como o reflexo real das consequências sociais e políticas de uma crise do capital que se utiliza da tecnologia para sua superação, (re)utilizando suas armas já tradicionais. Além de entender o otimismo ingênuo como a contemplação de maravilhas que não se mostram reais para todos nem por longo prazo.

Entre medidas são urgentes a serem tomadas está a de ter políticas de transparência sobre o uso das novas tecnologias e suas consequências que envolvam diferentes segmentos da sociedade, sendo que o Estado é o grande responsável pela implantação e coordenação delas, não podendo se eximir alegando a falácia do “neoliberalismo”. Políticas de incentivo aos órgãos governamentais de ciência e tecnologia para que estes possam pesquisar e propor soluções e regulamentações diante dos problemas criados pelas novas tecnologias, o que deve ser uma responsabilidade compartilhada pelas empresas que as utilizam. Políticas de regulamentação para que as empresas trabalhem dentro de um padrão seguro e sejam responsabilizadas duramente pelo mau uso das tecnologias.

Entre as políticas de transparência podemos citar a “notificação compulsória prévia” do uso de novas tecnologias por parte das empresas. Isto ajudaria a sociedade a prever os danos e benefícios da adoção destas tecnologias e tomar medidas necessárias diminuição ou eliminação dos possíveis riscos. Especialmente, se esta primeira medida vier conjugada a outra medida de transparência importante, a criação de Conselhos Regionais de Ciência e Tecnologia com poderes de apreciação, formulação, proposição, avaliação e fiscalização de ações e de casos apresentados. Alguns municípios brasileiros já possuem esta estrutura, o que não significa que sejam efetivas. Acrescente-se então que estes conselhos devem contar com a participação da população de atingidos pelas suas medidas, em igual condição de voto e com a colaboração de uma segunda política proposta, a política de incentivo aos órgãos governamentais de ciência e tecnologia.

A política governamental de incentivo a ciência e tecnologia deve priorizar o bem-estar da população em geral e não o desenvolvimento de produtos a serem comercializados. Órgãos governamentais desempenham um papel importante na prevenção de danos ao meio ambiente e as pessoas e, em geral, não devem submeter suas escolhas ao crivo do mercado. Por este motivo, o Estado não deve justificar a supressão de recursos destinados a estes órgãos com o uso da falácia “neoliberal” do Estado mínimo, sob

pena de negligenciar o seu dever principal de proteger o cidadão. Isto também se aplica também às políticas regulatórias que devem existir a partir dos estudos feitos pelos órgãos de pesquisa e a partir do consenso dos conselhos de cidadãos.

A aplicação de medidas como estas e outras de proteção ao trabalho digno; renda mínima, saúde e previdência, em longo prazo, nos ajudarão a não sermos ingênuos a ponto de acreditar em uma tecnologia imparcial e, ao mesmo tempo, a desfrutar daquilo que ela possa oferecer de bom a todos de maneira igualitária e solidária.

### Referências bibliográficas

- Arigoni, F., Bovier, P. A., & Sappino, A.-P. (2010). Trend of burnout among Swiss doctors. *Swiss Med Weekly*.
- Bloem, J. e. (2014). *The Fourth Industrial Revolution: Things to Tighten the Link Between IT and OT*. Sogeti.
- Comest, U. (2005). *The precautionary principle*. Paris: UNESCO.
- Division Innovation Policy Issues. (2014). *The new High-Tech Strategy Innovations for Germany*. Acesso em 29 de Abril de 2018, disponível em [https://www.bmbf.de/pub/HTS\\_Broschuere\\_eng.pdf](https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf)
- Druck, G. (2012). Trabalho, precarização e resistências: novos e velhos desafios? *Caderno CRH*.
- Fepesp. (2016). *Sinpro - ABC*. Acesso em 2017 de Janeiro de 19, disponível em <http://www.sinpro-abc.org.br/index.php/component/content/article/58-geral/2338-aumento-de-trabalho-sem-remuneracao.html>
- Glass, A. J., & Saggi, K. (2001). Innovation and wage effects of international outsourcing. *European Economic Review*, 67-86.
- Harvey, D. (2014). *Seventeen Contradictions and the End of Capitalism*. New York: Oxford University Press.
- Hirata, H. (2016). Trabalho, gênero e dinâmicas internacionais. *revista da ABET*.
- IBGE. (2016). *Pesquisa de Inovação - 2014*. Acesso em 2017 de Janeiro de 19, disponível em Pintec: [http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/PUBLICAÇÃO\\_PINTEC\\_2014.pdf](http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/PUBLICAÇÃO_PINTEC_2014.pdf)
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18-23.
- Lutz, C., & Steevens, J. A. (2008). *Nanomaterials: risks and benefits*. Springer Science & Business Media.
- Mckay, S. e. (2012). *Study on precarious work and social rights*. Londres: London Metropolitan University.
- Mészáros, I. (2011). *A crise Estrutural do Capital*. São Paulo: Boitempo.
- Miller, R. e. (1998). *The promises and perils of 21st century technology: An overview of the issues*. OECD.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.
- Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2017). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Switzerland: Springer.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards Smart Factory for Industry 4.0: A Self-organized Multi-agent System with Big Data Based Feedback and Coordination. *Computer Networks*.