

SOBRE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, TECNOLOGIA APROPRIADA E MERCADO DE TRABALHO

Anita Kon¹

Resumo

Este artigo analisa as características das discussões que as sociedades vêm desenvolvendo quanto à definição da aplicação de seus recursos econômicos disponíveis em investimentos altamente tecnológicos que priorizam o aumento da produtividade e competitividade da economia ou que priorizam investimentos sociais que diminuam as disparidades de renda e trabalho existentes. São investigadas as características do progresso tecnológico e seus impactos sobre a estruturação do trabalho, as particularidades do novo paradigma tecnológico denominado de “Indústria 4.0” e seus reflexos nos mercados de trabalho e finalmente as discussões sobre as formas de desenvolvimento através da denominada Tecnologia Apropriada e da Tecnologia Social, como priorização para atenuar as repercussões negativas do avanço tecnológico sobre o mercado de trabalho.

Palavras-chave

Tecnologia. Emprego. Indústria 4.0. Tecnologia Social.

Abstract

This article aims to analyze the discussions that societies have been developing nowadays regarding the definition about the application of their available economic resources in highly technological investments that prioritize the increase of the economy’s productivity and competitiveness or that prioritize social investments that reduce the existing income and labor disparities. The paper investigates the characteristics of technological progress and its impacts on labor structuring, the particularities of the new technological paradigm denominated “Industry 4.0” and its reflections in labor markets, and finally the discussions on the forms of development through the so-called Appropriate Technology and Social Technology, as a prioritization to mitigate the negative repercussions of the technological advance on the labor market.

Key-words

Technology. Labor. Employment. Industry 4.0. Appropriate Technology.

Introdução

Na atualidade, as economias mundiais buscam estimular os processos de retomada do desenvolvimento econômico, após a crise financeira internacional de 2008, que deixou como seqüelas o aumento do desemprego e de condições de trabalho informais de baixos rendimentos. A retomada do crescimento passa pelo aumento da produtividade das economias e da maior geração de valor adicionado através da participação das empresas nas cadeias internacionais de valor. Para estes fins o avanço da tecnologia digitalizada contribui crescentemente, ao mesmo tempo em que os mercados de trabalho se reorganizam tendo em vista a eliminação de postos de trabalho resultantes dos novos modelos tecnológicos.

O último Fórum Mundial de Desenvolvimento realizado em Davos em 2016 teve como tema a “Quarta Revolução Industrial” - a qual, para muitos especialistas já está em curso ainda que de forma sobreposta à terceira revolução industrial - marcada pela introdução crescente das novas tecnologias informação e comunicação. O Professor Klaus Schwab, fundador e organizador do Fórum Econômico Mundial realizado anualmente em Davos, considera estas mudanças como a nova Revolução Industrial que deu origem ao termo Indústria 4.0, como uma forma alternativa e mais avançada da dinâmica industrial anterior. No entanto, ficou patente nas discussões a preocupação com os efeitos negativos do novo paradigma, com relação ao mercado de trabalho, observando o aumento do desemprego estrutura e da informalidade, que atingem particularmente a força de trabalho de qualificação média (WEF, 2016 p. 73).

Nesse contexto as tomadas de decisão do governo, das empresas e dos indivíduos devem enfrentar o dilema quanto aos investimentos dos recursos disponíveis, decidindo a priorização de sua aplicação em tecnologias altamente digitalizadas que aumentam a produtividade e diminuem os gastos de produção ou, alternativamente, em tecnologias sociais que visam reestabelecer empregos e diminuir as desigualdades de renda e sociais.

Este artigo analisa as características deste dilema que as sociedades e especificamente as economias em desenvolvimento vêm buscando resolver, quanto à definição da aplicação de seus recursos tecnológicos e humanos. Particularmente em países em desenvolvimento, observam-se maiores embates sobre a priorização da aplicação em investimentos dos recursos insuficientes disponíveis: em tecnologias mais avançadas ou em tecnologias socialmente mais adequadas ao perfil de sua força de trabalho. Trata-se do dilema entre buscar a saída da crise e a retomada do desenvolvimento econômico através da busca da participação em cadeias de valor internacional, ou buscar as soluções para o crescente desemprego, aumento da informalidade no mercado de trabalho e aumento das disparidades no bem-estar.

A seção seguinte versa sobre as características do progresso tecnológico e seus impactos sobre a estruturação do trabalho. Em sequência são apre-

sentadas as particularidades do novo paradigma tecnológico denominado de “Indústria 4.0” e os reflexos nos mercados de trabalho, enquanto destruidora e criadora de empregos. Na última seção são definidas as discussões sobre as formas de desenvolvimento através das denominadas Tecnologia Apropriada e Tecnologia Social, como forma de resolver o dilema da aplicação mais adequada dos recursos das economias, de modo a atenuar as repercussões negativas sobre o mercado de trabalho diante do novo modelo tecnológico.

O progresso tecnológico e a estruturação do trabalho

O progresso tecnológico se efetiva através de um conjunto dos conhecimentos disponíveis em uma sociedade e incorporada nos trabalhadores, aplicada sobre ciências e artes industriais, e a inversão destas capacidades à produção de bens e produtos. Dessa forma, os impactos da evolução tecnológica sobre o mercado de trabalho de uma economia são diretos, e se fazem sentir a curto e longo prazo sobre a divisão do trabalho, sobre a geração de valor adicionado e renda, o que no entanto requer toda uma estrutura institucional para a qualificação e requalificação do trabalhador, de modo a possibilitar sua adequação a novas condições.

A dinâmica do desenvolvimento econômico provoca mudanças na estrutura produtiva de uma economia, por meio do desenvolvimento das forças produtivas, da realocação setorial dos fatores de produção, com a consequente regionalização do capital e dos centros dinâmicos de desenvolvimento. Dentro deste contexto, o desenvolvimento das forças produtivas é impulsionado pela introdução da inovação tecnológica que assume papel primordial na determinação da realocação dos fatores de produção e na capacidade de acumulação. Esta inovação atua na difusão do crescimento econômico e da eficiência entre setores e regiões, de forma diferenciada e de acordo com a capacidade de introdução e assunção do progresso tecnológico pelos vários agentes produtivos: mão de obra, produtores e governo (KON, 2016).

Esta divisão do trabalho em uma sociedade determina a divisão entre ocupações apropriadas aos diferenciados ramos de produção, que resulta da adoção de tecnologias também distintas no que se refere à relação capital/trabalho. Nas formas de sociedades capitalistas de produção, o trabalho de cada especialidade produtiva é subdividido em operações funcionais, contrariamente às sociedades anteriores ao capitalismo, cuja divisão em ofícios, diferenciando principalmente o papel dos sexos, não implicava em divisão de tarefas dentro dos ofícios. Paralelamente à divisão social do trabalho, portanto, a divisão manufatureira do trabalho é o parcelamento dos processos implicados na feitura do produto, em numerosas operações executadas por diferentes trabalhadores, segundo os requisitos dos paradigmas tecnológicos vigentes em cada época (BRAVERMAN, 1977, Cap.3, p. 71).

O desenvolvimento de novas tecnologias tem sido, no decorrer da evolução das sociedades, um agente relevante que conduz à expansão das oportu-

tunidades de combinações de recursos materiais e humanos disponíveis. O constante crescimento populacional das nações, de um modo geral, resulta na necessidade de aumento da produtividade e da eficiência no uso dos recursos, o que é possibilitado pela inovação tecnológica. Como consequência desta, são observados reflexos consideráveis no caráter e na natureza do trabalho humano (Tauille, 1987; Moraes Neto, 2003), que se manifestam por meio de uma diversidade crescente nas ocupações do sistema econômico. Estas consequências serão sentidas em maior ou menor extensão, quer as inovações tecnológicas envolvam todo um processo ou sistema de produção, na criação de um novo produto, quer apenas o aperfeiçoamento de fases do processo produtivo. Serão ainda de maior ou menor impacto, caso ocorram rapidamente ou exijam um período de tempo maior para sua caracterização.

A literatura mostra que a introdução da inovação tecnológica, por parte de produtores públicos e privados, implica em uma escolha entre diferentes possibilidades tecnológicas, que repercutirão na absorção de maior ou menor quantidade do fator trabalho, dotado de diferentes níveis de qualificação, o que determinará a estruturação das ocupações de forma adaptada aos processos produtivos escolhidos. Existirá entre as técnicas conhecidas pela sociedade, as que maximizarão o potencial social em termos de bem-estar e portanto serão as apropriadas para aquela realidade. A técnica mais apropriada depende do que se está disposto a sacrificar, bem como da prioridade relativa dos objetivos, sejam sociais ou privados. Por outro lado, as microunidades ou empresas privadas elegem sua tecnologia com vistas em seu desenvolvimento econômico, levando em conta seus próprios objetivos, os recursos de que dispõe, a natureza do mercado em que operam e o conhecimento das opções tecnológicas disponíveis (STEWART, 1983; EHRENBERG E SMITH, 2000; MORAES NETO, 2003).

A Indústria 4.0 e os reflexos no mercado de trabalho

Na atualidade, as economias mundiais passam por grandes transformações industriais, marcadas fortemente pela integração entre atividades industriais e de serviços, caracterizadas por um novo paradigma de produção da denominada Indústria 4.0, que acarreta em grandes repercussões tanto nas estruturas econômicas internas quanto na ordem econômica internacional.

Assim, as indústrias inteligentes, em que as máquinas, sistemas de armazenamento e equipamentos funcionam em rede - na qual elementos inteligentes trocam informações entre si de forma autônoma - são características de todos os conceitos da Indústria 4.0, e a automação passou a ser um elemento-chave destas indústrias, por permitir um melhor nível de integração, comunicação ininterrupta e de flexibilidade. Este sistema permite a simulação de ações pelos operadores para testarem e otimizarem processos e produtos ainda na fase de concepção, diminuindo os custos e o tempo de criação. Da mesma forma, possibilita a integração horizontal e vertical de sistemas de Tec-

nologia da Informação, que integram uma cadeia de valor automatizada, por meio da digitalização de dados. Neste sentido os sistemas de informações multiplicados facilitam a identificação de falhas nos processos da empresa, o que leva à otimização da qualidade da produção, economia energia, com resultados de maior eficiência da utilização de recursos na produção.

Assim, estas formas avançadas de manufaturas envolvem a integração de tecnologias físicas e digitais além de outras inovações em serviços intangíveis, bem como a integração de todos os estágios da cadeia de valor, desde a fase de desenvolvimento até o uso final de um produto. É uma dinâmica que diz respeito a um contexto mais além do que apenas o da automação no processo industrial, pois consiste na integração entre a maquinaria e os outros sistemas que operam nesta produção, incluindo as diferentes atividades industriais e de serviços da cadeia de oferta de insumos. (CNI, 2016).

Estas novas tecnologias introduzidas crescentemente nas últimas décadas nas sociedades desenvolvidas, e que recentemente vêm se ampliando para os países em desenvolvimento, se referiam inicialmente à microeletrônica, à informática, à biotecnologia e à tecnologia dos materiais. Múltiplas pesquisas em empresas constataram outras tecnologias principalmente determinantes das indústrias 4.0, que operam sob esta nova configuração: Internet das Coisas (*Internet of Things*), Internet dos Serviços (*Internet of Services*), robótica avançada, inteligência artificial, manufatura aditiva, simulações, integração vertical e horizontal de sistemas, *Big Data*, nuvens digitais (*cloud manufacturing*), nanotecnologia, segurança cibernética, drones inteligentes e realidade aumentada (LOURAL, 2014; CNI, 2016; SCALABRE, 2017).

Os impactos significativos deste novo modelo de indústria implicam para as empresas, para os mercado e para todo o sistema econômico, em redução de custos, eliminação de desperdícios, economia de energia, redução de erros, aumento da segurança, conservação ambiental, aumento da qualidade do produto, intensificação e maior rapidez na capacidade de atender os consumidores, que pode resultar em uma produção em escala consideravelmente elevada ou na customização mais acentuada dos novos produtos. O novo ambiente tecnológico, tanto dentro das empresas quanto em sua relação com o mercado resulta em mudanças de estratégia nas tomadas de decisão, com impactos econômicos consideráveis, desde que gera cadeias de valor agregado crescentes e altera o poder de competitividade das empresas, frente ao mercado interno e externo da economia.

Críticas à automação avançada chamam a atenção para a preocupação com a eliminação de empregos, particularmente em países em desenvolvimento. No último encontro dos maiores países industrializados do grupo G20, foram discutidas soluções para as conjunturas em que empregos de médios e baixos salários são perdidos para robôs, assim como o mercado de trabalho para atividades mais complexas se transforma rapidamente e de forma desvantajosa em direção futuras chances de renda com a introdução das tecnologias digitalizada (SNOWER, 2017).

Os reflexos negativos da indústria 4.0 no mercado de trabalho se fazem sentir à medida que aumenta a automação, e há a necessidade da evolução de qualificação da mão de obra de um nível para outro da estrutura ocupacional, quando, por exemplo, pode haver a substituição do esforço manual pelo mecânico, ou a máquina passar para o controle com poder de auto-correção e de fornecer informações que servem de base para decisões tais como seleção de velocidade, de temperatura etc. Dessa forma, as ocupações mais mecanizadas reduzem as funções do operador. No entanto, passa a existir a necessidade de outras tarefas indiretas como programação (informática), engenharia, matemática, que criam novos trabalhos especializados.

Robôs colaborativos estão revolucionando a indústria e quebrando paradigmas ao automatizar fases da linha de montagem e de outras fases do processo produtivo, como manipulação de materiais, cortes, aplicação de colas e vedantes, soldadura, pintura, aplicação de adesivos, transporte de materiais, alimentação de máquinas, encaixotamento, análises e testes de laboratórios.

Portanto, no que diz respeito às repercussões da inovação tecnológica advindas da automação industrial é possível observar-se em algumas economias que a perda de ocupações ou empregos na indústria pode ser compensada por novas formas de ocupações, porém o resultado líquido destas perdas e ganhos no mercado de trabalho será diverso para cada condição específica das economias, de acordo com o perfil de qualificação da força de trabalho. Este determina as condições para a introdução das novas tecnologias mais avançadas, bem como o grau de treinamento dos trabalhadores no sentido de que aprendam a colaborar e a coexistir com as tecnologias inteligentes. Os resultados destas mudanças sobre a criação e destruição de empregos se refletem na estruturação ocupacional de cada economia, dependendo do perfil de qualificação de sua força e trabalho e das condições de implantação das inovações pelos setores de atividades (KON, 2016).

Pesquisas empíricas mostram que estas transformações nas ocupações, com a criação de novas formas de funções da mão de obra, são profundas, embora graduais e auxiliadas pelo uso de inovações intangíveis pelos trabalhadores. Mas ocorrem também transformações nas funções dos trabalhos já existentes, que passam a utilizar instrumentos de realidade virtual e realidade aumentada para auxiliarem os trabalhadores tradicionais a elevarem a sua produtividade e a tornarem seus trabalhos mais seguros. Observam-se transformações econômicas e sociais relevantes em todo os níveis operacionais em que se difundem e o ritmo de difusão bem como os impactos sobre a divisão do trabalho nas nações menos avançadas, podem levar ao aumento da informalidade e do desemprego (TAUILLE, 1987; RATTNER, 1989; MORAES NETO, 2003, IEDI, 2017).

Do ponto de vista da tomada de decisões, as mudanças tecnológicas que resultam na Indústria 4.0 se originam de mudanças consideráveis na tecnoestrutura da organização. A unidade empresarial, no modelo anterior a estas mudanças, tem a característica de ter suas decisões tomadas pela inteligência

da empresa, que é formada por aqueles que trazem conhecimentos especializados e não necessariamente se limitam ao grupo restrito de diretores, dos quais é exigido o conhecimento especializado. A tecnoestrutura inclui desde os componentes da Presidência e da Diretoria, até ocupantes de outros cargos de responsabilidade, como chefes de divisões ou departamentos, que têm o encargo de coordenar as informações de outros funcionários (GALBRAITH, 1985; MINTZBERG, 2003).

Este quadro diretor central pode apresentar variações consideráveis em número de componentes, grau de responsabilidade e tarefas, dependendo da estrutura da firma, e da extensão pela qual a firma é colocada perante transformações externas que solicitem ações não realizáveis pela estrutura gerencial existente. As alterações na tecnoestrutura com eliminação da burocracia se dão por meio de tecnologias que interconectam processos decisórios e auto-ajustam as fases do processo produtivo e distributivo. Da mesma forma, com relação à decisão sobre o crescimento da empresa em longo prazo, as firmas que conseguem atingir maior flexibilidade neste processo de ajustamento observam maiores possibilidades de ampliação do seu mercado e de posterior continuação do crescimento. Assim, as transformações resultam em vantagens competitivas consideráveis para as empresas capacitadas para assumir o novo paradigma. (KON, 2016).

A maneira pela qual a acumulação de capital promove o desenvolvimento, seja por meio de mudanças no processo de produção e de organização ou por novos produtos, está por sua vez relacionada à divisão social do trabalho em um dado momento, bem como à distribuição de renda, que atua não apenas determinando a demanda e portanto o emprego (em uma visão Keynesiana), como também o valor da força do trabalho e sua posterior divisão ocupacional. Assim, as mudanças de processo aumentam a produtividade em ramos de produção já existentes, tornando o produto mais barato, mudando a relação capital/trabalho ao reduzi-la em alguns ramos e elevá-la em outros. Pode ocorrer a partir desta dinâmica, uma redução na quantidade de trabalho necessária à produção de uma mesma quantidade de produto, reduzindo o emprego em setores específicos da economia. Por sua vez, o surgimento de novos produtos significa a substituição por produção local, de bens anteriormente importados ou não consumidos, resultando na ampliação da atividade produtiva como um todo e no aumento líquido do emprego.

De qualquer maneira, o desenvolvimento tecnológico implica em mudanças na capacidade produtiva das economias e na participação dos diferentes fatores de produção. Assim, estes conhecimentos técnicos e tecnológicos atualizados possibilitam a formação de novos capitais, modificação na organização das empresas e habilitação dos recursos humanos da sociedade. A capacidade da sociedade ter benefícios com estas mudanças, decorre da forma pela qual consegue se ajustar, com relação à redistribuição destes fatores de produção, de modo que a demanda global se ajuste à expansão do potencial econômico, mas também ao perfil de sua força de trabalho.

Com relação às vantagens para as novas ocupações criadas pela automação, os pontos de vista encontrados na literatura são também conflitantes, ou seja, alguns analistas consideram que os resultados são favoráveis, pois o trabalho se torna menos monótono e rotineiro, com níveis superiores de educação e treinamento e com maior remuneração. Outras abordagens salientam que as consequências são desfavoráveis, pois o trabalhador médio será deslocado pelo equipamento de maior produtividade, porque lhe faltam instrução e capacidade para exercer estas funções automatizadas. Isto porque estas transformações ocorrem em pouco tempo e a mão-de-obra existente não pode atender à demanda por maior qualificação, sem treinamento intenso; dessa forma, algumas empresas no curto prazo substituem a mão de obra não habilitada por operários já qualificados ou aptos a se adaptarem rapidamente às novas ocupações (KON, 2016).

No entanto, pode ocorrer também em determinadas empresas que a automação reduza as exigências de qualificação da mão de obra, ao requerer menor habilidade do operador após certos níveis de mecanização e o trabalhador médio será capaz de fazer diferentes tarefas mais rápida e facilmente com o uso de máquinas altamente automatizadas (MORAES NETO, 2003).

Em suma, permanecem dúvidas sobre o saldo líquido entre o desemprego tecnológico e o emprego compensatório resultante das transformações na estrutura ocupacional, que pode ser positivo ou negativo, dependendo da velocidade de crescimento da inovação tecnológica e do direcionamento setorial destes investimentos. O que permanece em consenso é o potencial altamente desestabilizador que atinge a estrutura ocupacional, resultante da introdução do progresso tecnológico.

As ideias da Tecnologia Apropriada e Tecnologia Social

A discussão sobre a “escolha” da tecnologia apropriada para as condições específicas da força de trabalho está presente nas análises do processo do desenvolvimento econômico e da divisão do trabalho de países menos adiantados. A ideia de tecnologia apropriada tem origem no início do século XX, quando Gandhi defendia a manutenção e disseminação das tecnologias tradicionais nas vilas indianas, ao incentivar a produção de alimentos e fertilizantes naturais dirigidos para o suprimento das necessidades dos habitantes destes locais, operacionalizadas em cooperativas familiares e com tecnologias tradicionais condizentes com as condições financeiras, culturais e demográficas da Índia. Esta abordagem salientava que a tecnologia deveria ser desenvolvida a partir de uma abordagem integrada de desenvolvimento socioeconômico e cultural para atender demandas locais (Herrera, 1983). Após o abandono desta ideia por um tempo, houve uma retomada em 1961, através do conceito de Tecnologia Apropriada introduzido pelo economista Ernest F. Schumacher, que publicou posteriormente os critérios que caracterizam esta tecnologia, em seu livro *Small is Beautiful*, ao criticar a economia ocidental que estava passan-

do por transformações e dificuldade durante uma crise energética em 1973 e com a intensificação da globalização. Os padrões de produção e consumo mudaram na busca de novos modelos que propiciassem a diminuição dos custos e a maior eficiência.

A ideia da tecnologia apropriada então desenvolvida consiste na aplicação sistemática de métodos, técnicas, processos e produtos, dirigidos para a busca de solução de problemas identificados por uma comunidade, com o objetivo de propiciar efeitos positivos e evitar efeitos negativos da inovação tecnológica sobre a sociedade, a economia, a cultura e o meio ambiente onde será aplicada. Dessa forma, este conceito diz respeito à escolha da infraestrutura tecnológica de um país, de modo a associá-la com as necessidades de seus usuários e com o meio-ambiente onde ela flui e que, dependendo dos objetivos, características e formas de atuação, moda esta estruturação com funções específicas e adequadas às condições da força de trabalho da comunidade (KON, 2016).

Embora as nuances da tecnologia apropriada variem de acordo com os campos, áreas e tipos de aplicações, é reconhecida em geral como determinada e escolhida para a aplicação em pequena escala, com alta intensidade em trabalho, descentralizada e controlada localmente. Esta tecnologia, portanto, é adaptada ao local e às necessidades do usuário e bem como de diferentes grupos culturais e geográficos, que poderão obter resultados diferenciados conforme sua aplicação, desde que cada produtor irá adotar o mecanismo que melhor atender sua condição imediata, utilizando a base tecnológica possível à sua condição espacial, social e financeira.

Estas características resultam da busca de soluções próprias diferenciadas para cada contexto comunitário, de modo que faça sentido para a solução mais rápida e eficiente para a geração de emprego para uma mão de obra com níveis não elevados de qualificação. Na atualidade outros autores propõem esta forma de tecnologia enfatizando a condição de que a natureza da tecnologia deve ser centrada em indivíduos, ou seja, priorizando as necessidades de geração e emprego de populações locais ou regionais específicas que em curto prazo não têm capacidade de desenvolvimento rápido do maior conhecimento e qualificação.

Segundo Goldemberg (1978), o termo tecnologia apropriada pode ser definido como representando um processo de escolha de formas que atinjam determinados efeitos sociais e ambientais de uma tecnologia proposta antes que ela seja desenvolvida, em atendimento às especificidades do perfil de sua força de trabalho, como tentativa de incorporar elementos benéficos, nas várias fases de seu desenvolvimento e utilização. Para ser considerada apropriada, portanto, uma tecnologia deve apresentar alguns aspectos sociais e econômicos específicos para satisfazer as necessidades das camadas mais pobres da população, preservar o meio ambiente, ser adequada em relação aos recursos naturais disponíveis e ainda recorrer a fontes de energia disponíveis no local de sua aplicação.

Portanto, as escolhas mais adequadas no contexto estão voltadas para satisfazer as necessidades das camadas menos privilegiadas em termos de renda e qualificação e, nesse sentido, é voltada para aplicação de métodos simples, de pequena escala, de baixo custo e intensivo uso de trabalho. As comunidades rurais são em geral mais favorecidas, pois os benefícios advêm da possibilidade de substituição de técnicas antigas e obsoletas, sem que haja danos no processo produtivo, de modo que o produtor continue explorando ao máximo o potencial dos recursos locais em matérias primas, energia e equipamentos sem prejuízo à produção.

A tecnologia apropriada não pode ser considerada como tecnologia atrasada que já foi superada por avanços introduzidos por novos conhecimentos gerados por atividades de P&D pois para trabalhadores que dispõem de pouca infraestrutura tecnológica em seu sistema produtivo, a introdução desta tecnologia, apesar de sua simplicidade, pode incrementar características nos sistemas produtivos que promovem o desenvolvimento econômico e social daquela parte da força de trabalho, em condições que em curto prazo não seriam atingidas de outra maneira. A transferência da tecnologia apropriada permite que estas comunidades cresçam, produzam excedentes e se desenvolvam de forma sustentável, atendendo à necessidade de geração de postos de trabalho que demandem um investimento menor do que o aplicado às tecnologias mais intensivas em capital (NOVAES e DIAS, 2009, p. 26).

Lado a lado com a tecnologia apropriada o conceito de Tecnologia Social apresenta características próprias, mas também complementares à primeira e, de um modo geral, é definida tendo em vista a negação da tecnologia convencional voltada para os aspectos de alta intensidade em capital, no sentido de estimular a consecução do desenvolvimento para camadas específicas da sociedade. Dagnino (2009) mostra que a tecnologia convencional é por sua natureza poupadora de mão de obra, através da constante substituição do trabalho humano por trabalho morto. Esta tecnologia é fortemente segmentada, o que não permite que o produtor direto exerça controle sobre a produção e dessa forma é alienante, pois suprime a criatividade do produtor direto. Além disso, é hierarquizada, pois requer que haja a posse dos meios de produção e o controle sobre o trabalho sejam privados. Seu objetivo principal é maximizar a produtividade para acumular capital, mesmo que isso tenha efeitos negativos sobre o nível de emprego.

Em países em desenvolvimento, onde a pesquisa e inovação não são avançadas, a tecnologia convencional é difundida pelas empresas de países avançados, através da importação e absorvida sem crítica adequada, com o objetivo de competitividade internacional. Assim, a tecnologia convencional impõe a estes países os padrões exigidos pelos mercados dos países mais desenvolvidos de alta renda e também para uma determinada camada mais privilegiada dos países em desenvolvimento. No entanto, nestes países, onde freqüentemente grande parte da força de trabalho ainda não é preparada para assumir determinadas funções que exigem alta qualificação, o desenvolvimen-

to de tecnologias sociais e apropriadas para absorver esta mão de obra menos qualificada no mercado de trabalho de forma eficiente, vem sendo a solução encontrada, para diminuir as assimetrias ou disparidades de condições de trabalho e remuneração no mercado de trabalho.

A Tecnologia Social é definida então a partir de um conjunto de características distintas, que visam efeitos sobre o trabalho, em uma escala de produção ótima para aquelas circunstâncias, apropriada aos efeitos sobre o meio-ambiente, às características dos insumos utilizados na produção, ao ritmo da produção possível e ao tipo de controle exercido sobre os trabalhadores, que a distingue da tecnologia convencionalmente voltada para a competitividade interna e internacional (Dagnino, 2009). Esta tecnologia, portanto reúne características que permitam que pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico sejam incluídos de maneira mais protegida e orientada para a satisfação das necessidades desta mão de obra menos qualificada. Nesse sentido, o incentivo específico é dirigido para o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários, através de modelos capazes de viabilizar economicamente empreendimentos como cooperativas populares e pequenas empresas, com alta relação trabalho/capital (NOVAES e DIAS, 2009).

É necessário salientar-se que a tecnologia social é também tecnologia apropriada ao gerar respostas mais adequadas a problemas locais específicos e ser dirigida para a produção coletiva, mas não necessariamente apenas mercadológica. Assim, se nos anos 1970 a tecnologia apropriada foi muito discutida e nos anos 1980 perdeu a importância e foi muito criticada. No entanto, as crises internacionais mais recentes desde os anos 1990, incluindo a crise financeira de 2007-2008, resultaram em situações de alto desemprego mesmo em países desenvolvidos. Esta situação obrigou à retomada das discussões sobre formas de solução destes problemas, através da revisão parte dos conceitos de tecnologia apropriada e pela incorporação de outras contribuições de estudos mais recentes sobre tecnologia e sua relação com a sociedade. Dessa forma, foi construído um marco analítico-conceitual que permitisse a busca da geração da tecnologia social mais eficaz e efetiva do ponto de vista operacional (DAGNINO, 2009; NOVAES, 2007).

Outros autores explicam como a partir da teoria da Economia da Inovação foram extraídas contribuições para a ideia da tecnologia social, ao propor uma abordagem voltada para a interação entre atores no âmbito de um processo de inovação. A ideia era de que a tecnologia alternativa poderia ser produzida por pessoas que fossem capazes de abandonar procedimentos técnicos profundamente arraigados e “alterar procedimentos de concepção (ou de construção sócio-técnica) para atender a especificações distintas das que dão origem às tecnologias convencionais, por partilharem dos valores e objetivos que impregnam o cenário desejável de maior equidade” (NOVAES e DIAS, 2009, p. 34).

Estes autores destacam de modo crítico que a possibilidade de transferir a tecnologia gerada para qualquer usuário não era muito plausível, como pro-

punha a Economia da Inovação, pois a inovação supõe um processo em que atores sociais interagissem para criar um conhecimento que eles mesmos vão utilizar no próprio local. Os critérios para tanto eram múltiplos e grande parte das vezes os conhecimentos eram tácitos e não codificados, de modo que a utilização daquele conhecimento por outros indivíduos com culturas diferentes em ambientes distintos, e com um grau de heterogeneidade, impediria a transferência da nova tecnologia. A tecnologia, portanto, não é resultado apenas de um processo no qual os produtores simplesmente ofertam produtos e processos, mas é resultado de uma negociação dinâmica, que frequentemente envolve elementos de natureza tácita, entre os atores sociais envolvidos com o processo (NOVAES e DIAS, 2009, p. 35).

A resposta a estas críticas estabelece que na tecnologia social, não poderia existir soluções previamente prontas e acabadas para serem transferidas, pois cada contexto exige soluções próprias, mas o conhecimento adquirido seria transformado e adequado às particularidades de cada contexto. Uma contribuição relevante da Economia da Inovação é a ideia de que “uma determinada tecnologia não é escolhida por ser a melhor, mas se torna melhor porque é escolhida” (Dias e Novaes, 2009, pg. 61). No âmbito da tecnologia social a escolha significa aceitação por suas vantagens sociais, mais do que por suas qualidades técnicas. Dessa forma, as críticas sobre a rentabilidade e produtividade, não fazem o mesmo sentido do que na tecnologia convencional, mas sim são levadas em conta as vantagens em relação ao cenário anterior à introdução da tecnologia social. Assim, as tecnologias se desenvolvem e se difundem não apenas em virtude de fatores técnicos voltados para a competitividade, mas principalmente por fatores sociais, culturais, políticos, econômicos, o que guarda relação estreita com a formulação de políticas públicas adequadas à proposta da tecnologia social.

O movimento da tecnologia social vem sendo discutido e atualizado, e em alguns contextos alcançou consideráveis resultados no plano das ações. No entanto a continuidade das investigações e da reflexão sobre a atualização de modelos e conceitos mostra a necessidade de um processo dinâmico de criação de soluções específicas de acordo com as condições locais. De uma forma global os conceitos de Tecnologia Social, como aperfeiçoamento da ideia de Tecnologia Adequada, são elaborados visando o resultado da ação de um ator social sobre um processo de trabalho, no qual atuam também outros atores sociais que se relacionam com artefatos tecnológicos visando à produção voltada para o contexto específico. A modificação no produto, portanto, é apropriada pelo ator social e é o resultado da ação deste ator sobre um processo de trabalho que permite uma modificação qualitativa ou quantitativa no produto gerado passível de ser apropriada segundo o seu interesse (DAGNINO, 2009, p.99).

A necessidade de gerar conhecimento e coordená-lo de forma coletiva de modo a criar valores, requer a participação ativa de uma série de atores específicos, representados pelo Estado, pelo governo, comunidades de pesquisa

e os movimentos sociais. A busca pela tecnologia apropriada ou social deve ser uma das premissas básicas relevantes num processo de formulação de políticas públicas se a questão do investimento tecnológico em uma economia estiver voltado de um lado para a modernização e aumento da produtividade e competitividade interna e internacional, mas também voltado para a inclusão social, através da geração de trabalho e renda para camadas da população de menor capacidade de absorver tecnologia mais avançadas.

Considerações finais: a busca da resolução do dilema

No contexto atual o conceito de tecnologia apropriada como tomada de decisão para os investimentos produtivos deve ser revisto de modo a se adequar às condições específicas possíveis de cada economia para a retomada ou continuidade do crescimento econômico e aumento do bem-estar das sociedades. Nesse sentido, a tecnologia apropriada extrapola a conotação encontrada na literatura de priorização de investimentos em direção apenas a tecnologias sociais que visam se dirigir para o aumento de oportunidades de trabalho para as consideráveis camadas da população em situações de qualificação mais baixa.

Observa-se que as tecnologia digitais mais avançadas, que já vêm se incorporando efetivamente em economias não apenas avançadas, mas também em países em desenvolvimento, acarretam em efeitos tanto sobre a destruição de empregos rotineiro no paradigma anterior, quanto a geração de novas modalidades de trabalho e empregos voltados para novas necessidades criadas.

Nesse sentido, na atualidade a tomada de decisão sobre a tecnologia apropriada às condições específicas dos recursos e do perfil da força de trabalho de cada economia, prioriza da mesma forma investimentos em tecnologias digitalizadas que visam a inserção competitiva no mercado interno e internacional, quanto investimentos em tecnologia social especificamente para atender à geração de trabalho e renda para a força de trabalho menos qualificada, paralelamente à criação de investimentos em instituições dirigida para a qualificação e requalificação da mão-de-obra.

Portanto, a escolha entre as alternativas discutidas é um falso dilema. A discussão pertinente se centra então, na melhor forma de distribuição dos recursos entre os objetivos descritos, de forma específica e adequada de cada sociedade, contrabalançando a busca de aumento da produtividade e competitividade com a diminuição do desemprego e do trabalho precarizado.

Bibliografia

- BRAVERMAN, H. *Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX*. Zahar: Rio de Janeiro: 1977.
- CNI. Industry 4.0: a new challenge for Brazilian industry, Especial Survey,

17, N. 2, 2016.

DAGNINO, Renato Peixoto, et al., *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*, IG/INICAMP, Campinas, 2009.

EHERENBERG, Ronald. G. e SMITH, Robert S. *A moderna economia do trabalho*, Makron Books: São Paulo, 2002.

GALBRAITH, J.K. *O Novo Estado Industrial*. Abril Cultural: São Paulo, 1985.

GOLDEMBERG, J. *Tecnologia apropriada*. Encontros com a Civilização Brasileira: Rio de Janeiro, 1978.

HERRERA, A. *Transferencia de tecnología y tecnologías apropiadas*. Unicamp: Campinas, 1983.

IEDI, *indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro*. IEDI, São Paulo, 2017.

KON, Anita. *A Economia do Trabalho*. Alta Books: Rio de Janeiro, 2016.

LOURAL, C. A. *Um panorama de novas tecnologias e seus impactos na indústria*, Unicamp: Campinas, 2014.

MINTZBERG, Henry. *Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações*. Atlas: São Paulo, 2003.

MORAES NETO, B. R., *SéculoXX e trabalho industrial*. Xamá: São Paulo, 2003.

NOVAES, Henrique Tahan e DIAS, Rafael, "Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social", em Dagnino, opus cit., 2009

NOVAES, H. T., *O Fetiche da Tecnologia – a experiência das Fábricas Recuperadas*, Expressão Popular: São Paulo, 2007.

SCALABRE, O.. *Embracing Industry 4.0—and Rediscovering Growth*, BCG (Boston Consulting Groups), 2017 em <https://www.bcg.com>. Acessado em 07/07/2017.

SNOWER, D. J. "Porque necessitamos de um forte G20", em *Deutschland Edition*: Frankfurt, 2017.

STEWART, F., "Macropolíticas para una tecnologia apropiada: intento de clasificación", em *Revista Internacional del Trabajo*, vol. 102, n.3, julio-septiembre, 1983.

TAUILLE, J.R. e OLIVEIRA, C.E.M., *Difusão da Automação no Brasil e os Efeitos sobre o Emprego: Uma Resenha da Literatura Nacional*, UFRJ: Rio de Janeiro, 1987.

WEF *The Global Risks Report 2016*. World Economic Forum: Geneva, 2016.