

Aspectos Particulares da Inflexão para a Grande Indústria no Setor de Autoveículos: mudança técnica seletiva e sua temporalidade no Brasil e no Japão

Lara Nora Portugal Penna
Universidade Federal de Juiz de Fora
laranpenna@gmail.com

Nicole Alves de Souza
Universidade Federal de Juiz de Fora
nicole.alves@facc.ufjf.br

Elcemir Paço Cunha
Universidade Federal de Juiz de Fora
paco.cunha@facc.ufjf.br

Resumo

O objetivo do artigo é avaliar as conclusões a respeito da “introdução seletiva” de robôs na montagem de veículos como uma particularidade brasileira e da maior temporalidade na introdução de MFCN e robôs no país quando comparado, nos dois casos, com a experiência japonesa. A análise é fundamentada no quadro teórico da discussão acerca da inflexão entre manufatura e grande indústria. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no esforço de reunir evidências que pudessem aprofundar ou questionar essas conclusões. O resultado da pesquisa aponta que a “introdução seletiva” de robôs em etapas específicas da montagem de veículos foi um método comum ao Brasil e ao Japão, não configurando uma particularidade nacional. Complementarmente, a pesquisa aponta para o aprofundamento da conclusão de que há uma temporalidade diferenciada, sendo que no Brasil foi necessário maior espaço de tempo entre a introdução de MFCN e de robôs no setor em tela, sem mencionar o notório retardo da experiência brasileira na adoção das tecnologias de ponta.

Palavras-chave

Mudança técnica. MFCN. Robótica. Brasil. Japão.

1. Introdução

Com a vantagem da análise em retrospectiva, é possível entender com maior propriedade as transformações iniciadas com a introdução da microeletrônica e da robótica propriamente, a partir da década de 1960 nas economias centrais, como a japonesa, e, anos mais tarde, no Brasil. Particularmente no setor de autoveículos, considerado líder na aplicação das novas tecnologias de então, observou-se importantes impactos dadas as características desse setor em comparação com aqueles em que preponderam processos de fluxo contínuo (Teixeira, 1992, p. 25).

A literatura nacional sobre o assunto é consideravelmente diversa. O conjunto das investigações foi principalmente realizado entre 1984 e 1995, com considerável aporte de diversas instituições como a Organização Internacional do Trabalho (Schmitz e Carvalho, 1988, p. 8). Constatou-se que o Brasil passava por uma fase de transição entre diferentes estágios. Tais estágios receberam diferentes imputações, como transição entre paradigmas técnicos (Costa, 1991), modernização tecnológica (Diaz, 1988), transição por meio de uma “mecanização seletiva” (Carvalho & Schmitz, 1990), transição para maquinofatura como decorrência de uma acumulação flexível (Alves, 2018), transição para a produção enxuta (Ferro, 1992), etc. Na área da administração especificamente, quando não alinhadas a uma dessas indicações anteriores, as pesquisas seguiram a tendência de observar os efeitos sobre a organização do trabalho e a entrada de inovações organizacionais por decorrência de novas tecnologias de gestão (Faria, 1992) ou enfatizaram em termos gerais aproximações e contradições frente um “modelo japonês” (Fonseca, 1984, Hirata, 1993). Isto para mencionar as mais recorrentes.

As diferentes interpretações sobre essas transformações são índice de sua complexidade objetiva em seus múltiplos aspectos. Entre eles, destacam-se a base técnica, a organização do trabalho, as inovações organizacionais, a difusão da informática, as modificações na legislação e na gestão do Estado, a atuação sindical, a divisão internacional do trabalho, o processo de globalização etc. Desse conjunto, é importante destacar a base técnica por expressar a aplicação científica e os vultuosos gastos de capital, além de seu lugar de destaque como fator explicativo das importantes modificações observadas no setor de autoveículos.

Sublinhando-se, portanto, a base técnica, a constatação amplamente difundida de uma transição no Brasil naquele período produziu conclusões passíveis de serem revisitadas, principalmente no momento em que é anunciado novo estágio de desenvolvimento da tecnologia com potencial para afetar todo o globo (Frey, 2019). Segundo a literatura gestada a partir dos estudos de caso nas montadoras em operação no Brasil na década de 1980, a mudança técnica promovida pela introdução especificamente da robótica teria ocorrido por meio de uma “introdução seletiva” em certas etapas do processo de montagem de automóveis, particularmente solda e pintura. Tal modo de introdução seria, assim, uma particularidade do caso brasileiro motivada, entre outras razões, pelos níveis salariais inferiores no país em contraste com as economias centrais, o que desestimulava os investimentos mais intensivos em capital (Carvalho, 1987). Adicionalmente, é possível considerar, como conclusão complementar, a temporalidade da introdução de tecnologias significativas como a robótica e, cronologicamente anterior, a Máquina-Ferramenta de Controle Numérico - MFCN. A mesma literatura sugere que o caso brasileiro se distinguiria pelo tempo superior demandado para essas modificações se comparado a outros países da ponta do processo tecnológico (Carvalho, 1987).

Tais achados têm valor especial para a linha de pesquisa que se ocupa da inflexão entre manufatura moderna e grande indústria (cf. Moraes Neto, 2003, Kabat, 2014, Paço Cunha, 2019a,b), particularmente para o caso do setor de montagem de veículos. Conforme

desenvolvido adiante, para essa abordagem o setor permaneceu como manufatura moderna a maior parte do século XX. Por manufatura moderna entende-se um modo de produção cuja base técnica apresenta elevado grau de mecanização a despeito de ainda ser baseada intensamente no trabalhador e seus instrumentos de trabalho. O argumento central do presente artigo é que a introdução das MFCN e da robótica foram passos decisivos para a transição entre manufatura moderna e grande indústria, cuja base técnica da última expressa o estabelecimento de um sistema de máquinas e concretiza o salto da montagem de veículos para uma base fundada no princípio da automação. Estabelecer, portanto, a particularidade desse processo no Brasil significa verificar a “seletividade” de introdução de tecnologias decisivas e sua temporalidade se comparadas a um caso emblemático, como a experiência nipônica. Assume-se que o destaque das particularidades do processo histórico de transformação da base técnica no setor brasileiro de autoveículos em meio à tendência geral dos saltos tecnológicos é exigência científica de análise apurada do movimento objetivo. Sem o destaque das particularidades, a depuração analítica permanece comprometida.

Assim, o objetivo da pesquisa conduzida foi o de realizar aproximação qualitativa para uma avaliação das referidas conclusões segundo as quais (1) a “introdução seletiva” da robótica foi uma particularidade da inflexão entre manufatura moderna e grande indústria no setor de montagem de automóveis no Brasil, (2) tomando um período mais dilatado do que na economia japonesa entre a introdução de MFCN e de Robôs. Para realizar essa aproximação, recorreu-se a uma pesquisa de tipo exploratória, baseando-se em pesquisa bibliográfica da literatura especializada nas mudanças técnicas ocorridas no setor entre os anos de 1950 e 1990, aproximadamente, tanto no Brasil quanto no Japão. O critério estabelecido foi o de analisar o processo histórico de introdução das principais tecnologias (MFCN e Robôs) nos dois países, considerando que o “principal agente deste processo de transformação é a indústria automobilística japonesa” (Tauile, 1988, p. 99).

Com efeito, o restante do artigo está dividido em quatro seções. Na primeira, estão explicitados os elementos caracterizadores da manufatura moderna e da grande indústria para efeito de análise da transição entre as bases técnicas. Na segunda, estão indicados os fundamentos e procedimentos metodológicos. Na seção seguinte são apresentados os resultados considerando o esforço de análise das conclusões enunciadas. Na quarta e última seção estão registradas as considerações finais do artigo.

2. Quadro teórico-histórico

Como sugerido antes, as diversas interpretações lançadas sobre as transformações ocorridas são sintomáticas de seu caráter multifacetado. Predominantemente, entretanto, há uma tendência passível de identificação: desloca-se consideravelmente a análise da mudança técnica propriamente dita para a organização do trabalho tendo em vista as preocupações com os efeitos laborais das mudanças. Não obstante suas contribuições, esse deslocamento deixou de observar as mudanças técnicas que expressam o processo de desenvolvimento da aplicação científica incorporada no capital fixo, entendido como ferramentas, instrumentos, máquinas e sistemas (Kliman, 2012) e que têm capacidade denotativa das inflexões de grande vulto.

Em razão desse deslocamento analítico, conceitos mais atinentes à organização do trabalho (como fordismo, pós-fordismo, toyotismo) ocuparam grande espaço na produção acadêmica sobre o assunto. As gerações posteriores de pesquisadores herdaram essa tendência. A precisão analítica das modificações técnicas ficou, assim, consideravelmente dissolvida. Para retomar a base técnica para o centro da análise, no entanto, não é suficiente conectá-la a tais

conceitos resultantes do deslocamento, exigindo, portanto, uma reconsideração das próprias categorias analíticas, assumindo aquelas que apresentam superioridade científica em expressar as transformações tecnológicas objetivamente explicativas.

Nessa direção, há um conjunto de trabalhos que, não obstante suas especificidades, sinalizam a diferenciação entre modalidades históricas de bases técnicas (Moraes Neto, 2003, Marx, 2013, Paço Cunha, 2019a,b). A partir dessa literatura, pode-se identificar pelo menos três modalidades históricas importantes no desenvolvimento do modo de produção capitalista:

1. *Cooperação simples*. Forma mais arcaica da base técnica em que prevalece a ocupação simultânea de trabalhadores e meios de produção. Aqui a base técnica é dada pelo trabalhador e suas ferramentas, vigorando uma combinação mais acidental da força de trabalho sem divisão sistemática do trabalho. Cada trabalhador executa os mesmos processos individualmente.
2. *Manufatura*. A base técnica permanece sendo o trabalhador e suas ferramentas embora se observe a ocorrência de uma divisão espontânea do trabalho, avanço técnico dos instrumentos e da força motriz. Aqui encontra lugar o estudo progressivo da produtividade do trabalho, alcançando níveis agudos do parcelamento do processo de produção e especialização do trabalho a exemplo da montagem em linha. Essa tendência de aperfeiçoamento alcançou altos graus de mecanização dos processos com os saltos na força motriz e na tecnologia propriamente empregada, como esteiras e outros equipamentos mecanizados aplicados ao transporte de produtos e peças entre postos de trabalho especializados com uso de esteiras. Essa manufatura mecanizada ou manufatura moderna alcançou alto grau de sofisticação, a exemplo da montagem de veículos, embora esse avanço técnico não rompa com a base técnica existente, isto é, o trabalhador operando ferramentas.
3. *Grande indústria*. O princípio de desenvolvimento desta base técnica se assenta em um sistema de máquinas desenvolvido em que o trabalhador e suas ferramentas são deslocados. Prevalece nessa base a automação dos processos em que o trabalho, reduzido consideravelmente, é “apendicizado” ao sistema de máquinas, ampliando as funções de vigilância e manutenção desse sistema automático. As indústrias de processos químicos são emblemáticas, assim como outras de fluxo contínuo. Se na manufatura, independentemente de seu grau de mecanização, o trabalho possui preponderância, o capital fixo é o fator preponderante na grande indústria. Ganha sua forma cada vez mais desenvolvida com o avanço dos sistemas integrados e da robótica fixa e flexível, caminhando para uma grande indústria moderna com computação pesada, integração em rede e inteligência artificial.

Cada uma dessas bases técnicas está em unidade com diferentes formas de organização do trabalho mais ou menos correspondentes e com importantes reciprocidades (Paço Cunha, 2019a). Entretanto, o esforço é o de isolar a base técnica para uma análise mais apurada. De tal maneira, observa-se, prioritariamente, que o fator diferenciador principal na classificação acima é o progressivo avanço das forças produtivas encarnadas no capital fixo. Desse ângulo, é possível falar em estágios de desenvolvimento da base técnica, embora a manufatura - e seus diferentes graus de mecanização - tenha coexistido (e ainda coexiste factualmente) com a grande indústria - e suas variações.

O fato importante é reconhecer que o setor de autoveículos permaneceu como manufatura moderna durante grande parte do século XX (Moraes Neto, 2003). As

possibilidades objetivas da organização fordista do trabalho, por exemplo, foram dadas por uma base técnica manufatureira centrada no trabalhador que operava os instrumentos, ainda que tenha alcançado alto grau de mecanização de seus processos com a aplicação da linha de montagem. Essa modalidade de organização do trabalho, longe de ser universal, desenvolveu-se empiricamente na “produção de bens de consumo complexos e duráveis, inicialmente carros e produtos elétricos e depois no ramo dos eletrônicos” (Williams et al., 1987, p. 421). Não é por outro motivo que se reconheceu o diferencial de impacto das novas tecnologias caso sejam comparados tipos de processo produtivo:

Em essência, a nova base técnica microeletrônica permite adotar a noção sistêmica quando da formulação e implementação dos processos de produção. Para certos tipos de processos produtivos em fluxo contínuo, isto não é novidade. Não é de hoje que a siderurgia, a produção de cimento, açúcar etc. são organizadas dessa maneira. A microeletrônica permite, aqui, avanços incrementais em padrões de organização da produção já consolidados. A novidade é que com a automação baseada na ME [microeletrônica] está-se tornando possível organizar a produção em série de produtos discretos à semelhança dos fluxos contínuos (...) (Tauile, 1986, p. 21).

Isso reforça o argumento de que o grau de automação alcançado por um processo em fluxo contínuo - cuja base técnica se revela como grande indústria - dispensa a organização fordista do trabalho, uma vez que vigora um sistema automático funcional à revelia de operadores humanos e seus instrumentos. Já à produção discreta, comum a produção em série lastreada por base técnica manufatureira altamente mecanizada, correspondeu historicamente uma organização do trabalho do tipo fordista precisamente em razão da permanência do princípio operatório na figura do trabalhador.

As evidências históricas sugerem que, para o caso dos países na ponta do desenvolvimento tecnológico, o setor de automóveis saltou para a grande indústria entre as décadas de 1970 e 1980 (Paço Cunha, 2019a,b), como foi o caso da experiência nipônica. Foram potencialmente seguidos por países, como o Brasil, décadas depois. Nesse sentido, tem lugar, na presente linha de pesquisa, o reconhecimento das vias particulares de instauração dessa base técnica superior. Entretanto, sabe-se muito pouco acerca dos processos particulares dessa transição do setor de automóveis entre um estágio altamente mecanizado da manufatura para uma base técnica diferenciada na forma da grande indústria nos diferentes países. A mudança de qualidade entre manufatura e grande indústria, no entanto, requereu não apenas certo grau de mecanização desse setor como também a introdução de tecnologias-chave que prepararam as condições para a preponderância definitiva de um sistema de máquinas com massiva presença de robôs em praticamente todas as etapas da produção, com exceção de alguns poucos pontos a exemplo da finalização. Os modos dessa introdução também dizem respeito às particularidades das experiências de cada país. Nesse sentido, trata-se de um processo estendido no tempo, contemplando modificações tecnológicas incrementais (Silva, 1991), mas com particularidades de alto valor científico.

Há indicações, como as sugeridas anteriormente na introdução, a respeito da “introdução seletiva” de robôs no caso brasileiro e da temporalidade mais estendida da introdução de tecnologias-chave. A partir do presente quadro teórico-histórico, estabelecer tanto o modo de introdução da robótica quanto o diferencial de tempo de introdução entre MFCN e robótica, tem potencial para preencher lacunas na investigação dos processos de transição entre manufatura moderna e grande indústria especialmente na montagem de veículos.

3. Metodologia

Os estudos da inflexão entre manufatura e grande indústria podem recorrer a diferentes metodologias em razão dos vários aspectos envolvidos no objeto. Não obstante a variação dos instrumentos metodológicos, tais estudos compartilham de certos pressupostos comuns à pesquisa fundada no materialismo científico (cf. Chasin, 2009).

O primeiro deles é que tais processos de inflexão, nos termos expostos no quadro teórico-histórico, são desdobramentos objetivos passíveis de serem isolados, analisados e compreendidos. Por ser um movimento objetivo, cabe à consciência científica o esforço de reprodução do objeto concreto pelo pensamento, cuja extensão e profundidade respeita os parâmetros da problematização de cada iniciativa de pesquisa. Um segundo pressuposto é que certos processos, ainda que gerais entre os países, como os da inflexão aqui considerados, efetivam-se por vias particulares de desenvolvimento uma vez que respeitam condicionantes específicos. O esforço científico está também em estabelecer qual é a particularidade verdadeira.

Para analisar as conclusões enunciadas na introdução do presente artigo, deve-se levar em conta a natureza delas. O aspecto que mais se destaca é seu caráter qualitativo, pois, por um lado, cabe estabelecer comparativamente o modo de introdução da robótica nos casos brasileiro e japonês e, por outro lado, também estabelecer o intervalo de tempo entre a introdução da MFCN e de Robô nos dois países. Tendo isso em mente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, objetivando a coleção de evidências que permitissem aprofundar ou questionar aquelas conclusões extraídas da literatura nacional. Essa abordagem é suficiente uma vez que corresponde às exigências implícitas, quais sejam, as de que a primeira conclusão será aprofundada caso não seja identificada a mesma “introdução seletiva” para o caso japonês e de que a segunda conclusão será também adensada caso a temporalidade do processo seja maior no Brasil do que no país asiático.

Adicionalmente, como a pesquisa em tela não teve caráter explicativo como proposta geral, sua natureza se explicita melhor exploratoriamente tendo por base o levantamento a partir da literatura especializada e principalmente datada na década de 1980. A escolha pelos registros desta literatura datada em particular, se justifica pela proximidade temporal das transformações observadas e, assim, guardam maior chance de expor evidências relevantes tangentes às hipóteses do que órgãos governamentais dos dois países, por exemplo. Esse aspecto ganha ainda maior relevância se considerarmos que parte considerável dessa literatura baseou-se em estudos de casos com registros estatísticos à época, sobretudo para o caso japonês.

Com efeito, observa-se que esse tipo de pesquisa qualitativa e exploratória, realizada por meio de pesquisa bibliográfica, é bastante comum na literatura. É um tipo de pesquisa que busca “conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto, tema ou problema” (Martins e Théophilo, 2016, p. 52). Assim, tem “por finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno” (Oliveira, 2001, p. 119). Por esses motivos, esse tipo de pesquisa é adequado a uma aproximação de natureza qualitativa.

Operacionalmente, seguiu-se aproximadamente as recomendações úteis de Andrade (2006). Nessa direção, passou-se à busca de materiais, entre livros e artigos, totalizando mais de 50 materiais. A leitura do conjunto possibilitou, por meio de sucessivas anotações, reunir as evidências necessárias. A partir do ponto de exaustão das leituras dos materiais, interrompeu-se a continuidade do levantamento e passou-se a estabelecer os elementos decisivos que, diretamente e economicamente, seriam suficientes para aprofundar ou questionar as conclusões retiradas inicialmente da literatura nacional da década de 1980. Com esses elementos depurados

é que os resultados passam a ser indicados a seguir, privilegiando a citação direta como critério probante do adensamento ou enfraquecimento daquelas conclusões.

4. Apresentação dos resultados

4.1 Introdução seletiva da robótica no Brasil e no Japão

Particularmente durante os anos de 1980, constatou-se predominantemente o contexto de transição referente à adoção de novas tecnologias. Sublinhou-se, por exemplo, que o processo de mudança na chamada automação com base na microeletrônica “se caracteriza ainda como uma fase de transição [no Brasil], com diferenças marcantes da situação encontrada nos países mais desenvolvidos” (Carvalho, 1987, p. 88). Os estudos de caso no setor de montagem de veículos produziram o reconhecimento das implicações específicas desse tipo de automação que, na “fase de transição são diferentes daquelas que caracterizam a fase de maturação”, reconhecendo-se que o então existente “padrão de transição (...) combina algumas das características herdadas da fase pré-inovação tecnológica com outras que são inteiramente novas” (Peliano, 1987, p. 35).

É presumível que esse contexto reconhecidamente de transição influenciasse certos aspectos das pesquisas então realizadas. A partir do reconhecimento do estágio intermediário de mudança tecnológica, passou-se a identificar um método de introdução dessas novas tecnologias, particularmente a robótica. Esse método ficou registrado como “introdução seletiva” para designar o processo de escolhas referentes às etapas da montagem que seriam então modificadas. Observou-se, por exemplo, que as mudanças tecnológicas significativas restringiam-se a “alguns setores e seções das fábricas das empresas, destacando-se estamparia, submontagem, pintura e controle de qualidade” (Peliano, 1987, p. 25). Por decorrência de certas características nacionais, como as “relativas aos investimentos em capital fixo, custos de mão-de-obra e mercado consumidor”, nos “planos de automação a seletividade tecnológica tem sido o ‘fio-de-prumo’ nos critérios de remodelação técnica das empresas” (idem).

Ainda nessa direção, Carvalho (1987, p. 215) observou, no mesmo contexto brasileiro, que os “novos equipamentos estão entrando seletivamente, em pontos estratégicos”, de modo que apenas “certos segmentos do processo produtivo ou mesmo postos de trabalho isolados estão sendo automatizados”. Isso é reforçado pela constatação de que “os robôs têm sido utilizados principalmente nas atividades de solda, tratamento térmico e pintura, etc.” (Schmitz e Carvalho, 1988, p. 101).

Com base nesses apontamentos observacionais, extraídos de estudos de casos em montadoras de automóveis no Brasil, desenhou-se a “introdução seletiva” como uma espécie de particularidade nacional do processo de introdução da robótica no setor. Dado que as pesquisas foram realizadas no contexto de transição, a conclusão de que observava-se um método específico de introdução dessas novas tecnologias foi condicionada pelo pressuposto de que houve outro procedimento nos países da ponta do avanço técnico.

Entretanto, o levantamento realizado junto à produção internacional do mesmo período - e isso ajuda a também explicar por que os estudos de caso realizados no Brasil tiveram tal desfecho -, mostra que a chamada introdução seletiva nas etapas de solda e pintura é algo comum também ao Japão e, por isso, não configura uma particularidade para caso do setor no Brasil. Watanabe (1987, p. 54), por exemplo, constatou que “95,8% dos robôs reportados por cinco montadoras eram usados para solda e pintura” no Japão. Comparando com outros países centrais, o autor sugeriu que naquele país se observava uma particularidade em relação à área

de robotização, pois os robôs são “empregados majoritariamente para soldagem e pintura” (Watanabe, 1987, p. 182).

Koshiro (1984) reforça esse aspecto. Segundo o autor, uma única planta de montadora apresentou 730 robôs por volta de 1981. A maioria deles, cerca de 90%, realizava então “operações de solda nas oficinas de montagem das carrocerias”. A mesma empresa também empregava “robôs para pintura”, completou Koshiro (1984, p. 35). As mesmas constatações foram apresentadas pelo autor em publicação posterior, com maior riqueza de detalhes (Koshiro, 1987, p. 474-476).

Essas indicações são suficientes para não confirmar a hipótese de que a “introdução seletiva” de robôs no setor de montagem de veículos no Brasil tenha sido uma particularidade do processo no país. Processo semelhante de introdução, envolvendo as mesmas etapas da montagem dos veículos, caracterizou a modificação técnica no Japão, considerado como um dos pioneiros na instalação de robôs no setor. Isso não quer dizer que as razões para a introdução seletiva sejam comuns, podendo variar entre os dois países em consideração. Entretanto, o levantamento aqui apresentado apenas coleciona evidências suficientes para a constatação de que a seletividade da introdução da robótica foi caminho comum para o processo gradativo de transposição da manufatura moderna em direção à grande indústria, tanto no Brasil quanto no Japão, a despeito das diferenças na temporalidade desse salto tecnológico.

Se o modo de preparação para a transposição da base manufatureira por meio da “introdução seletiva” da robótica não configurou uma particularidade da via brasileira de inflexão da manufatura moderna para a grande indústria na montagem de automóveis, haveria condições de afirmar a existência de alguma diferença de tempo entre a introdução das principais tecnologias, como a MFCN e a robótica?

4.2. Diferencial de introdução entre MFCN e robótica no Brasil e Japão

No presente tópico, avalia-se aquela conclusão que considera haver uma diferença temporal entre as introduções de tecnologias centrais. Para tanto, foram levados em conta os equipamentos acerca dos quais há um consenso sobre o impacto definitivo em direção a uma produção automatizada sob bases flexíveis, a partir da microeletrônica (Tauile, 1984; Watanabe, 1987). Do ângulo da mudança da base técnica, são introduções de tecnologias que criaram as condições para o salto entre manufatura moderna e grande indústria no setor de montagem de veículos.

Portanto, delimitam-se as transformações tecnológicas iniciadas pelas MFCN, que são, segundo Tauile (1984, p. 873), “o primeiro e fundamental passo (seguido pela introdução e difusão dos controladores lógico-programáveis, dos robôs, dos cad-cam, etc.) na mudança da base técnica do sistema produtivo brasileiro pelo uso de princípios e técnicas microeletrônicas”.

O processo referenciado por Tauile não é especificidade do caso brasileiro. Watanabe (1987) permite ver que, também no Japão, a chamada “revolução microeletrônica” englobou, para além dos robôs, as MFCN com controle numérico computadorizado (e os sistemas CAD/CAM que não serão abordados na presente exposição). Assim, tal conjunto de tecnologias, dentre outras, compõem a chamada “automação flexível”.

Contudo, deve-se compreender também a “automação rígida”, denominada em virtude da impossibilidade de alteração dos movimentos pelas máquinas. Esse tipo clássico de automação é caracterizado, segundo Moraes Neto (2003), por uma dualidade nos processos de fabricação entre “automação rígida” e “não-automação flexível”, ou seja, o que necessitava de flexibilidade não podia ser automatizado.

O robô é o coroamento do conjunto de tecnologias que permite romper tal dualidade. A partir do salto realizado pela microeletrônica, equipamentos técnicos podem realizar atividades anteriormente executadas exclusivamente por seres humanos. A linha de montagem, como um todo, só pode ser considerada totalmente automatizada a partir da automação flexível, mas isso não gera uma superação da automação clássica. Em vários momentos, ambas coexistem (Moraes Neto, 2003). Então, vale destacar o papel essencial dos robôs nesse processo, principalmente porque eles possibilitam a eliminação de trabalho humano em tarefas perigosas, como o transporte de materiais pesados, ou prejudiciais à saúde, como a pintura.

Portanto, as inovações centrais a serem consideradas para a avaliação da diferença temporal na introdução das tecnologias modificadoras da base técnica entre manufatura moderna e grande indústria no setor de autoveículos, são as MFCN e os robôs.

Cabe ainda uma consideração sobre os tipos de MFCN e os tipos de robôs mais relevantes.

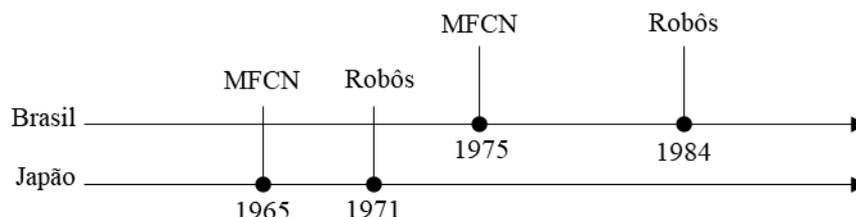
A questão é mais simples no que tange aos tipos de robôs, pois foram considerados os mais relevantes no processo produtivo da indústria automobilística brasileira, uma vez que a partir dela se projetou a “introdução seletiva” como modo particular, especialmente considerando os robôs de solda e pintura.

Acerca da MFCN, a diferenciação entre o Controle Numérico (CN) e o Controle Numérico Computadorizado (CNC) é mais relevante para o caso brasileiro porque, de modo geral, os estudos para o caso japonês referentes a esta tecnologia já a consideram em sua forma mais desenvolvida, já que no país combinava-se, desde os anos de 1970, “máquinas-ferramenta comuns e microcomputadores para automatizar o processamento de materiais metálicos” sob a rubrica da “mecatrônica” (Klenner, 1989, p. 197).

Por outro lado, Tauile (1984) esclarece que as MFCN equipadas com CNC aparecem no mercado internacional desde o início dos anos de 1970, mas só são introduzidas no Brasil ao final daquela década. Na prática, como mostrado pelo autor, isso significa que a análise referente ao Brasil se baseia majoritariamente nas experiências com CN, uma vez que a introdução relativamente tardia e pouco difundida do CNC torna difícil uma distinção de efeitos provocados comparativamente, principalmente se considerarmos que as máquinas recém-chegadas no início da década de 1980 não foram prontamente utilizadas. Isso se verifica em Machline et al. (1982) que, cientes do trabalho de Tauile acima citado, realizaram um *survey* apontando que pelo menos até 1981-2 a indústria automobilística brasileira ainda não estava dentre as que usavam o Comando Numérico Computadorizado.

Feitas essas considerações, é possível ver na Figura 1 o resultado geral a que se chegou para estabelecer a temporalidade da introdução dessas tecnologias relevantes no comparativo entre os países.

Figura 1: Temporalidade da introdução de MFCN e Robôs no Brasil e Japão.



Fonte: elaborado pelos autores.

A seguir estão separadas por país as considerações mais decisivas para a consideração da hipótese de trabalho que movimenta o presente tópico.

Japão

Iniciando-se pelo país com introdução cronologicamente anterior, as MFCN aparecem em toda a economia industrial japonesa em 1960. Há registros que sugerem a estimativa de que “em 1964 havia 80 MFCN em uso no Japão” (Hunsberger; Owens, 1969, p. 11), apresentando comportamento de crescimento expressivo a partir de então.

Especificamente no setor de autoveículos, “quatro montadoras introduziram pequeno número de MFCN (...) entre 1965 e 1970” (Watanabe, 1987, p. 53), sugerindo 1965 como o ano da introdução dessa tecnologia. O autor apontou que houve, nove anos depois, o desenvolvimento de melhores versões dessas máquinas, inclusive pelos próprios trabalhadores, através dos *GQ Circles*. Em 1976, a indústria automobilística do país já era a segunda maior no uso de MFCN, e uma difusão mais intensa ainda é observada a partir de 1977. Vale observar que, naquele país, apenas no período de 1975-77, 564 unidades de MFCN foram adquiridas pela indústria automobilística (Watanabe, 1987, p. 50).

Quanto aos robôs, há indícios de que “duas firmas instalaram seus primeiros robôs de solda em ponto em 1970 para propósitos experimentais (...)” (Watanabe, 1987, p. 53). Sua difusão, por sua vez, no sentido de robotização de amplas etapas, “realmente começou ao fim da década de 1970, quando robôs de solda da carroceria se tornaram disponíveis e a confiabilidade dos robôs cresceu” (Watanabe, 1987, p. 53). Entre estes dois marcos - o ano de 1970 e o fim da mesma década - cabe destacar também o desenvolvimento de melhores robôs de controle numérico, com o aparecimento do microprocessador em 1974 (Watanabe, 1987, p. 16).

Koshiro (1987) confirma o início da aplicação de robôs na mesma época. Conforme já referido no tópico anterior, os dados do autor apontam para o início do uso em 1971 nas dependências de uma fábrica pioneira, o que acarreta, dez anos depois, um salto impressionante para a marca de 730 robôs apenas nesta companhia considerada, sendo que a maioria desses robôs cumpria função de solda e pintura. Adicionalmente, há evidências de que a “solda a ponto por robô se iniciou no Japão em 1971: Nissan emprega 300 robôs do tipo e Toyota usa 200” (Daiwa Securities America, 1980, p. 219).

Para além dessa aplicação inicial, novos tipos de robôs de solda e pintura se tornam disponíveis ao fim da década de 1970, aumentando o espectro da introdução de máquinas. Watanabe (1987, p. 46) ressalta que a maior parte das MFCN (com CNC) e robôs foram comprados em 1980 ou após esse ano, o que se reflete em um investimento recorde em capital fixo observado no período de 1980-83, totalizando 41.624 (em cem milhões de ienes) se considerados todos os componentes da indústria automobilística no país. Um ano depois, segundo Klenner (1989, p. 197), “contando com os dados de 1984, 63 mil robôs estavam operando no Japão, 13 mil nos Estados Unidos”. Até este mesmo ano, Watanabe (1987) reúne dados acerca da compra de 14.000 robôs apenas de função “playback”, isto é, “um manipulador que pode repetir qualquer operação após receber instruções de um ser humano” (Watanabe, 1987, p. 18).

Brasil

No caso brasileiro, o setor é demarcado por Tauile (1987) como tendo apenas começado a se desenvolver a partir de 1956, com a criação do Grupo Executivo da Indústria

Automobilística (GEIA). Em consequência, na década de 1960, automação não era, ainda, uma preocupação. Isso passa a ser uma questão no fim da década de 1970 e início de 1980 (Porsse, 1998).

Tauile (1985) esclarece que, no Brasil, um aspecto da década de 1970 é que a “a difusão de MFCN reflete a adoção de uma nova base técnica (...)”. De acordo com o autor, enquanto os países industrializados adotavam e desenvolviam o uso das MFCN, o Brasil intensificava seu processo tardio de industrialização. Dessa forma, a introdução de tais máquinas no país só foi ocorrer ao longo de 1972, com a importação de 16 unidades, embora não haja especificação sobre o setor de sua aplicação.

Os primeiros registros empíricos de uso de MFCN no setor de autoveículos encontram-se em Tauile (1987). O autor identificou uma empresa no setor fazendo uso da tecnologia desde 1975. No primeiro ano da década de 1980, foram estimadas 700 MFCN em operação no Brasil, mas não se sabe quantas destas estavam sendo especificamente aplicadas no setor de autoveículos.

Ainda segundo Tauile (1988), os robôs aparecem no Brasil na década de 1980, mais exatamente nos anos de 1983-4. Assim como no Japão, como visto antes, os primeiros modelos cumpriam função de solda e pintura em uma montadora, responsável pelo uso de oito robôs do primeiro tipo e dois do segundo. Os dados de Vieira (1985) confirmam a introdução definitiva em 1984 e esclarecem que se tratavam, neste ano, de 8 robôs usados pela Ford e 2 pela Volkswagen, sendo estes os primeiros nas montadoras do país. A estimativa de Tauile (1986) é de 20 robôs industriais no ano de 1984, número que sobe para 87 três anos depois.

Particularmente no setor estudado, o levantamento publicado em 1986 por Tauile (1986) mostra, ainda, que no Brasil havia aproximadamente 16 robôs e 40 MFCN cumprindo funções diferentes, distribuídos pelas montadoras que responderam ao questionário proposto, sabendo-se que algumas delas montavam caminhões.

Outros autores, em um esforço comparativo, apresentam dados que esclarecem sobre a diferença no estágio de difusão das tecnologias com base microeletrônica nos dois países. Para os propósitos do presente trabalho, tal diferença aparece como evidência complementar das disparidades na temporalidade. Assim, há evidências de que no início da década de 1990 86,2% dos pontos de solda eram automatizados no Japão contra 6,1% no Brasil (Castro, 1993).

Através desse tipo de dado, fica evidente que a década de 1980, anteriormente citada como um marco na contínua expansão da aplicação da robótica pelo Japão, evoluiu em um ritmo incipiente no Brasil. Segundo Luedemann (2003, p. 121), o número de robôs instalados na indústria automobilística em território nacional equivalia a 0,2% dos instalados no Japão.

Há, então, uma diferença de introdução das principais tecnologias emblemáticas de preparação para o salto entre a manufatura moderna e a grande indústria. No Japão, como visto, a introdução de MFCN data de 1965 e a de robô, 1971. No Brasil, por seu turno, as datas são 1975 e 1984, respectivamente. Vê-se que, enquanto a diferença entre a introdução de MFCN e de Robô no Japão equivale a 6 anos, no Brasil essa diferença equivale a 9 anos. Assim, o tempo entre a introdução da MFCN e de Robô no Japão demandou aproximadamente a metade do tempo comparado ao Brasil, além do caráter retardatário do caso brasileiro. De tal maneira, essa conclusão pôde ser adensada pelas evidências da pesquisa, ao contrário da primeira que se enfraquece diante das evidências colecionadas.

5. Considerações finais

O presente artigo teve por finalidade avaliar as conclusões a respeito da “introdução seletiva” de robôs na montagem de veículos como uma particularidade brasileira e a maior temporalidade na introdução de MFCN e robôs no país quando comparado, nos dois casos, com a experiência japonesa. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no esforço de reunir evidências que pudessem aprofundar ou questionar essas conclusões retiradas, principalmente, da literatura nacional dos anos de 1980.

O resultado da pesquisa aponta que a “introdução seletiva” de robôs em etapas específicas da montagem de veículos foi um método comum ao Brasil e ao Japão, não configurando uma particularidade nacional. Complementarmente, a pesquisa aponta para o aprofundamento da conclusão de que há uma temporalidade diferenciada, sendo que no Brasil foi necessário maior espaço de tempo entre a introdução de MFCN e de robôs no setor em tela, sem mencionar o notório retardo da experiência brasileira na adoção das tecnologias de ponta.

Com efeito, a aproximação qualitativa realizada sugere que o período mais dilatado entre as introduções das tecnologias-chave é uma particularidade verdadeira na preparação da inflexão entre manufatura moderna e grande indústria na montagem de veículos no Brasil. Entretanto, o tipo de abordagem metodológica tem notórias limitações conclusivas. Seu valor está em, exploratoriamente, sugerir aprofundamento na direção de se estabelecer os diferenciais de tempo e densidade no processo de introdução e de difusão de determinadas tecnologias cuja seta direcionou a superação da manufatura moderna no setor em específico. Dessa forma, sugere-se que a continuidade da pesquisa possa considerar o desdobramento do estudo sobre a particularidade do processo de desenvolvimento da grande indústria no setor e em outros setores igualmente relevantes.

Referências

ALVES, Giovanni. **O duplo negativo do capital**: ensaio sobre a crise do capitalismo global. São Paulo: Praxis, 2018.

ANDRADE, Maria M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CARVALHO, Ruy de Q. **Tecnologia e trabalho industrial**: as implicações sociais da automação microelectrônica na indústria automobilística. Porto Alegre: L & Pm Ed, 1987.

CARVALHO, Ruy de Q.; SCHMITZ, Hubert. O Fordismo está Vivo no Brasil. **Novos Estudos CEBRAP**, no.27, jul, 1990, pp.148-156.

CASTRO, Nadya A. Impactos sociais das mudanças tecnológicas: organização industrial e mercado de trabalho. **FGV/Ministério da Ciência e Tecnologia/Banco Mundial**. São Paulo, 1993. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/impactos.pdf>>

CHASIN, José. **Marx - Estatuto ontológico e resolução metodológica**. São Paulo: Boitempo, 2009.

COSTA, Achyles B. da. A nova base técnica e o emprego. **Indicadores Econômicos FEE**. v. 18, n. 4, 1991.

DAIWA SECURITIES AMERICA. How Japan's robot industry is shaping up to the future. **Industrial Robot: an International Journal**, 7(4), 218-221, 1980. doi:10.1108/eb004777

DIAZ, Á. Crise e modernização tecnológica na indústria metalmeccânica brasileira. In: NEDER, Ricardo T; ABRAMO, Laís W; SOUZA, Nair H. B. de; FALABELLA, G; SILVA, Roque A. da. **Automação e movimento sindical no Brasil**. São Paulo: Editora Hucitec, 1988. p. 25–65.

FARIA, J. H. DE. **Tecnologia e processo de trabalho**. Curitiba: Editora UFPR, 1992.

FERRO, José R. A produção enxuta no Brasil. In: WOMACK, James P; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

FONSECA, João L. O Círculo de Controle de Qualidade: um Esforço de Modelo Participativo. **RAE-Revista de Administração de Empresas**. vol. 24, n. 4, out-dez 1984.

FREY, C. B. (2019). **The technology trap: capital, labor, and power in the age of automation**. Princeton: Princeton University Press, 2019.

HIRATA, Helena. (Org.). **Sobre o ‘modelo’ japonês**. São Paulo: Edusp, 1993.

HUNSBERGER, R. J.; OWENS, R. Fifteen Years of Numerically Controlled Machine Tools, 1954-1968, Volume 41. **U.S. Department of Commerce**, out. 1969, p. 11.

SARTELLI, Eduardo; KABAT, Marina. Where did Braverman go wrong? A Marxist response to the politicist critiques. **Cad. EBAPE.BR**. 2014, vol.12, n.4, pp.829-850. ISSN 1679-3951. <https://doi.org/10.1590/1679-395115865>.

KLIMAN, A. **The failure of capitalist production: underlying causes of the great recession**. London: Pluto Press, 2012.

KOSHIRO, K. Robots are a big success at auto plant in Japan. **Monthly Labor Review**. Volume 107, Issues 7-12. US Department of Labor Bureau of Labor Statistics, July, 1984.

KOSHIRO, K. Personnel planning, technological changes and outsourcing in the Japanese automobile industry: Part 2. **International Journal of Technology Management**. v. 2, n. 3/4, 1987.

LUEDEMANN, Marta S. Transformações na indústria automobilística mundial: o caso do complexo automotivo no Brasil - 1990-2002. (Tese). USP, São Paulo, 2003.

MACHLINE, C.; RATTNER, H.; UDRY, O. Máquinas-ferramenta de Controle Numérico: efeitos Administrativos de sua Introdução na Indústria Nacional. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 22, n. 2, abr-jun, 1982.

MARTINS, G. de A.; THEÓFILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

- MARX, K. **O capital**. Livro I. São Paulo: Boitempo, 2013.
- MORAES NETO, Benedito. **Século XX e trabalho industrial**. São Paulo: Xamã, 2003.
- NAKAMURA, T. Structural Changes in Japan's Industries in the Past and Future. In: KLENNER, Wolfgang (ed.). **Trends of Economic Development in East Asia: Essays in Honor of Willy Kraus**. Berlim: Springer Verlag, 1989, p. 197.
- OLIVEIRA, S. L. DE. **Tratado de metodologia científica** : projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- PAÇO CUNHA, E. Base técnica e organização do trabalho na manufatura e grande indústria. **Verinotio – Revista on-line de Filosofia e Ciências Humanas**, v. 25, n. 1, p. 41–41, 1 maio 2019a.
- PAÇO CUNHA, E. The Great Convergence to Machine System: An Outline of Inflectionist Analysis of Organisation of Production after the 1970s Crisis. XLIII Encontro da ANPAD - **EnANPAD**. São Paulo, 2019b.
- PELIANO, José. C. et al. **Automação e trabalho na indústria automobilística**. Brasília: Universidade de Brasília, 1987.
- PORSSE, Alexandre Alves. Tecnologia e emprego na indústria automobilística: evidências empíricas. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, n.94, maio/dez. 1998, p. 69-86 Disponível em: www.ipardes.gov.br/pdf/revista_PR/94/porsse.pdf. Acesso em: 16 jul. 2020.
- SILVA, Elizabeth. B. **Refazendo a Fábrica Fordista**. São Paulo, Hucitec/FAPESP, 1991.
- SCHMITZ, Hubert.; CARVALHO, Ruy de Q. **Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional**. São Paulo: Editora Hucitec, 1988.
- TAUILE, José R. **A difusão de máquinas-ferramenta com controle numérico no Brasil**. Rio de Janeiro, p. 681-704, dez. 1985.
- TAUILE, José R. Aspectos sociais da automação no Brasil. In: BRUNO, Lúcia; SACCARDO, Cleusa (Coords.). **Organização, trabalho e tecnologia**. São Paulo: Atlas, 1986.
- TAUILE, José R. Automação microeletrônica e competitividade: tendências no cenário internacional. In: SCHMITZ, H. & CARVALHO, Ruy de Q. **Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional**. São Paulo: Hucitec, 1988.
- TAUILE, José Ricardo. Microeletrônica e automação: a nova fase da indústria automobilística brasileira. **Revista de Economia Política**, v. 6, n. 3, p. 69-81, julho/setembro 1986.

TAUILE, José Ricardo. Microeletrônica e automação: implicações para o trabalho e a organização da produção no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, dez. 1984

TAUILE, José Ricardo. Microelectronics and the internationalization of the brazilian automobile industry. In: WATANABE, Susumu (ed.). **Microelectronics, automation and employment in the automobile industry**. Londres: International Labour Office, 1987.

TAUILE, José Ricardo. Notes on microelectronic automation in Brazil. **Cepal Review**, n. 36, dec. 1988.

TEIXEIRA, F. L. C. Difusão da Tecnologia de Base Microeletrônica na Indústria de Processo Contínuo. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 32, n. 5, nov-dez, p.16-26, 1992. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901992000500003>

VIEIRA, D. R. **Funções da robotica no processo de acumulação**: o caso brasileiro. Petrópolis: Vozes, 1985.

WATANABE, S. Flexible automation and labour productivity in the japanese automobile industry. In: WATANABE, S. (Org.). **Microelectronics, automation and employment in the automobile industry**. Londres: International Labour Office, 1987.

WILLIAMS, K; CUTLER, T; WILLIAMS, J; HASLAM, C. The End of MassProduction? **Economy and Society**, 16:3, 1987, pp. 405-439, DOI: 10.1080/03085148700000020