

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E CAPITALISMO MONOPOLISTA

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y CAPITALISMO MONOPOLISTA

SCIENCE, TECHNOLOGY AND MONOPOLIST CAPITALISM

DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/gmed.v12i1.34567>

Leonardo Celin Patino¹

Márcia Luzia Cardoso Neves²

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo mostrar como a produção de conhecimentos científicos nos laboratórios de pesquisa no atual momento histórico está intimamente relacionado com os interesses do capitalismo monopolista transnacional. As cifras dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), uns dos principais indicadores sobre as atividades de ciência e tecnologia, além de mostrar as agudas desigualdades entre os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos mostram que os fluxos de capitais para pesquisa nas universidades chegam prioritariamente a determinados setores em detrimento de outros.

Palavras chave: Ciência. Tecnologia. Capitalismo. Laboratórios de Pesquisa.

Abstract: This paper aims to show how the production of scientific knowledge in research laboratories at the present historical moment is closely related to the interests of transnational monopoly capitalism. Research and development (R&D) figures, which are one of the main indicators of science and technology activities, and show the sharp inequalities between developed and underdeveloped countries show that research capital flows in universities reach a certain priority sectors over others.

Keywords: Science, Technology, Capitalism, Research Laboratories

Resumen: Este artículo tiene como objetivo mostrar cómo la producción de conocimiento científico en laboratorios de investigación en el momento histórico actual está estrechamente relacionada con los intereses del capitalismo monopolista transnacional. Las cifras de investigación y desarrollo (I+D), que son uno de los principales indicadores de las actividades de ciencia y tecnología, y muestran las agudas desigualdades entre países desarrollados y subdesarrollados muestran que los flujos de capital de investigación en las universidades alcanzan cierta prioridad sectores sobre otros.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología, Capitalismo, Laboratorios de Investigación

Introdução

A relação entre a produção do conhecimento científico e tecnológico e o sistema capitalista imperialista é pouco explorada na literatura marxista. Neste trabalho buscamos estabelecer essa relação nos baseando na literatura clássica marxiana, assim como nos dados fornecidos por alguns indicadores de produção de ciência e tecnologia como pesquisa e desenvolvimento (P&D)³, recursos humanos em ciência e tecnologia etc. Portanto, o escopo do presente artigo é entender que a produção de conhecimentos em ciência e tecnologia passa por compreender também o funcionamento do modo capitalista de produção em seu estágio monopolista atual.

Destarte, muitos autores (BERNAL, 1969a; MANDEL, 1982; PEREZ, 2002; BRYNJOLFSSON & SAUNDERS, 2010; BUNGE, 2012) consideram que algumas inovações técnico-científicas têm impacto social e são determinantes nas mudanças radicais na maneira como nós, humanos, interagimos com o nosso ambiente. As tecnologias de comunicações são exemplos disso.

Para Bunge (2012) a intensidade e o impacto de uma inovação técnica dependem de vários fatores: a originalidade e utilidade da inovação técnica, o preço e a promoção do produto, a capacidade de compra e o nível educacional da população, e que o novo produto seja amigável (*user-friendly*) para o usuário.

O estribo e o ferro mudaram a técnica de guerra: o primeiro deu predomínio à cavalaria e o segundo deslocou as armas de bronze. Os dois contribuíram para a vitória das hordas bárbaras sobre as falanges romanas e, assim, para a queda do Império Romano. O arado, o colar do cavalo, os jugos para juntar bois e a moagem de grãos revolucionaram a agricultura medieval e foi uma fonte de prosperidade para os países do norte dos Alpes. A imprensa popularizou a cultura e assim contribuiu para o nascimento da democracia. A máquina a vapor tornou possível a primeira Revolução Industrial, com todas as suas maravilhas e todos os seus horrores (BUNGE, 2012, p. 25, tradução nossa).

Todas essas inovações técnicas, segundo o autor, mudaram o nosso modo de vida, especialmente porque favoreceram a urbanização, o crescimento populacional, a acumulação de capital, o comércio internacional e a colonização e a exploração do Terceiro Mundo. Note-se que nenhuma dessas inovações exigiu conhecimento científico, no entanto contribuíram para o surgimento da economia capitalista, que por sua vez estimulou a pesquisa científica e a cultura em geral (BUNGE, 2012) p.26).

Carlota Perez, por sua vez, inspirada no pensamento de Joseph Schumpeter, acredita que o surgimento de uma nova tecnologia leva um período de crescimento explosivo, com grandes turbulências e incertezas na economia (PEREZ, 2002). Uma grande porcentagem dos economistas concorda com o fato de que a produção e a tecnologia têm impactado e mudado de forma bastante significativa a sociedade atual, mas as grandes inquietações radicam em estabelecer quais são as motivações para tais mudanças (MANDEL, 1986).

São as ideias de pessoas isoladas do mundo com suas ideias revolucionárias as que mudam a sociedade ou está na própria natureza da evolução das relações econômicas (capital-lucro) a variável que estimula as grandes mudanças na sociedade? Qual a relação com a ciência?

Diante da afirmação de John Stuart Mill (1806 – 1873) de que “Até hoje é discutível se todas as invenções mecânicas feitas até hoje chegaram a aliviar a labuta diária de algum ser humano” (MILL, 1996, p. 330), Marx respondeu:

Mas essa não é em absoluto a finalidade da maquinaria utilizada de modo capitalista. Como qualquer outro desenvolvimento da força produtiva do trabalho, ela deve baratear mercadorias e encurtar a parte da jornada de trabalho que o trabalhador necessita para si mesmo, a fim de prolongar a outra parte de sua jornada, que ele dá gratuitamente para o capitalista. Ela é meio para a produção de mais-valor (MARX, 2013, p. 548).

Nos primórdios da revolução industrial a tecnologia era desenvolvida de forma paralela ao conhecimento científico, que estava apenas iniciando. A institucionalização da ciência através das

“sociedades científicas não exercia influência e não era influenciada diretamente pelos acontecimentos da indústria, contudo, a ciência começa ter gradualmente uma influência direta nos processos produtivos, principalmente a partir da segunda metade do século XVIII, período em que acontece o trânsito do sistema de produção manufatureira à grande produção mecanizada iniciada na Inglaterra e em outros países capitalistas (BERNAL, 1969a; SOARES, 2001; BUNGE, 2012).

Concordamos com Bunge (2012) quando afirma que

As investigações desinteressadas de Ampere e Faraday não produziram resultados práticos até que Henry inventou o motor elétrico. As equações de Maxwell e as medidas de Hertz só serviram para entender o eletromagnetismo depois que Marconi as usou para inventar o rádio. Thomson, o descobridor do elétron, não pôde antecipar a indústria eletrônica. Rutherford, o pai da física nuclear, nunca acreditou que seu trabalho levaria à engenharia nuclear nem para as usinas nucleares (BUNGE, 2012, p. 159, tradução nossa).

A indústria capitalista manufatureira impulsionou substancialmente o desenvolvimento da produtividade a partir da mudança efetuada na qualidade da força do trabalho. No entanto, na cooperação capitalista simples os trabalhadores executavam as tarefas indicadas pelos seus chefes, enquanto no sistema manufatureiro a produtividade do trabalho foi impulsionada pela reorganização interna na divisão do trabalho e especialização dos operários, sem grandes mudanças nos instrumentos de trabalho (SINGER, 2002), ou seja, o desenvolvimento da produtividade e seu crescimento é consequência da fragmentação do trabalho num conjunto de funções produtivas, relacionadas entre si, mas relativamente independentes. Com o advento da manufatura o trabalhador converte-se num operário parcial, portador de força de trabalho desenvolvida de forma unilateral em relação com a globalidade da produção na oficina (CERVANTES et al, 2001; SINGER, 2002)

O modo de surgimento da manufatura, sua formação a partir do artesanato, é, portanto, duplo. Por um lado, ela parte da combinação de ofícios autônomos e diversos, que são privados de sua autonomia e unilateralidade até o ponto em que passam a constituir meras operações parciais e mutuamente complementares no processo de produção de uma única e mesma mercadoria. (MARX, 2013, p. 513)

A consolidação da grande indústria no final do século XIX foi produto da revolução nos meios de trabalho, segundo Marx pela invenção da máquina-ferramenta ou máquina de trabalho⁴, que foi capaz de suplantar o trabalho direto do artesão, baseado na utilização de diversas ferramentas artesanais, por um complexo sistema mecânico que aumentou exponencialmente a produtividade (MARX, 2013). A máquina-ferramenta substituiu o trabalho do homem como força física incorporada à ferramenta num sistema único, ou seja, substituiu o trabalho manual pelo trabalho mecanizado. O operário converte-se num simples acessório, num “apêndice vivo” da máquina.

Na manufatura e no artesanato, o trabalhador se serve da ferramenta; na fábrica, ele serve à máquina. Lá, o movimento do meio de trabalho parte dele; aqui, ao contrário, é ele quem tem de acompanhar o movimento. Na manufatura, os trabalhadores constituem membros de um mecanismo vivo. Na fábrica, tem-se um mecanismo morto, independente deles e ao qual são incorporados como apêndices vivos. (MARX, 2013, p. 606)

Ora, constata Marx, os instrumentos de trabalho nessa fase do desenvolvimento do capitalismo adquirem uma modalidade de existência que exige a substituição da força humana pelas forças da natureza e da rotina nascida da experiência, pela aplicação consciente das ciências naturais:

Por toda parte torna-se determinante o princípio da produção mecanizada, a saber, analisar o processo de produção em suas fases constitutivas e resolver os problemas assim dados por meio da aplicação da mecânica, da química etc., em suma, das ciências naturais. (MARX, 2013, p. 650)

A grande indústria, então, assenta as bases materiais e técnicas do capitalismo e transforma a ciência numa força produtiva e direta do capital, numa função produtiva integrada organicamente ao processo de produção capitalista. Segundo Marx, a aplicação da ciência e da tecnologia à produção constitui um dos seus momentos determinantes e estimulantes. (MARX, 2013)

O princípio da grande indústria, a saber, o de dissolver cada processo de produção propriamente dito em seus elementos constitutivos, e, antes de tudo, fazê-lo sem nenhuma consideração para com a mão humana, criou a mais moderna ciência da tecnologia. As formas variegadas, aparentemente desconexas e ossificadas do processo social de produção se dissolveram, de acordo com o efeito útil almejado, nas aplicações conscientemente planejadas e sistematicamente particularizadas das ciências naturais. (MARX, 2013, p. 680)

No desenvolvimento da grande indústria, a produção capitalista transforma-se gradualmente em processo de objetivação do conhecimento científico, em ciência objetivada, ou seja, o trabalho se transforma de um processo simples em científico. À medida que a indústria se desenvolve, a criação de riqueza depende cada vez menos do tempo de trabalho e da quantidade de trabalho utilizado, e mais da potência das ferramentas mecânicas usadas no processo de produção. Ou seja, depende, no geral, mais do desenvolvimento da ciência e do progresso da tecnologia ou da aplicação desta ciência à produção.

Podemos dizer, então, que são razões puramente econômicas as que impulsionam esse processo de imbricação da ciência com o regime de produção mecanizada. Ou seja, as expectativas por parte dos capitalistas de que o incremento da produtividade do trabalho representa um acréscimo dos lucros. Em termos mais claros, o espaço e os limites da introdução da maquinaria pelo capitalismo estão determinados pela sua capacidade de recortar o tempo de trabalho necessário do operário e, em consequência, prolongar o tempo de trabalho adicional do qual o capitalista se apropria na forma de mais-valia. Nesse contexto, as invenções e inovações tecnológicas se tornam um ramo da atividade econômica, e a aplicação da ciência à produção capitalista converte-se num critério que determina e estimula a própria geração de conhecimentos científicos. Nessa perspectiva, escreve Marx:

A acumulação do saber e da habilidade, das forças produtivas gerais do cérebro social, é desse modo absorvida no capital em oposição ao trabalho, e aparece conseqüentemente como qualidade do capital, mais precisamente do *capital fixo*, na medida em que ele ingressa como meio de produção propriamente dito no processo de produção. (MARX, 2011, p. 960)

A separação das potências intelectuais (científicas) do processo de produção e a sua subordinação às necessidades de crescimento do capital verificam-se quando a concentração do capital adquire a forma de monopólio.

Segundo Cervantes et al. (2001) os engenheiros, técnicos, operários especializados, se tornam uma nova classe de empregados pelo capital, que interessado em sua força de trabalho complexa, ocupam-se agora da produção de ideias científicas capazes de converter em tecnologia e impulsionar o desenvolvimento das forças produtivas sociais. Ou seja, o capital industrial-financeiro incorpora a investigação científica e técnica para o desenvolvimento de novas tecnologias como um momento particular e necessário do movimento do capital monopolista. A ciência converte-se agora na principal força produtiva do capital. É o monopólio, pelo seu poder financeiro, a entidade capaz de fazer essa conversão, pois tem a capacidade para montar laboratórios especializados destinados à produção de conhecimentos com possibilidades de se transformar em novo capital fixo e, portanto, em agente de nova mais-valia relativa.

É a partir dos anos 40 do século passado, com o advento do capitalismo monopolista de Estado, que a ciência e a tecnologia de ponta se consolidam definitivamente como forças produtivas do capital (CERVANTES et al., 2001), ou seja, o que caracteriza essa nova fase do desenvolvimento do capitalismo não é somente a constatação da existência da imbricação entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico, mas a fase monopolista desse fenômeno.

As corporações transnacionais monopolizam cada vez mais a conversão da ciência em tecnologia para a produção de meios de produção⁵. A transnacionalização da economia mundial faz com que o monopólio se converta no principal produtor de conhecimento científico. Por essa razão os investimentos em pesquisas científicas e desenvolvimento de novas tecnologias - Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - transformam-se numa esfera da atividade industrial das empresas transnacionais (CERVANTES et al., p. 132).

A concentração monopolista do capital transnacional é o fator determinante do desenvolvimento, mas também é o freio das forças produtivas na sociedade capitalista contemporânea. O caráter contraditório e duplo do monopólio em relação às forças produtivas (desenvolvimento e freio) explica-se pela simples razão que o monopólio tem a necessidade de promover o desenvolvimento delas, para garantir a reprodução ampliada do capital, contudo, também tem a obrigação de colocar-lhe freios, pois são agravadas as relações sociais de produção, pela superprodução de mercadorias⁶.

Na verdade, os monopólios são, também, potências negadoras da concorrência, pela ameaça constante de superprodução de mercadorias, por essa razão os monopólios freiam a produção de conhecimentos científicos, obstaculizam a conversão de conhecimentos científicos em tecnologias e freiam a introdução dessa tecnologia aos processos produtivos.

Poderíamos dizer que atualmente o desenvolvimento das forças produtivas é produto, em sua grande maioria, da concentração do capital transnacional único, que tem a capacidade de investir em força de trabalho dos cientistas, engenheiros e técnicos e em equipamento para investigação em dimensões exorbitantes.

O papel dos laboratórios de pesquisas

Nas condições atuais do predomínio do capital financeiro internacional, os laboratórios de pesquisas se constituem numa nova indústria, com relações sociais de produção e objetivos sociais econômicos bem claros e estabelecidos. Mandel (1986) demonstrou como a pesquisa e o desenvolvimento se tomou um ramo à parte na divisão do trabalho das grandes companhias, capazes de assumir a forma de empresa independente; por isso ele escreve:

Surgiram então os laboratórios de pesquisa operados por particulares, que vendiam suas descobertas e inventos a preço mais alto. A previsão de Marx era assim consubstanciada: a invenção havia se tomado um negócio capitalista sistematicamente organizado. (MANDEL, 1986 p. 177)

Destarte, Nuñez (1998) afirma que os primeiros laboratórios de pesquisa surgem no final do século XIX e começo do XX. A General Electric funda os primeiros laboratórios em 1890, e a Kodak, em 1893.

É em finais do século XIX que a ciência, especialmente a química, começa ter relação sistemática com a indústria através da fabricação de corantes na Alemanha. Na primeira década do século XX os laboratórios da General Electric (GE) e a American Telephone and Telegraph (ATT) se tornaram laboratórios de pesquisa dedicando-se às tarefas de investigação e desenvolvimento; a General Electric se dedicou à fabricação de lâmpadas de volfrâmio e ATT ao desenvolvimento das novas lâmpadas incandescentes. O resultado disso foi que em 1914 a GE passou a dominar 71% do mercado (antes tinha 25%) e a ATT cresceu na sua planta de pesquisadores de 23 para 106 entre 1913 e 1916. Isso teve como resultado que 20 anos depois 500 empresas estadunidenses tiveram seus centros particulares de investigação. (NUNÉZ, 1998, p. 40, tradução nossa)

Também Edwin Mansfield (1930–1997) pesquisou em 1990 a 76 grandes empresas em sete indústrias de manufatura para verificar quantas inovações de produtos e processos introduzidas entre 1975-1985 não poderiam ter sido feitas sem a pesquisa científica acadêmica realizada nos 15 anos anteriores. Os resultados são relatados no artigo mais conhecido de Mansfield, intitulado “Academic research and industrial innovation”, publicado em 1991. Nesse trabalho ele descobre que, em média, para as sete indústrias⁷, 11% dos novos produtos não poderiam ter sido desenvolvidos sem pesquisa acadêmica recente. A variação entre as indústrias é substancial, um mínimo de 1% na indústria do petróleo para um máximo de 27% na indústria de medicamentos. O tempo médio entre a pesquisa acadêmica e a inovação industrial é de cerca de sete anos (MANSFIELD, 1990). Neste artigo, Mansfield estima a taxa de retorno social à pesquisa acadêmica em 28%, enquanto em uma breve extensão do artigo em 1992, ele estima que seja 40% (DIAMOND, p. 1610).

Segundo Atkinson & Ezell (2012), os Institutos Fraunhofer, da Alemanha, realizam pesquisas aplicadas de utilidade direta para empresas privadas e públicas e de grande benefício para a sociedade. Entretanto, os 59 institutos que realizam pesquisas aplicadas que traduzem tecnologias para produtos comercializáveis recebem 70% de financiamento da indústria e 30% dos governos estaduais e do governo federal. Os Institutos Fraunhofer, com um orçamento de pesquisa anual de US \$ 2,35 bilhões, realizam pesquisa de ponta industrialmente relevante em uma ampla variedade de setores e plataformas tecnológicas, incluindo usinagem avançada, ótica, robótica, sistemas microeletromecânicos, nanotecnologia, tecnologias sem fio e muitos outros. Todas as empresas do país podem aproveitar essas redes compartilhadas de apoio ao ecossistema, participando de programas de pesquisa para desenvolver

suas capacidades e expertise nessas funções e setores. O governo alemão também patrocina dezessete projetos em indústrias, incluindo tecnologias ambientais, tecnologia médica, ciências da vida, tecnologia da informação e comunicação (TIC) e transporte em colaboração com parceiros internacionais para desenvolver novos grupos de pesquisa na Alemanha. Além disso, o governo da Alemanha está investindo um total de 1,1 bilhão de euros (US \$ 1,4 bilhão) ao longo de dez anos em pesquisa aplicada em eletrônicos automotivos, baterias de lítio, construção leve e outras aplicações automotivas (ATKINSON & EZELL, p. 182, tradução nossa).

James Adams (2005), por sua vez, considera vários campos de atividade científica mais próxima à indústria por sua relevância, isto é, por sua potencialidade comercial, por exemplo, a química, ciência dos materiais, informática, metalurgia, biologia, medicina etc. “A importância da relação entre a ciência, indústria e empresa está relacionada com a possibilidade de avanço tecnológico, por um lado, e, por outro, pelas vantagens comparativas” (ADAMS, 2005, p. 99).

Nessa complexa relação entre o Estado e as universidades, o financiamento de diferentes laboratórios de pesquisa e empresa privada, muitas vezes é omitida a relação social capitalista, na qual o único interesse é a obtenção de superlucros e vantagens comparativas em relação à concorrência Inter imperialista (fusão do monopólio capitalista e o Estado burguês).

A relação social capitalista obriga a ciência a se comportar como qualquer outra força produtiva: maximizar os lucros para a empresa. Desde a Segunda Guerra Mundial, a expansão da pesquisa e do desenvolvimento é prova dessa "lucratividade" estritamente capitalista. Nesse sentido,

No que se refere às condições gerais de produção, a pesquisa organizada não é diferente de qualquer outra indústria. É construído um laboratório, o equipamento necessário é instalado, contrata-se pessoal qualificado e espera-se pelos resultados. Como qualquer outro produto, estes podem ser usados diretamente pela empresa que os contratou ou podem ser vendidos a terceiros - por um bom preço; ou, como ocorre frequentemente, pode ter as duas destinações (LEONTIEF, 1960 apud MANDEL, 1982, p. 178).

Segundo Silk (1960 um volume cada vez maior de capital está atualmente fluindo para pesquisa e desenvolvimento, pois nesse campo a taxa média de retorno pode ser bastante alta em relação aos dólares gasto. Esse aspecto encontra-se diretamente relacionada com a lógica do capitalismo, segundo a qual as rendas tecnológicas se tornaram a principal fonte de superlucros.

No segundo artigo mais citado de Mansfield, disse Diamond (2003), “Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing”, o resultado chave é que o efeito da pesquisa básica sobre a produtividade total de fatores de uma empresa ou da indústria não é apenas positivo, na verdade é maior do que o efeito do mesmo gasto em P&D aplicada.

Mansfield testa a hipótese schumpeteriana bem conhecida de que as grandes empresas são mais propensas a produzir inovações do que as pequenas. Em seu *artigo* “Size of firm, market structure, and innovation”, Mansfield (1963b) apud. Diamond 2003, descobre que nas indústrias betuminosas de carvão e refinação de petróleo as quatro maiores empresas apresentaram maior participação de inovações do que no mercado, mas na indústria siderúrgica o oposto era verdadeiro. A empresa de tamanho ideal para inovação foi ligeiramente menor do que o tamanho das quatro maiores indústrias de betuminoso de

carvão e refinamento de petróleo e muito menor na indústria siderúrgica. Ele conclui que as quatro maiores empresas são mais propensas a representar uma grande parte das inovações da indústria quando a inovação requer um capital substancial, quando as empresas precisam ser bastante amplas para fazer uso das inovações e quando os tamanhos médios das quatro maiores empresas forem substancialmente maiores que o tamanho médio de uma empresa na indústria (DIAMOND, p. 1612).

Não obstante, os investimentos que as diferentes empresas fazem para incentivar mudanças tecnológicas são diferentes em relação ao tamanho e profundidade na sua aplicação imediata. O que queremos destacar neste trabalho é a imbricação constante da ciência, tecnologia, inovação e lucros capitalistas, o que nem sempre é explicitado nas pesquisas. Faz muito tempo que a ciência deixou de ser independente das condições do mercado e dos interesses estratégicos dos Estados.

Mandel (1982) deu conta desse fenômeno com as seguintes informações:

Os custos do desenvolvimento do náilon e do orlon foram de respectivamente 1 milhão e 5 milhões de dólares. O desenvolvimento da penicilina exigiu vários milhões de dólares e o dos 'destiladores de petróleo catalíticos, 11 milhões de dólares. A Pilkington Glass Company, da Grã-Bretanha, investiu 20 milhões de dólares na invenção e desenvolvimento da patente do vidro flutuante (*floatglass*). Especialistas estadunidenses referem-se à televisão como um "risco de 50 milhões de dólares" devido ao dinheiro gasto em pesquisa e desenvolvimento antes da comercialização. Na indústria aeronáutica os custos com pesquisa e desenvolvimento elevaram-se até alturas astronômicas; até 1965 [...] na indústria farmacêutica, os gastos em pesquisa geralmente atingem cerca de 8-10% do giro total dos negócios, embora apenas uma parcela dessa soma seja gasta em pesquisa de base. Hoechst afirma que chegou a gastar 25 milhões de dólares na pesquisa e desenvolvimento de um novo medicamento em 1973. O incentivo básico para esses enormes dispêndios de capital continuam sendo os superlucros mais altos do que a média, proporcionalmente, a serem obtidos pelas empresas que conseguem "atravessar". (MANDEL, 1982, p. 179)

Como qualquer outro capital produtivo, o capital investido na esfera da pesquisa é constituído de componentes fixos e variáveis. O capital fixo corresponde à construção e ao equipamento dos laboratórios; o capital variável, aos salários e pagamento de pessoal. O fato do trabalho de muitos desses empregados só muito mais tarde - ou nunca - ser incorporado ao valor de mercadorias específicas não altera a natureza do *trabalho total* dos participantes do setor de pesquisa e desenvolvimento, trabalho produtivo na medida em que é indispensável para a produção de novos valores de uso e, conseqüentemente, também de novos valores de troca. O mesmo se aplica aos operários que devem dedicar uma parte de seu tempo anual de trabalho para ligar as máquinas, examinar e limpar os seus componentes e efetuar os reparos necessários. Isso não altera absolutamente a natureza de seu tempo de trabalho, pois seria tão impossível manter a produção em andamento sem tais práticas quanto seria na ausência de modelos, fórmulas, desenhos, estudos etc, provenientes dos laboratórios e dos escritórios.

O rápido crescimento da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico criou um vasto acréscimo na demanda de força de trabalho intelectual altamente qualificada. Daí a "explosão da universidade", que, por sua vez, é acompanhada por uma vasta oferta de candidatos (aprendizes) a força de trabalho intelectualmente treinada, o que pode ser explicado pelo padrão mais alto de vida e pela promoção social individual a ele associada (MANDEL, 1982). Segundo a UNESCO, em nível mundial se investiram 1,13 trilhão de dólares em gasto bruto em investigação e desenvolvimento, isso equivale a 1,57% do PIB

mundial. Passados seis anos o valor foi de 1,47 trilhão de dólares, ou seja, 1,7% do PIB mundial (UNESCO, 2016). Essa mesma tendência de alta foi experimentada no âmbito dos recursos humanos. Estima-se que em 2007 havia 6,4 milhões de pesquisadores no mundo, enquanto que em 2013 essa cifra se elevou a 7,7 milhões, o que implica um acréscimo de 959,2 a 1083,3 pesquisadores por cada milhão de habitantes. (Ibid., p. 6)

O incremento nos insumos da atividade científica e tecnológica (indicadores de gastos e pessoal) incidiu também no aumento nos resultados obtidos no setor. No ano 2008, por exemplo, se alcançou a cifra de 1,02 milhão de publicações científicas em todo o mundo, enquanto que em 2014 foi de 1,27 milhão, o que significa um incremento de 23,4% em seis anos. Nesse tempo, as publicações passaram de 153 para 176 por cada milhão de habitantes (Ibid., p. 3). Nessa lógica, poderíamos dizer que a ciência se globaliza ao mesmo ritmo com que faz o resto da economia, pois nos anos 2008 20,9% dos trabalhos publicados tinham sido escritos junto com coautores internacionais. seis anos mais tarde o índice foi de 24,9%. (Ibid., 2016)

Também a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) publicou nas suas estatísticas que a solicitação de patentes ao nível global continua crescendo. Em 2009 foram solicitadas 1,7 milhão de patentes, em 2014 a quantidade se incrementou a 2,7 milhões. As subvenções seguiram um caminho semelhante ao dos pedidos de patentes, crescendo continuamente desde 2001 e aumentando acentuadamente de 2009 a 2012, seguido de uma desaceleração em 2013 e 2014. Em 2014, cerca de 1,18 milhão de patentes foram concedidas em todo o mundo, um aumento de 0,3% em relação a 2013. O crescimento de 0,3% em 2014 é o mais lento desde 2000. Isso ocorreu principalmente devido a um declínio no JPO, que concedeu 50.000 menos patentes em 2014 do que em 2013 (WIPO, 2015, p. 29).

Apesar da emergência e consolidação de novos atores no cenário internacional, a exemplo da China, persistem as assimetrias ou desigualdades entre os países pobres e os países ricos. Em 2014 os países de altas rendas foram os responsáveis dos 58,4% das solicitações de patentes, enquanto que os países de baixas rendas foram responsáveis por apenas 0,4%. (Ibid., p. 27)

No informe da UNESCO (2016) se encontram inúmeros exemplos da “distancia” que separa os países a partir dos seus diferentes níveis de desenvolvimento dos seus diferentes sistemas nacionais de inovação que são refletidos na elevada concentração de indicadores como os gastos em P&D e na contratação de cientistas. Em 2013, os países de altos ingressos, com 18,3% da população mundial e 51% do produto bruto mundial, concentram 69,3% das despesas em P&D, e 64,4% dos pesquisadores. Em contraste, os países com baixos ou médios ou aqueles de baixos ingressos, com 47,6% da população e 16,9% do PIB, só executaram 4,9% dos gastos e só podiam dispor de 7,7% dos pesquisadores (UNESCO, 2016).

Por sua vez, a situação da América Latina, que durante vários anos experimentou certo crescimento do seu setor científico e tecnológico, entrou numa nova fase de cortes nos investimentos em ciência e tecnologia (ALPIZAR, 2017, p. 101).

Pero más allá de la coyuntura, durante los últimos cinco años de los cuales se dispone información, se produjo un incremento en el volumen de recursos destinados a esta

actividad. Si en 2010 América Latina destinó como gasto en I+D un total de 50,4 mil millones de dólares medidos en PPA, en 2014 esta cifra fue de 62,8 mil millones de dólares. Este incremento no logró ser más dinámico que el crecimiento del PIB, por lo que ocurrió una ligera reducción en el peso del financiamiento como porcentaje del producto, que pasó del 0,76% al 0,75 en ese periodo (ALPIZAR, 2017, p. 100).

Por outro lado, as publicações científicas latino-americanas se mantiveram crescendo anualmente de forma estável, segundo as principais bases de dados, entre 2009 e 2013. Os artigos no **Science Citation Index** experimentaram um incremento do 32,2%, chegando no ano de 2016 a 81.784, enquanto que no **Scopus** o incremento foi de 114.138 publicações em 2013 (RICYT, 2017).

Segundo Alpizar (2017), embora se demonstre que na América Latina teve certo incremento nos investimentos em ciência e tecnologia, sua posição se mantém estagnada, quando comparado aos países desenvolvidos em relação ao pouco aproveitamento do potencial para gerar novos conhecimentos, o que determinam determina, em consequência, cenários prováveis de recessão econômica e baixo crescimento econômico nos próximos anos.

Mesmo que os dados não forneçam informações mais detalhadas sobre quais setores das diferentes indústrias são “beneficiados” com o fluxo de pessoal qualificado, com esses dados brutos pode se inferir que a ciência aplicada, especializada e submetida à divisão capitalista do trabalho só serve para maximizar os lucros dos monopólios. Assim, a concentração e centralização da produção da ciência e tecnologia nas indústrias monopolistas protegidas pelos Estados imperialistas é um imperativo para o capital transnacional, o que suscita uma luta feroz entre as diferentes oligarquias financeiras pelo monopólio da ciência e da tecnologia numa escala transnacional e em consequência a sua concentração e centralização.

O padrão distintivo desse crescimento do trabalho intelectual - obtido a partir do crescimento cumulativo do conhecimento científico, da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico e determinado, em última análise, pela inovação tecnológica acelerada - é a reunificação, em larga medida, das atividades intelectual e produtiva e o ingresso do trabalho intelectual na esfera da produção, uma vez que essa introdução do trabalho intelectual no processo de produção corresponde às necessidades imediatas da tecnologia do capitalismo, a educação dos trabalhadores intelectuais deve, analogamente, subordinar-se de maneira estrita a essas necessidades. O resultado é a crise da universidade humanista clássica, tornada anacrônica não apenas devido a razões formais (subdesenvolvimento da infraestrutura material, alterações na formação social dos estudantes etc), ou mesmo a razões sociais globais (tentativas de evitar o aparecimento de uma intelectualidade desempregada, esforços para limitar a revolta estudantil e intensificar a ideologização da ciência com vistas à manipulação das massas), mas também, e acima de tudo, devido a razões diretamente econômicas, específicas da natureza do trabalho intelectual no capitalismo; a pressão no sentido de adaptar a estrutura da universidade à seleção de estudantes e à escolha de programas escolares para a inovação tecnológica acelerada sob condições capitalistas. A tarefa primordial da universidade não é mais a formação de homens "educados", de discernimento e de qualificações - ideal que correspondia às necessidades do capitalismo de livre concorrência - mas a produção de assalariados intelectualmente qualificados para produção e circulação de mercadorias.

Considerações finais

O presente trabalho é apenas uma introdução, um caminho para novas pesquisas serem feitas nessa relação pouco explorada entre geração de conhecimento científico mensurado nos indicadores de P&D e a obtenção dos superlucros pelas empresas monopolistas transnacionais.

Não há dúvida de que o enorme desenvolvimento econômico é consequência da concorrência pela obtenção da mais-valia extraordinária. Nesse sentido é que os monopólios têm desenvolvido de forma significativa as forças produtivas.

O processo de mecanização e semi-automatização, característico das suas primeiras etapas, avança em determinados setores para a automação completa, criando-se condições necessárias para transformar na raiz todo o processo de produção capitalista. A chamada indústria 4.0 é mostra desse processo. Nesta época são geradas novas tecnologias, como as tecnologias da informação, engenharia genética, novas fontes de energia que estão aumentando de forma significativa a produtividade do trabalho.

Nesse sentido, o monopólio da ciência e da tecnologia, não essas últimas em si mesmas, tem sido o instrumento por meio do qual o capital financeiro tem conseguido estabelecer novas formas de acumulação e dominação econômica, sendo esse o lado mais visível do assunto.

Mesmo que o capitalismo monopolista pareça desenvolver as forças produtivas até o infinito, também impõe limites estritos à utilização da maquinaria, e em geral, a substituição da força de trabalho direta do operário pela tecnologia.

O contraditório e duplo caráter do monopólio em relação às forças produtivas explica-se pela simples razão de que o monopólio tem a necessidade de promover o desenvolvimento das forças produtivas para garantir a reprodução ampliada do capital, ao mesmo tempo tem a obrigação de colocar-lhe freios, pois são agravadas as relações sociais de produção, pela superprodução de mercadorias. Afinal, o capitalismo cria no seu seio uma grande contradição: a produção capitalista conduz inevitavelmente à criação de uma grande quantidade de produtos que a sociedade não consegue consumir, criando uma sociedade cheia de mercadorias e com grande quantidade de consumidores que precisam, mas não possuem os meios econômicos para consumir.

Na verdade, os monopólios são, também, potências negadoras da concorrência, pela ameaça constante de superprodução de mercadorias. por essa razão, os monopólios freiam a produção de conhecimentos científicos, obstaculizam a conversão de conhecimentos científicos em tecnologias e freiam a introdução dessa tecnologia aos processos produtivos. Esse é o lado menos visível do assunto.

Quando a ciência e a tecnologia são concebidas como um objeto de investigação por si mesmo, ou seja, sem a consideração destes fenômenos, a sua determinação e condicionamento por parte dos monopólios permanecem invisíveis. Isso impede entender o poderoso freio que o sistema capitalista representa para o desenvolvimento das forças produtivas.

Isso só se constata no momento em que conseguimos compreender o surgimento de uma nova descoberta, uma nova tecnologia, a introdução ao processo produtivo de alguma nova descoberta

científica, quando na verdade não conseguimos acompanhar a quantidade de inventos, que não são realizados, e na quantidade de descobertas científicas que não são convertidas em tecnologias, e na indeterminada quantidade de tecnologias que não são introduzidas na produção. Destarte, concluímos que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não pode ser considerado independente das relações de produção nem das categorias econômicas, se se concebe só como causa e não como efeito, perde-se a sua natureza de ser prisioneira das relações capitalistas de produção e da sua concentração por parte dos monopólios.

Referências

- ADAMS, J. D. *Industrial R&D Laboratories: Windows on Black Boxes?* In A. LINK N. & F. SCHERER M., **Essays in honor of Edwin Mansfield: The economics of R & D, innovation, and technological change**. Springer, 2005.
- ALPIZAR, G. L. **Temas de economía mundial 2016**. Ciencia y tecnología en el mundo en 2016, Centro de Investigaciones de la economía mundial *CIEM*, 98–104, 2017.
- ATKINSON, R. & EZELL, S. J. **Innovation economics: the race for global advantage**. New Haven, [Conn.]: Yale University Press, 2012.
- BERNAL, J. **Science in History Volume the Social Sciences: Conclusion**. (Vol. 4). Harmondsworth, Middlesex, England: C.A. Watts & Co. Ltd, and Pelican Books, 1969.
- BRYNJOLFSSON, E. & SAUNDERS, A. **Wired for innovation: How information technology is reshaping the economy**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2010.
- BUNGE, M. **Filosofía de la Tecnología y otros ensayos**. Lima, Perú: Nuevos Tiempos, Nuevas Ideas, 2012.
- CERVANTES, R., GIL, C., REGALADO, R.; ZARDOYA, R. **Transnacionalización y desnacionalización**. Ensayos sobre el capitalismo contemporáneo (3ªed). La Habana. Escuela Superior del Partido “Nico López”, 2001.
- DIAMOND, A.M. JR. 'Edwin Mansfield's Contributions to the Economics of Technology,' *Research Policy* 32, 1607-1617., 2003,
- MANDEL, E. **O capitalismo tardio**. São Paulo: Victor Civita, 1982.
- MANDEL, E. **Las ondas largas del desarrollo capitalista**. La interpretación marxista. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores Argentina S.A, 1986.
- MANSFIELD, E. (1990). Research Policy. *Academic research and industrial innovation*, 20(Elsevier Science Publishers B.V.), 1–20.
- MARX, K. **Grundrisse Manuscritos Econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2011.
- MARX, K. **O Capital Livro I: O processo de produção do capital**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013.
- MILL, J. S. **Princípios de economia política: com algumas de suas aplicações à filosofia social**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- NUÑEZ J. J. **Conocimiento, Educación y Sociedad**. La Habana: Universidad de la Habana, 1998.
- PEREZ, C. **Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden ages**. Cheltenham, Reino Unido ; Northampton, MA, EUA: E. Elgar Pub, 2002.
- RICYT, R. de I. de C. Y. T. **El estado de la ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos**, 2017. Disponível em: <http://www.ricyt.org>. Acesso em: 10/05/2018.

- SINGER, P. **O capitalismo: sua evolução, sua lógica e sua dinâmica**. São Paulo (SP): Moderna, 2002.
- SOARES, L. C. **Economia**. *O Mecanismo e as Bases Intelectuais da Revolução Industrial Inglesa*, 27(Editora da UFPR), 103–133, (2001).
- SWEETZY, P. **Teoría del desarrollo capitalista**. Cidade do México: Hacer, 2004.
- UNESCO. **UNESCO Science Report. Towards 2030**. Roma: Maastricht University, 2016.
- WIPO, W. I. P. I. (2015). World Intellectual Property Indicators. Recuperado em 7 de março de 2017, de World Intellectual Property Indicators website: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_944_2015.pdf. Acesso: 07/03/2017

Notas:

- ¹ Licenciado em Biologia e Química da Universidade do Atlântico. Doutorando em Ensino, Filosofia e História das ciências na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Membro do Laboratório de Ensino, Filosofia e História das Ciências – LEFHIO. Membro ativo da Associação de Docentes de Ciências Biológicas da Argentina. CV.: <http://lattes.cnpq.br/5463224766444681> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0230-7818> Email: leocell399@gmail.com
- ² Professora Adjunta do Centro de Formação de Professores/UFRB. Doutorado em andamento em Programa de Pós-Graduação em Educação. CV: <http://lattes.cnpq.br/5670806441109931> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8798-3411> Email: cardosoneves@gmail.com
- ³ No presente artigo serão tratados os investimentos em ciência e tecnologia e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de forma indistinta.
- ⁴ A partir do momento em que a ferramenta propriamente dita é transferida do homem para um mecanismo, surge uma máquina no lugar de uma mera ferramenta (MARX, 2013, p. 551)
- ⁵ Mandel reconhece que: “a ‘descoberta e invenção científica e técnica’ e a ‘inovação tecnológica’ não são duas categorias idênticas. A aceleração crescente de invenção da atividade científica e técnica foi determinada por grande número de fatores em interação na história da ciência, do trabalho e da sociedade”(MANDEL, 1982, p. 176).
- ⁶ O capitalismo cria no seu seio uma grande contradição: a produção capitalista conduz inevitavelmente à criação de uma gama de produtos que a sociedade não consegue consumir, dando-se o caso de uma sociedade cheia de mercadorias pela falta de consumidores que precisam consumir.
- ⁷ Elétrica, processamento de informação, química, instrumentos, farmacêutica, metais e petróleo. (MANSFIELD, 1990).

Recebido em: 13.11.2019

Aprovado em: 24.04.2020