

Mudança estrutural, desindustrialização e brecha tecnológica: limitações para a transição verde dos países em desenvolvimento.

Germán Augusto Zamorano ^a e Kaio Glauber Vital da Costa ^b

^aDoutorando em Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal de Rio de Janeiro

^bProfessor no Instituto de Economia da Universidade Federal de Rio de Janeiro

Resumo

Um dos principais tópicos de discussão na literatura sobre mudança estrutural e desenvolvimento econômico é a existência de um processo de desindustrialização que se desencadeou nas últimas décadas em diversos países de renda média e alta. No entanto, os países diferem tanto em seus processos de industrialização quanto eventualmente em sua desindustrialização e, com isso, há diferenças significativas nas consequências que esses processos têm sobre seus padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas e produtivas, e sua inserção internacional. Por outro lado, a literatura sobre brechas tecnológicas busca entender como as diferenças nos níveis de tecnologia impactam as taxas de crescimento e os processos de catch-up entre países em desenvolvimento e desenvolvidos. Contudo, na literatura que analisa esses fenômenos, pouca atenção tem sido dada aos impactos que eles causam ao meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é identificar os diferentes canais a partir dos quais o processo de desindustrialização se manifesta em um impacto específico na sustentabilidade ambiental, estabelecendo um diálogo entre as abordagens neoschumpeteriana, neoestruturalista e evolucionista, por um lado, e a economia do meio ambiente, por outro.

Palavras chave: brecha tecnológica - estrutura produtiva – inserção externa – meio ambiente

Área: Economia

1. Introdução

Existem inúmeros estudos dedicados à análise da mudança estrutural e dos impactos desse fenômeno no desenvolvimento econômico. Um dos principais tópicos de discussão dentro dessa literatura é a existência de um processo de desindustrialização que vem sendo desencadeado nas últimas décadas em diversos países, tanto de média quanto de alta renda. No entanto, os países diferem tanto em seus processos de industrialização quanto eventualmente em sua desindustrialização e, com isso, há diferenças significativas nas consequências que esses processos têm sobre seus padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas e produtivas, e sua inserção internacional.

Estas capacidades são decisivas para responder aos vários desafios que surgem no contexto global. A mudança climática é um desses desafios, e constitui um dos problemas ambientais mais urgentes gerados pelas atividades produtivas, potencializando os impactos de outros problemas ambientais e sociais. O acúmulo de dióxido de carbono (CO₂), metano e outros gases de efeito estufa (GEE) aumentou rapidamente ao longo do século XX. A alta (e crescente) concentração de CO₂ observada nas últimas décadas se traduz, entre outras coisas, no aquecimento global, que por sua vez tem causado mudanças climáticas.

Atualmente se verificam as consequências das alterações climáticas e a deterioração dos sistemas ecológicos, e nos próximos anos essa pressão sobre o ambiente irá intensificar-se, uma vez que segundo a OCDE (2019), estima-se que o PIB mundial cresça o dobro nos próximos 20 anos. Segundo a CEPAL (2020), os limites críticos de emissão de GEE podem ser expressos em termos de uma taxa máxima em que a economia mundial pode crescer sem comprometer a estabilidade dos ecossistemas ambientais, considerando a evolução das emissões de GEE por unidade de PIB. Uma das principais formas de manter ou aumentar a taxa de crescimento ambientalmente sustentável é por meio do progresso tecnológico e mudanças nos padrões de produção e consumo, que permitam dissociar a produção das emissões de GEE e do consumo de recursos naturais.

Nesse sentido, as inovações, entendidas como a geração e disseminação de novas ideias, produtos e processos, adquirem ainda maior relevância, considerando que não são apenas fonte de crescimento econômico, segundo abordagens neoschumpeterianas, neoestruturalistas e evolucionistas, mas também são essenciais para a transição para uma maior sustentabilidade ambiental. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico permite conciliar o crescimento econômico de longo prazo com a transição para uma economia global com menor intensidade de emissões de GEE.

No atual contexto de rápidas transformações tecnológicas, os países têm oportunidades de avançar para economias mais inclusivas e sustentáveis. No entanto, a utilização desse conjunto de inovações está condicionada aos processos de adoção e disseminação do progresso técnico nos níveis produtivo, social, organizacional e institucional.

Nessa perspectiva, para que os países façam a transição para uma economia com menor pegada ambiental, é necessário produzir melhorias do ponto de vista do desenvolvimento produtivo, científico e tecnológico, permitindo a dissociação entre emissões e degradação ambiental, por um lado, do crescimento econômico, por outro. Em países onde a brecha tecnológica é reproduzida ou ampliada, é possível verificar um padrão de especialização produtiva e comercial com baixo dinamismo tecnológico e maior impacto ambiental, baseado na competitividade “espúria”, nos termos de Fajnzylber (1988). Essa competitividade se traduz na exploração predatória dos recursos naturais, menor eficiência energética nos setores da economia e utilização de mão de obra pouco qualificada, numa estratégia de geração de emprego e renda, sem levar em conta os custos ambientais e sociais.

A literatura sobre brechas tecnológicas (Fagerberg e Verspagen, 2002; Meliciani, 2002; Fagerberg, 1987) busca entender como as diferenças nos níveis de tecnologia impactam as taxas de crescimento e os processos de recuperação entre países desenvolvidos e em

desenvolvimento. Essa literatura indica que a redução da brecha tecnológica deve ocorrer simultaneamente às mudanças nos padrões produtivos e comerciais dos países. No entanto, pouca atenção tem sido dada aos impactos dessa redução da brecha tecnológica no meio ambiente.

Nesse sentido, o presente trabalho é guiado pela seguinte pergunta de pesquisa: de que forma a desindustrialização afeta a sustentabilidade ambiental no longo prazo, nos países em desenvolvimento? A partir dessa pergunta, a hipótese é que a desindustrialização tem efeitos específicos sobre as capacidades tecnológicas e produtivas, a estrutura produtiva e a especialização comercial (particularmente uma reprimarização do padrão exportador) que, por sua vez, terá efeitos específicos sobre o meio ambiente e, particularmente, sobre as emissões de GEE.

O objetivo do presente trabalho consiste, dessa forma, em identificar os diferentes canais pelos quais o processo de desindustrialização se manifesta em um determinado nível de emissões de GEE, estabelecendo um diálogo entre as abordagens neoschumpeteriana, neoestruturalista e evolucionista, por um lado, e a economia ambiental por outro. Além desta introdução e das conclusões pertinentes, este trabalho tem mais três seções.

Na seção 2, é feita uma revisão da literatura sobre o fenômeno da desindustrialização, destacando por que a indústria tem um papel tão proeminente, e a relevância desse setor para a capacitação e redução da brecha tecnológica. Na seção 3, aprofundam-se as ligações entre a estrutura produtiva e a especialização comercial resultante de um determinado nível de industrialização e capacidades tecnológicas. Finalmente, a seção 4 analisa a dimensão ambiental relacionada à estrutura produtiva e inserção externa das economias em desenvolvimento.

2. Mudança estrutural, desindustrialização e desenvolvimento tecnológico

Kuznets (1966) destaca a mudança estrutural como elemento central no processo de crescimento econômico. Ele aponta que a adoção da tecnologia moderna em toda a economia implica padrões comuns de mudança, abrangendo a transferência de trabalhadores da agricultura para a indústria e serviços, e determinando uma redistribuição do foco primário da atividade econômica do campo para a cidade e, portanto, redefine a distribuição geográfica da população. Nesse sentido, as formas como a mudança estrutural se manifesta estão relacionadas a variações na composição setorial da atividade econômica, alocação de emprego, produção e uso de fatores, juntamente com mudanças na localização da atividade econômica, entre outros (Syrquin, 1988).

Nessa ordem de ideias, a mudança estrutural tem sido um elemento-chave no desenho de estratégias de desenvolvimento voltadas para a diversificação da matriz produtiva, a partir da construção de vantagens comparativas em setores distintos daqueles em que os países se especializaram. Às vezes, essas estratégias deram ênfase especial à industrialização como motor do progresso tecnológico.

Nesta seção, será apresentada uma breve revisão da literatura relacionada à interpretação do processo de desindustrialização e os impactos que esse fenômeno tem nas estruturas produtivas dos países que o atravessam, o que ajudará a entender as características "especiais" que determinados setores possuem para estimular processos de aprendizagem e geração de capacidades tecnológicas e produtivas dentro da matriz produtiva.

A Subseção 2.3 revisará a literatura que destaca a importância das capacidades tecnológicas para explicar as diferenças de renda entre os países. Nesse sentido, a partir dessas abordagens, a falta de capacidade para introduzir inovações tecnológicas é reconhecida como uma das principais limitações para o crescimento de vários países, especialmente os de renda média da América Latina.

2.1. Desindustrialização: fatos estilizados

O conceito de desindustrialização pode ser definido como uma redução persistente na participação do emprego industrial no emprego total em um país ou região (Rowthorn e Ramaswamy, 1999), bem como uma situação em que tanto o emprego industrial quanto o valor agregado industrial se reduzem em proporção ao emprego total e o PIB, respectivamente (Tregenna, 2009).

Segundo Rowthorn e Ramaswamy (1999), a desindustrialização pode ocorrer a partir de uma mudança na relação entre a elasticidade-renda da demanda por bens manufaturados e serviços, o que determina que, à medida que a renda de um país aumenta, a demanda muda progressivamente dos produtos industriais aos serviços. Outra causa da desindustrialização é o crescimento mais rápido da produtividade do trabalho na indústria em relação ao setor de serviços, o que acaba resultando na perda da participação relativa do emprego industrial no emprego total.

Nesse contexto, o processo de desenvolvimento econômico levaria à desindustrialização das economias a partir de um determinado nível de renda per capita, como teria ocorrido nos países desenvolvidos a partir da década de 1970. Isso porque a elasticidade-renda da demanda por serviços tende a crescer com o desenvolvimento, sendo maior que a elasticidade-renda da demanda por bens manufaturados. Portanto, o desenvolvimento econômico levará a um aumento da participação dos serviços no PIB e, a partir de um determinado nível de renda per capita, a uma queda na participação da indústria. Além disso, como a produtividade do trabalho cresce mais rápido na indústria do que nos serviços, espera-se que a participação do emprego industrial inicie seu processo de declínio antes da queda da participação da indústria no valor adicionado (Oreiro e Feijó, 2010).

Uma terceira causa deste fenômeno está relacionada à “doença holandesa” (Palma, 2005). Nesse contexto, a abundância de recursos naturais ou mudanças na política econômica que levam aos países à especialização comercial baseada em vantagens comparativas tradicionais podem levar à redução da participação do setor industrial no emprego e no valor agregado, por meio da valorização da taxa de câmbio, que se traduz em uma perda de competitividade para manufaturas e produtos de maior conteúdo tecnológico, juntamente com um crescente déficit comercial nesses ramos, com a contrapartida de um superávit comercial em setores intensivos em recursos naturais.

No caso dos países desenvolvidos, a perda de participação da indústria pode não estar associada a uma reprimarização do padrão exportador, caso a primeira ocorra a partir da transferência dos setores mais intensivos em mão de obra ou de menor valor agregado para outros países. Esse fenômeno é facilitado pelo aprofundamento da globalização e o surgimento das cadeias globais de valor (CGV), que possibilitaram a dispersão espacial da produção de bens, a partir da fragmentação dos processos produtivos em várias etapas, cada uma das quais podendo ocorrer em diferentes países, configurando uma nova divisão internacional do trabalho em que “tarefas” são trocadas em maior medida do que bens finais (OCDE, 2011). Nessa situação, a desindustrialização pode estar associada ao aumento da participação de produtos de maior conteúdo tecnológico e valor agregado nas exportações (Oreiro e Feijó, 2010).

A desindustrialização causada pela “doença holandesa” também é chamada de “desindustrialização prematura”, pois se inicia em um nível de renda per capita inferior ao observado nos países desenvolvidos. Dessa forma, os países afetados pela “doença holandesa” iniciam seu processo de desindustrialização sem terem aproveitado todas as possibilidades de desenvolvimento econômico vinculadas à indústria.

2.2. Características específicas dos setores

Dentro das correntes do pensamento heterodoxo, reconhece-se que nem todos os setores têm a mesma capacidade de promover aumentos de produtividade, estimular a disseminação do progresso técnico para outros setores, aproveitar demandas internas e externas ou gerar aumentos de produtividade do emprego. Assim, dentro dos diferentes aspectos, são geradas taxonomias e classificações dos setores produtivos, de acordo com sua intensidade tecnológica e capacidade de difundir o progresso técnico (Pavitt, 1984; Lall, 2001; Cimoli et al, 2005, Castelacci, 2008), adotando uma abordagem que rejeita a “neutralidade” da especialização setorial. Nesse sentido, o desenvolvimento econômico exige uma transformação da estrutura produtiva, baseada na realocação de fatores produtivos dos setores de menor produtividade para os de maior produtividade, onde prevalecem retornos crescentes. Portanto, a indústria é considerada o motor do crescimento de longo prazo nas economias capitalistas, em virtude das seguintes características:

(i) Os efeitos de encadeamento para frente e para trás na cadeia produtiva são mais fortes na indústria do que em outros setores da economia (Hirschman, 1958).

(ii) A indústria é caracterizada pela presença de economias de escala estáticas e dinâmicas, de modo que a produtividade na indústria é uma função crescente da produção industrial (esse fenômeno é conhecido na literatura econômica como a “lei de Kaldor-Verdoorn”) (Kaldor, 1967).

iii) O setor manufatureiro concentra a maior parte do desenvolvimento tecnológico, e tem maior capacidade de gerar derrames tecnológicos, permitindo sustentar a realocação de fatores de produção de mão de obra e capital dos setores de menor produtividade para os de maior produtividade, contribuindo assim para reduzir a heterogeneidade estrutural (Prebisch, 1949).

iv) A indústria contribui para aliviar a restrição do balanço de pagamentos ao crescimento econômico de longo prazo, na medida em que a elasticidade-renda da manufatura é maior que a elasticidade dos produtos primários.

Com base no exposto, os possíveis efeitos negativos relacionados à desindustrialização prematura estão ligados ao fato de que as virtudes da manufatura listadas acima não terão se difundido nas economias dos países em desenvolvimento por tempo suficiente para gerar mudanças progressivas na estrutura produtiva. Em outras palavras, a contração da base industrial pode reduzir as oportunidades de desenvolvimento e acumulação de capacidades produtivas e tecnológicas, seu transbordamento para outros setores, e contribuir para a restrição externa ao crescimento, limitando o potencial de crescimento de longo prazo. Isso levou alguns autores a vincular a desindustrialização prematura nas economias de renda média à armadilha da renda média, na medida em que o subdesenvolvimento do setor manufatureiro pode limitar a capacidade de sustentar os ganhos de produtividade necessários para o “*catching-up*” (Andreoni e Tregenna, 2019).

2.3. Brechas tecnológicas, “catch-up” e armadilha da renda média: importância das capacidades tecnológicas

Segundo Andreoni e Tregenna (2020), o termo armadilha da renda média tem sido amplamente utilizado na literatura sobre desenvolvimento econômico para descrever uma situação em que os países são incapazes de manter o crescimento econômico ao longo do tempo, sugerindo uma situação de estagnação de longo prazo em termos de renda per capita e, portanto, uma incapacidade estrutural de atingir o nível de renda dos países desenvolvidos. Lee (2013), por sua vez, descreve a armadilha da renda média como uma situação de crescimento estagnado, à medida que os países ficam presos entre fabricantes de baixos salários e inovadores de altos salários, na medida em que seus salários são muito altos para competir com países de baixos

salários e seu nível de capacitação tecnológica é muito baixo para competir com países avançados, destacando-se o caso da Argentina e do Brasil como exemplos dessa situação.

O termo armadilha da renda média está relacionado à existência de diferenças de renda entre diferentes regiões do mundo, o que nos remete ao conceito de “*catch-up*”, que é definido por Fagerberg e Godinho (2005) como a redução na brecha de produtividade e de renda de um país, em relação a um país líder. Na mesma linha de raciocínio, Odagiri et al. (2010) descrevem o “*catch-up*” como um processo pelo qual um país em desenvolvimento tardio reduz suas brecha de renda e tecnológica em relação a um país líder. Dessa forma, o “*catch-up*” pode ser medido a partir da redução dos gaps de renda, produtividade e capacidades tecnológicas (Lee, 2013).

O conceito de brecha tecnológica, na escola heterodoxa, tem origem nas contribuições de Posner (1961), Freeman (1963), Hirsch (1965) e Vernon (1966), que identificam as diferenças tecnológicas internacionais como o principal determinante dos fluxos comerciais e padrões de especialização. Estas diferenças estão relacionadas com as diferentes fases da evolução da tecnologia e uma distribuição desigual das capacidades inovadoras. Numa primeira fase, os países mais avançados tecnologicamente têm uma vantagem inovadora que lhes permite introduzir novos produtos e assim obter uma elevada quota de mercado mundial. Com o tempo, a tecnologia evolui para um estágio maduro, em que os produtos e processos se tornam mais padronizados, e a competitividade internacional é baseada em vantagens de custo de produção, de modo que a tecnologia é transferida para economias menos desenvolvidas.

Se no estágio inicial os processos inovativos geram divergência nos níveis de renda dos países, a difusão internacional do conhecimento tecnológico pode constituir uma fonte de convergência (Fagerberg, 1987, 1994). Nessa perspectiva, países com níveis de renda mais baixos podem se beneficiar da replicação de tecnologias modernas que estão disponíveis em países mais avançados (Gerschenkron, 1962)

No entanto, ressalta-se que a adoção e difusão dessas tecnologias não é automática, mas depende de um conjunto de fatores do país receptor do conhecimento, relacionados às capacidades sociais e congruência tecnológica, segundo Abramovitz (1986). Essa última refere-se ao fato de que o conhecimento disponível nos países mais avançados é de relevância limitada para os países menos desenvolvidos, devido às diferenças estruturais entre esses países. As capacidades sociais estão relacionadas ao fato de que, para absorver o conhecimento externo, os países necessitam de capacidades, tanto no nível dos agentes quanto no nível coletivo¹, que muitas vezes não estão disponíveis nos países mais atrasados em relação à fronteira econômica e tecnológica mundial. Portanto, são necessários esforços significativos para desenvolver as capacidades necessárias para o “*catch-up*”.

De acordo com Verspagen (1991), esses esforços necessários para absorver os fluxos internacionais de conhecimento podem levar a uma armadilha do desenvolvimento. Os países mais atrasados na fronteira tecnológica terão maiores dificuldades em obter os recursos necessários para investir no desenvolvimento de capacidades e em desenhar e aplicar as políticas necessárias para poder absorver e difundir esse conhecimento, o que explica por que são mais propensos a permanecer em níveis mais baixos de desenvolvimento.

Nesse sentido, Pérez e Soete (1988) enfatizam que são os retornos crescentes relacionados ao desenvolvimento produtivo e tecnológico que geram tais condições paradoxais

¹ Nesse aspecto, destaca-se o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), que é composto por elementos e interações ligadas à produção, disseminação e uso de conhecimento novo e economicamente útil encontrado dentro das fronteiras de um país (Lundvall, 1992). As características particulares de cada SNI constituem um elemento central para explicar as diferentes capacidades de gerar e difundir inovações em cada país. A forma como os diferentes componentes de um SNI (empresas, universidades, instituições científicas, governamentais, etc.) adquirem o conhecimento externo e como este é disseminado entre os agentes nacionais é uma questão fundamental na perspectiva do “*catching-up*” (Lee, 2013).

para o desenvolvimento econômico. Para produzir novo capital, é necessário capital prévio, para absorver novos conhecimentos, é necessário conhecimento prévio, são necessárias habilidades para adquirir novas habilidades, assim como um determinado grau de desenvolvimento é necessário para criar a infraestrutura e economias de aglomeração que tornam o desenvolvimento possível. Desta forma, os rendimentos crescentes associados ao processo de aprendizagem explicam fenômenos de grande acumulação de capacidades por um lado e de maior atraso por outro. Segundo Cimoli e Rovira (2008), todos esses elementos constituem forças que contribuem para a dependência da trajetória, gerando uma tendência endógena de reproduzir o padrão dominante de produção e aprendizagem

Juma e Clark (2002) destacam que o processo de "*catching-up*" é frequentemente associado à imitação tecnológica e está vinculado a seguir o mesmo caminho de desenvolvimento dos países mais avançados. No entanto, ressaltam que a imitação tecnológica tem uma função muito mais complexa do que simplesmente seguir o mesmo caminho de desenvolvimento, pois é uma etapa crítica no processo de aprender a se industrializar, e deve ser considerada dessa forma. O ritmo dessa imitação é significativamente afetado pelas capacidades tecnológicas pré-existentes, políticas e contexto institucional.

Esses mesmos autores apontam que as capacidades tecnológicas incluem a ampla gama de conhecimentos e habilidades necessárias para adquirir, assimilar, usar, adaptar, mudar e criar tecnologia. Para que estas capacidades gerem o necessário dinamismo econômico, requerem outras competências complementares, como flexibilidade organizacional, finanças, qualidade dos recursos humanos, serviços de apoio e gestão de informação, a par de competências de coordenação. Eles concluem que é a relação sinérgica entre essas diferentes capacidades que leva ao dinamismo econômico que resulta no "*catch-up*".

A maioria dos países em desenvolvimento tem tentado fazer o "*catch up*" assimilando e adaptando as tecnologias dos países mais avançados, em uma estratégia baseada em seguir o mesmo caminho desses países, o que é consistente com a chamada teoria do ciclo de vida do produto (Vernon, 1966). No entanto, apesar desses países terem conseguido crescer até atingir o nível de renda média, em muitos casos (como na Argentina, Brasil e outros países da América Latina), a economia caiu na armadilha da renda média. Nesse sentido, para superar o estágio da renda média, são necessárias capacidades tecnológicas que permitam escalar para atividades de maior valor agregado.

Andreoni e Tregenna (2020) estendem esse conceito a uma armadilha "tecnológica" da renda média, que resultaria de três fatores interdependentes: i) limitações em termos de escala e competitividade tecnológica para penetrar em mercados globais cada vez mais concentrados; ii) os desafios enfrentados pelas empresas nacionais para se integrarem em cadeias globais de valor e gerar vínculos com o sistema produtivo nacional; iii) o desafio de acompanhar a evolução tecnológica e a inovação.

Na mesma linha de raciocínio, Lee (2013) reconhece que a inovação tecnológica é cada vez mais reconhecida como uma das principais limitações para o crescimento de diversos países, especialmente os de renda média da América Latina. Por isso, sugere que os países de renda média com determinadas capacidades tecnológicas dêem um salto (*leap-frog*), deixando para trás tecnologias mais antigas, evitando grandes investimentos em sistemas tecnológicos anteriores e adotando e desenvolvendo novas tecnologias para ganhar participação em mercados emergentes, aproveitando os novos paradigmas tecno-econômicos (Lee, 2005, 2013). Freeman e Soete (1997) e Perez e Soete (1988) argumentam que os paradigmas tecnológicos emergentes servem como janelas de oportunidade para os países atrasados, que, não estando presos em antigos sistemas tecnológicos, podem aproveitar as novas oportunidades em indústrias emergentes.

3. Estrutura produtiva, brecha tecnológica e inserção externa.

A seção anterior apresentou uma visão geral de um conjunto de abordagens que identificam as diferenças tecnológicas internacionais e uma distribuição desigual de capacidades inovadoras como os principais determinantes dos fluxos comerciais e padrões de especialização. Nessa perspectiva, para que os países possam participar dos mercados de comércio internacional mais dinâmicos, eles devem ter um conjunto de capacidades locais que lhes permitam penetrar nesses mercados. Nesse sentido, a participação dos setores produtivos com maior intensidade tecnológica e capacidade de difusão do progresso técnico constitui um elemento determinante da especialização comercial. Ao mesmo tempo, existem várias formas pelas quais a inserção externa de um país contribui para modificar a composição setorial da sua estrutura produtiva.

Segundo Cimoli e Porcile (2008), existe uma dimensão de demanda, vinculada aos processos de aprendizagem das capacidades tecnológicas e produtivas, que não pode ser ignorada. Nesta ordem de ideias, Cimoli et al (2005) destacam como um dos elementos centrais das atividades de exportação, a geração de efeitos de encadeamento para a economia como um todo, especialmente para as atividades tecnologicamente mais dinâmicas, gerando vínculos tecnológicos e produtivos com outras atividades domésticas.

Nessa perspectiva, o comércio internacional desempenha um papel fundamental na elevação da demanda agregada por produtos manufaturados, reforçando o círculo virtuoso que leva ao aumento geral da produtividade. A expansão da demanda estimula o aumento da produtividade e do emprego por meio da difusão de retornos crescentes na indústria, o que, por sua vez, gera aumentos na capacidade de produção e no produto. Na perspectiva kaldoriana, o crescimento da produção induz um processo virtuoso de aumento da produtividade e da renda, reforçando o estímulo ao aumento da capacidade produtiva, da produção e do emprego (Cimoli e Porcile, 2008).

Porcile e Holland (2005) resumem as relações causais entre as diferentes variáveis sugeridas pelos modelos Schumpeteriano e pós-keynesiano de crescimento com restrição externa a partir dos seguintes fatos estilizados:

(i) A competitividade internacional, definida como a capacidade de cada país de manter ou aumentar sua participação nos mercados internacionais sem reduzir a renda real de seus habitantes (OCDE, 1992), depende da distância daquele país em relação à fronteira tecnológica internacional e a capacidade de reduzir essa brecha ao longo do tempo. Quanto maior a brecha tecnológica, menor a intensidade tecnológica dos produtos em que um país se especializa no comércio internacional.

(ii) A especialização internacional decorrente do gap tecnológico determina um menor potencial de aprendizado e aumentos de produtividade no longo prazo, uma vez que em setores de baixa intensidade tecnológica os ganhos de produtividade do trabalho são menores do que nos setores de maior intensidade tecnológica.

(iii) Existe uma correlação positiva entre a intensidade tecnológica e o dinamismo da demanda internacional. Isso determina que os países tecnologicamente mais atrasados, além de apresentarem menos oportunidades de aprendizado e inovação, também enfrentam uma demanda menos dinâmica pelos produtos em que se especializam, aumentando sua exposição a recorrentes crises de balanço de pagamentos, que refletem a menor elasticidade renda da demanda por suas exportações em relação à elasticidade de sua própria demanda por importações.

(iv) O endividamento externo pode aliviar temporariamente a restrição externa, mas tende a reaparecer no médio ou longo prazo, inclusive com maior intensidade, quando os pagamentos de juros e capital exercem mais pressão sobre o balanço de pagamentos, o que

resulta em ciclos de crescimento seguidos de um forte ajuste externo, que reduz a taxa de crescimento econômico e de investimento.

(v) A combinação desses fatores limita o crescimento efetivo das economias em desenvolvimento e o aproveitamento das oportunidades associadas aos paradigmas tecnológicos, gerando um cenário de divergência, em que as brechas de renda e tecnologia entre países desenvolvidos e em desenvolvimento aumentam persistentemente.

Por um lado, atividades que fazem uso intensivo de tecnologia geram externalidades positivas (*spillovers* tecnológicos) e diversos estímulos à inovação e aprendizagem que promovem o acúmulo de capacidades no longo prazo. Por outro lado, uma estrutura econômica fortemente concentrada em atividades de baixa intensidade tecnológica se traduzirá em um processo de aprendizagem limitado e aumentos de produtividade, o que pode comprometer as capacidades de inovação e, portanto, as possibilidades de gerar ganhos dinâmicos de competitividade que permitem uma maior participação nos mercados mais dinâmicos do ponto de vista da elasticidade-renda da demanda. Assim, uma maior brecha de produtividade interna reforça a brecha externa, uma vez que setores de baixa produtividade têm maiores dificuldades em adotar tecnologias, fomentar processos de aprendizagem e, em última instância, inovar (CEPAL, 2010).

Além disso, como foi estabelecido na seção anterior, a especialização comercial pode impactar a estrutura produtiva a partir da doença holandesa. Esse fenômeno implica que a valorização cambial de uma especialização comercial baseada em recursos naturais estimula a substituição de produtos produzidos localmente por importações, aprofundando essa especialização em recursos naturais.

Na medida em que esse padrão de especialização é menos dinâmico do ponto de vista do crescimento da demanda agregada e do aprendizado tecnológico, os impactos das mudanças nos preços relativos podem ter consequências de longo prazo. As capacidades incorporadas nas pessoas e nas empresas são destruídas quando as empresas saem do mercado, dificultando a reconstrução dessas capacidades posteriormente, à medida que surgem novos paradigmas e são necessárias capacidades mais complexas (Cimoli e Porcile, 2008). Da mesma forma, a volatilidade macroeconômica promove um comportamento defensivo por parte dos empreendedores, o que encurta o horizonte de planejamento das empresas e prejudica os investimentos e gastos em pesquisa e desenvolvimento (Katz, 2015).

4. Desindustrialização e meio ambiente: estabelecendo diálogos entre os distintos enfoques

4.1. Introdução

Nesta última seção, serão explorados os diferentes canais pelos quais o processo de desindustrialização e a especialização comercial levam a um padrão específico de emissões de GEE. Nas seções anteriores, ficou estabelecido que a contração da base industrial pode reduzir as oportunidades de desenvolvimento e acumulação de capacidades produtivas e tecnológicas, bem como seu transbordamento para outros setores, contribuindo para uma maior heterogeneidade estrutural.

Da mesma forma, por meio de uma revisão da literatura sobre brechas tecnológicas, argumentou-se que a relação sinérgica entre essas diferentes capacidades tecnológicas e produtivas leva a um dinamismo econômico que resulta no "*catch-up*" e permite que os países participem dos mercados mais dinâmicos no comércio mundial. Nesse sentido, os países que não conseguiram desenvolver essas capacidades encontram-se em uma armadilha tecnológica de renda média, que decorre de suas limitações para se integrar aos segmentos mais dinâmicos

das CGVs, aprofundando sua especialização comercial em produtos homogêneos de menor intensidade tecnológica e valor agregado.

No caso dos países em desenvolvimento, e mais especificamente, das economias latino americanas, esses elementos compõem um padrão específico de emissões de GEE. A especialização comercial em produtos agrícolas implica, em linhas gerais, emissões de GEE relacionadas à expansão da fronteira agrícola e à fermentação entérica da pecuária². A estrutura produtiva heterogênea dessas economias, com forte concentração de setores de baixa intensidade tecnológica, afeta os níveis de eficiência energética e a adoção e difusão de tecnologias verdes.

As tecnologias verdes estão relacionadas às tecnologias atualmente disponíveis para mitigar as emissões de GEE, e aquelas relacionadas ao controle da poluição do ar, gestão de resíduos, gestão da água, adaptação às mudanças climáticas, remediação de solos e monitoramento ambiental. Especificamente, as tecnologias incluídas são aquelas ligadas à produção de eletricidade de baixo carbono, transporte de baixa emissão, eficiência energética em prédios e setores industriais, controle da poluição do ar e saneamento de água e resíduos, entre outros (OCDE, 2009).

Ciarli e Savona (2019) discutem as diferentes formas como os vários aspectos da mudança estrutural se relacionam com as alterações climáticas, e como se inter-relacionam, numa extensa sistematização da literatura empírica que se desenvolve em torno destes dois temas. Entre esses aspectos, destacam-se:

i) A composição setorial da economia tem impacto direto no meio ambiente, através das diferentes contribuições que cada setor faz em termos de emissões de GEE, e indiretamente, afetando as relações insumo-produto e a taxa de introdução de tecnologias verdes;

ii) As mudanças na organização industrial, que estão interligadas com o aspecto anterior, afetam diretamente o nível de emissões, pois uma maior especialização das empresas está relacionada a maiores níveis de produtividade que afetam a intensidade energética. A terceirização e a concentração geográfica da produção podem contribuir para as emissões relacionadas ao transporte de produtos;

iii) A mudança técnica assume um papel central, na medida em que a introdução de tecnologias verdes permitem aumentar a eficiência energética dos processos produtivos, contribuem para um aumento da desmaterialização do valor acrescentado dos produtos finais e substituem os combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis. No entanto, destaca-se a diferença entre inovações incrementais que podem melhorar a eficiência energética e inovações radicais que exigem grandes mudanças na estrutura da economia, infraestrutura e comportamento do consumidor e, portanto, podem ter efeitos negativos na eficiência energética ou no meio ambiente.

iv) A mudança na distribuição de renda, por sua vez, altera os níveis de consumo final, a distribuição do consumo entre os diferentes setores e a aversão à poluição pelos consumidores. A mudança provocada nas preferências dos consumidores pode gerar incentivos para a introdução de produtos novos e mais sustentáveis.

Em conclusão, cada um dos diferentes aspectos relacionados à mudança estrutural pode ter impactos diferentes no meio ambiente, de modo que os efeitos líquidos das mudanças estruturais nas mudanças climáticas são, ex ante, indeterminados. Este trabalho enfoca o papel da mudança estrutural como elemento transformador nos setores da economia, e sua capacidade

² A fermentação entérica é um processo que ocorre no trato digestivo de certas espécies animais. Um dos subprodutos desta fermentação anaeróbica é o metano (CH₄) que pode ser exalado ou expelido da extremidade terminal do trato digestivo.

de ampliar ou reduzir a brecha tecnológica e definir estruturas produtivas e padrões específicos de inserção externa, que determinam uma configuração específica de emissões de GEE.

4.2. Estrutura produtiva, especialização comercial e padrão de emissões de GEE

Em relação ao padrão de especialização comercial concentrado em produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais, cabe destacar que o uso mais intensivo desses recursos implica o avanço da fronteira agrícola em direção a novas regiões, o que impacta diretamente nas emissões de GEE devido à mudanças no uso da terra, desde a conversão de áreas florestais em monoculturas de soja ou estabelecimentos pecuários, bem como pela fermentação entérica de gado.

Por outro lado, uma estrutura produtiva caracterizada por uma forte heterogeneidade estrutural, com alta participação de setores de baixa produtividade e maiores níveis de informalidade, traduz-se em processos produtivos com maior potencial emissor em relação aos setores mais modernos. A incorporação de tecnologias mais limpas (tecnologias verdes), processos menos poluentes, máquinas e equipamentos com maior eficiência energética e sistemas de gestão ambiental, entre outras medidas destinadas a reduzir o impacto ambiental dos processos produtivos, exige incentivos, recursos econômicos e mão de obra qualificada que dificilmente estão presentes nas empresas de menor produtividade relativa.

No entanto, nas estruturas produtivas dos países em desenvolvimento também destacam empresas, atividades ou setores que se distinguem favoravelmente por seus processos produtivos relativamente modernos, com altos níveis de produtividade, inovação, aprendizado e parâmetros de qualidade. Esse tipo de empresas possuem vantagens competitivas significativas, o que lhes permite ter maiores recursos financeiros e tecnológicos para adotar tecnologias verdes, enquanto seus incentivos para isso também são maiores, uma vez que a regulação ambiental dos mercados externos que atendem, bem como do seus consumidores, são mais exigentes com o cumprimento das normas ambientais.

Contudo, estes casos são frequentemente chamados de “ilhas de modernidade” ou “ilhas de excelência”, na medida em que apresentam encadeamentos fracos com o resto do tecido produtivo. Devido à sua reduzida integração com os demais setores, o crescimento dessas atividades depende em maior medida de insumos importados, de modo que apenas um número limitado de fornecedores locais é impactado por seus padrões ambientais mais elevados. Desta forma, a capacidade de disseminação de tecnologias verdes é identificada como um elemento adicional a ser considerado para definir a relevância de determinados setores, somado à já mencionada capacidade de disseminação do progresso técnico para o restante do aparato produtivo. Conforme será descrito nos parágrafos seguintes, na medida em que a difusão das tecnologias verdes se limita a um seleto grupo de empresas que estão "isoladas" do restante do aparato produtivo, o custo de adoção dessas tecnologias aumentará, resultando nos efeitos de “*lock-in*” de sistemas tecnológicos baseados em combustíveis fósseis.

Assim como as capacidades tecnológicas e produtivas são necessárias para conduzir ao dinamismo econômico que resulta no “*catch-up*”, na literatura relacionada à adoção e difusão de tecnologias verdes, destaca-se também a necessidade de desenvolver mecanismos que promovam a acumulação doméstica de conhecimento e inovações tecnológicas para aumentar a capacidade de absorção tecnológica (UNCTAD, 2009; OCDE, 2019).

Da mesma forma, as barreiras financeiras para a adoção dessas tecnologias não estão apenas ligadas à disponibilidade dos recursos da empresa, mas também à falta de conhecimento necessário para poder avaliar os riscos e retornos associados às novas tecnologias verdes. Segundo Allan et al (2014), existem diversas fontes de informação sobre uma nova tecnologia, mas uma das mais importantes é a observação da experiência de outros usuários. Isso implica que, à medida que o número de usuários aumenta, aumentam as chances de que outra empresa comece a aprender sobre ela e, conseqüentemente, aumentam as possibilidades de adoção dessa

tecnologia. Nesse sentido, destaca-se que, embora os benefícios da adoção de uma tecnologia possam ser semelhantes entre os diferentes usuários, há um alto grau de heterogeneidade no que diz respeito aos custos de adoção, uma vez que não se limitam apenas ao preço de compra, mas incluem também um conjunto de custos relacionados com a aprendizagem da sua utilização, a sua adaptação aos processos de produção e às práticas da empresa, que podem ser muito diferentes entre os potenciais usuários desta tecnologia, tanto mais quanto maior for a heterogeneidade estrutural.

Nessa ordem de ideias, destacam-se os efeitos das redes e do “*lock-in*” tecnológico na difusão da tecnologia. Tais efeitos ocorrem quando os benefícios do uso de uma determinada tecnologia dependem da extensão em que outros também a utilizam. Podem surgir quando uma tecnologia demanda uma infraestrutura específica, o que tende a surgir à medida que tal tecnologia é amplamente utilizada. Esses efeitos são relevantes para a difusão de determinadas tecnologias verdes, na medida em que dependem de uma infraestrutura subjacente específica e competem com tecnologias baseadas em combustíveis fósseis para as quais já existe uma infraestrutura estendida (Allan et al, 2014; UNCTAD, 2009; OCDE, 2019; Lütkenhorst et al, 2014; Unruh, 2000).

Por fim, deve-se notar que a adoção precoce de tecnologias verdes e a participação na produção de equipamentos e produtos que incorporam essas tecnologias podem gerar novas oportunidades de criação de valor em mercados internacionais em rápida expansão, conferindo vantagens do tipo “*early mover*” nas CGV (UNCTAD, 2009). Nessa perspectiva, o progresso da China em direção aos mercados de carros elétricos, energia solar e eólica se destaca como uma estratégia de salto (*leap frog*) para o desenvolvimento de novos produtos de tecnologia de ciclo curto (Lee, 2013). Da mesma forma, a penetração precoce da Dinamarca no setor de energia eólica e a transição energética da Alemanha são explicadas como estratégias motivadas por objetivos ambientais e econômicos, visando fortalecer a posição desses países nos mercados globais de tecnologias verdes (Allan et al, 2014).

Conclusões

De acordo com Cimoli et al (2005), reconhecer a centralidade do progresso técnico implica assumir que o fator chave para o crescimento econômico é dado pelas capacidades tecnológicas e produtivas. Embora a existência de fatores relativamente abundantes, como recursos naturais e mão de obra barata, possa ajudar a manter altas taxas de crescimento em um determinado período, essa disponibilidade de recursos pode ser insuficiente. A insuficiência pode ser decorrente de seus menores encadeamentos produtivos (diretos e indiretos) e transbordamentos tecnológicos, dificultando a promoção de processos de mudança estrutural progressiva. A própria natureza das rendas do conhecimento determina que elas possam ser recriadas quando as condições de mercado mudarem. Ao contrário, quando a fonte de renda depende em grande medida de um recurso abundante, a escassez de capacidades tecnológicas e produtivas dificulta o reajuste da economia ao novo contexto.

Nesse sentido, o menor desenvolvimento de capacidades pode limitar a adaptação das economias em desenvolvimento ao novo contexto das mudanças climáticas, o que é especialmente preocupante dado que o aumento da temperatura afeta principalmente aos países mais pobres, o que reflete uma distribuição desigual dos custos da degradação ambiental. De acordo com o IPCC (2019), as altas temperaturas afetam significativamente a renda agrícola e as perdas econômicas relacionadas aos desastres naturais são duas a três vezes maiores para as pessoas pobres.

A transformação da estrutura produtiva de um padrão de crescimento baseado na renda derivada da abundância relativa de um fator de produção, para um baseado na renda gerada pelo conhecimento, é necessária para se adaptar às mudanças na dinâmica competitiva dos mercados, e ainda mais às mudanças climáticas. Em um cenário de rápidas transformações tecnológicas e maior integração produtiva e comercial, o surgimento de novos paradigmas

tecnológicos determina a criação de novos produtos, processos e setores produtivos, enquanto outros tendem a desaparecer. Nesse contexto, o surgimento de processos de mudança estrutural provocados pela fusão de tecnologias de diferentes paradigmas tecnológicos pode contribuir não apenas para atingir os níveis de renda dos países desenvolvidos, mas também para caminhar para uma economia com menor pegada ambiental e menores emissões de GEE, baseado na geração e disseminação de tecnologias verdes que contribuam para o aumento da eficiência energética e a desmaterialização da produção, facilitando a adaptação das economias em desenvolvimento ao novo contexto das mudanças climáticas.

Com base no exposto, destaca-se a necessidade de incorporar a dimensão ambiental no debate sobre mudança estrutural e desenvolvimento econômico.

Bibliografia

Abramovitz, M. (1986). Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind. *The Journal of Economic History*, 46(2), 385-406.

Allan, C., Jaffe, A. B., & Sin, I. (2014). Diffusion of green technology: a survey.

Andreoni, A., & Tregenna, F. (2020). Escaping the middle-income technology trap: A comparative analysis of industrial policies in China, Brazil and South Africa. *Structural Change and Economic Dynamics*, 54, 324-340.

Balassa, B. (1965). Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage 1. *The manchester school*, 33(2), 99-123.

Castellacci, F. (2008). "Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation." *Research Policy* 37(6): 978-994.

CEPAL, N. (2010). La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir. Trigésimo Tercer Período de Sesiones de la CEPAL.

CEPAL, N. (2020). Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. CEPAL.

Ciarli, T., & Savona, M. (2019). Modelling the evolution of economic structure and climate change: A review. *Ecological economics*, 158, 51-64.

Cimoli, M. (1988). Technological gaps and institutional asymmetries in a North-South model with a continuum of goods. *Metroeconomica*, 39(3), 245-274.

Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A., & Vergara, S. (2005). Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina. En: *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina-LC/W*. 35-2005-p. 9-39.

Cimoli, M. y S. Rovira (2008), “Elites and structural inertia in Latin America: an introductory note on the political economy of development”, *Journal of Economic Issues*, vol. 42, N° 2, junio.

Cohen, Wesley M., and Daniel A. Levinthal (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly* 35(1): 128–52.

Dosi, G., Pavitt, K., & Soete, L. (1990). The economics of technical change and international trade. LEM Book Series.

- Fagerberg, J. (1987) A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ, *Research Policy* 16: 87-99
- Fagerberg, J., (1994). "Technology and International Differences in Growth Rates," *Journal of Economic Literature*, vol. 32(3), pages 1147-1175.
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2002). Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation. *Research Policy*, 31(8-9), 1291-1304.
- Fagerberg, Jan, and Manuel Godinho (2005). "Innovation and Catching-up," in David C. Mowery, Jan Fagerberg, and Richard R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, pp. 514–43. New York: Oxford University Press.
- Fajnzylber, F. (1988). Competitividad internacional: evolución y lecciones. *Revista de la CEPAL*.
- Freeman C. (1963): ((The Plastic Industry: a Comparative Study of Research and Innovation n, *National Institute Economic Review*, 26, 22-62.
- Freeman, C. and L. Soete. (1997). Development and the diffusion of technology in Freeman, C. and L. Soete (eds.), *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, London.
- Gerschenkron, A., (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Belknap Press of Harvard University Press.
- Hirsch, S. (1965), "The United States electronics industry in international trade", *National Institute Economic Review*, N° 34.
- HIRSCHMAN, A. O. (1958), *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2019), *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, Ginebra.
- Juma, C., & Clark, N. (2002). Technological catch-up: Opportunities and challenges for developing countries. SUPRA Occasional Paper, Research Centre for the Social Sciences, University of Edinburgh, 1-24.
- Kaldor, N. (1967). *Strategic factors in economic development*. Ithaca: New York State School of Industrial and Labor Relations, Cornell University.
- Katz, J. (2015). La macro y la microeconomía del crecimiento basado en los recursos naturales. Neoestructuralismo y corrientes heterodoxas en América Latina y el Caribe a inicios del siglo XXI. Santiago: CEPAL, 2015. LC/G. 2633-P/Rev. 1. p. 243-259.
- Kuznets, S. (1966). *Modern Economic Growth: Rate, Structure and Spread*. New Haven and London: Yale University Press.
- Lee, K. (2005). "Making a Technological Catch-up: Barriers and Opportun#ities," *Asian Journal of Technology Innovation* 13(2): 97–131.
- LEE, Keun (2013), *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge University Press.
- Lee, K., and C. Lim (2001). "Technological Regimes, Catching-up and Leap-frogging: Findings from the Korean Industries," *Research Policy* 30(3): 459–83.

- Lütkenhorst, W., Altenburg, T., Pegels, A., & Vidican, G. (2014). Green industrial policy: Managing transformation under uncertainty. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik Discussion Paper, 28.
- Lundvall, Bengt-Ake (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Iterative Learning. London: Pinter Publishers.
- Meliciani, V. (2002). The impact of technological specialisation on national performance in a balance-of-payments-constrained growth model. *Structural Change and Economic Dynamics*, 13(1), 101-118.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (1992), *Technology and the economy: the key relationships*, París.
- OCDE (2011). “global value chains: preliminary evidence and policy issues”, *dsti/ind(2011)*, París: OCDE.
- OCDE (2019) *Innovation and Business/Market Opportunities associated with Energy Transitions and a Cleaner Global Environment*, OECD Publishing, Paris.
- Oreiro, J. L., & Feijó, C. A. (2010). Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. *Brazilian Journal of Political Economy*, 30, 219-232.
- Palma, J. G. (2005) Four Sources of “De-Industrialization” and a New Concept of the “Dutch Disease” in, Ocampo, J. A. (ed.) *Beyond Reforms Structural Dynamics and Macroeconomic Vulnerability*. United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean.
- PEREZ, C.; SOETE L. (1988) Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In G. Dosi et al. *Technical Change and Economic Theory*.
- Porcile, G., & Holland, M. (2005). Brecha tecnológica y crecimiento en América Latina. En: *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina-LC/W*. 35-2005-p. 40-71.
- Posner, M.V. (1961), “International trade and technological change”, *Oxford Economic Paper*, vol.13.
- Prebisch, R. (1949). O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas. *Revista brasileira de economia*, 3(3), 47-111.
- Rogelj, J., Shindell, D., Jiang, K., Fifita, S., Forster, P., Ginzburg, V., Handa, C., Kheshgi, H., et al. (2018). Chapter 2: Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development.
- Rowthorn, R., & Ramaswamy, R. (1999). Growth, trade, and deindustrialization. *IMF Staff papers*, 46(1), 18-41.
- Syrquin, M. (1988) *Patterns of Structural Change*. In Chenery, H. E Srinivasan, T. *Handbook of Development Economics*. Elsevier.
- Tregenna, F. (2009). ‘Characterising Deindustrialisation: An Analysis of Changes in Manufacturing Employment and Output Internationally’, *Cambridge Journal of Economics* 33(3), 433–466.
- UNCTAD (2009). *Trade and Development Report 2009: Responding to the global crisis: Climate change mitigation and development*. United Nations publication, New York and Geneva.

Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy policy*, 28(12), 817-830.

Vernon, Raymond (1966). "International Investment and International Trade in the Product Cycle", *The Quarterly Journal of Economics* 80(2): 190–207.

Verspagen, B., (1991), 'A New Empirical Approach to Catching Up or Falling Behind', *Structural Change and Economic Dynamics*, vol 2, No. 2, pp. 359-380.