



Geografías desde el Sur

ISSN: 1853-6026

Nro 13 - Abril 2026

CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS

Directora

Pintos, Patricia

Secretario

Arturi, Diego

Consejo Directivo

Carut, Claudia

Feliz, Mariano

Langard, Federico

Margueliche, Juan Cruz

Cortizas, Ludmila

Zamponi, Analía

Comité Editorial

Mariano Félix - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Claudia Carut - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Federico Langard - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Juan Cruz Margueliche - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Analía Zamponi - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Ludmila Cortizas - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Néstor Murgier - CIG-IdIHCS (FaHCE-CONICET); Héctor Luis Adriani - Departamento de Geografía, FaHCE-UNLP; Juan Pablo Del Río - Doctorado en Geografía, FaHCE-UNLP; Patricio Narodowski - Maestría en Políticas de Desarrollo, FaHCE-UNLP

Equipo Editorial

Directora

Pohl Schnake, Verónica

Secretaria

Maraggi, Inés

Coordinación Editorial

Margueliche, Juan Cruz

La política industrial en el marco de la transición energética: algunas reflexiones (y tensiones) para países en desarrollo¹

Pablo Lavarello y Juan José Pita

INTRODUCCIÓN

Este artículo se propone discutir las principales tensiones que enfrenta la política industrial de un país semi-periférico frente a los desafíos de la transición digital y energética.

Un cuerpo creciente de la literatura de política industrial ha prestado atención a la transición energética, incluyendo autores como Rodrik (2014), Andreoni y Chang (2016) y Mazzucato (2018; 2020). Estos trabajos comparten la visión común según el cual el paradigma tecno-económico vigente habilita las condiciones para una política industrial que alcance de forma simultánea objetivos de cambio estructural, sostenibilidad y empleo. Otros trabajos han extendido esta discusión a la posibilidad de experiencias de catching up ante el ascenso de China como líder en una industrialización verde (Zhang et al., 2017; Liu et al., 2010; Wang et al., 2018). Por su parte, analizando las particularidades de otros países del Sur Global, ciertos trabajos han prestado atención a las ventanas de oportunidad que abre la transición energética para el desarrollo de capacidades tecnológicas a partir de experiencias de industrialización en recursos naturales. En esta dirección, Hansen, Nygaard y Kadarusman (2026) proponen un marco conceptual sobre política industrial verde a partir de estrategias de catching up, analizando cómo los países en desarrollo pueden aprovechar las disrupciones tecnológicas verdes para escalar posiciones en las cadenas globales de valor. Los autores advierten, sin embargo, que estas ventanas son estrechas y a menudo se cierran antes de que los países en desarrollo puedan atravesarlas. Lema y Rabellotti (2023) estiman que las empresas industriales de países en desarrollo (excluyendo China) poseen apenas el 2% de las patentes verdes globales, y que Asia, Europa y Norteamérica concentran casi el 85% del despliegue de energías renovables.

Más allá del carácter no concluyente respecto a las posibilidades de industrialización verde desde el Sur Global, el común denominador de estos trabajos es la visión tecno-optimista en la que todos los países tienen similares ventanas de oportunidad a partir de la transición digital y energética. Luego, es necesario tener en cuenta la existencia de diferencias estructurales entre el Norte y el Sur Global (excluido China), donde los segundos enfrentan dilemas específicos como el que existe entre la inserción en cadenas globales de valor y la densificación productiva, entre la adopción eficiente de la tecnología digital y la dependencia frente a

¹ Una versión preliminar de este artículo fue presentada en el Segundo Seminario interno de la Red TRASAS para la Transformación socioambiental en una perspectiva global: Cadenas de suministro sustentables en tiempos de descarbonización (TraSAs), mayo del 2025.

grandes empresas de informática, o entre la industrialización verde y el riesgo de encerramiento (neo)extractivista.

Este documento se propone señalar los principales puntos ciegos de la literatura reciente de política industrial, teniendo en cuenta la escala mundial como arena en la que se despliegan las transformaciones tecno-económicas contemporáneas y las restricciones estructurales de los países (semi)periféricos. A partir de ello, se discuten los dilemas que surgen de estos puntos ciegos y se concluye con una grilla de acciones e instrumentos de política industrial que permita operativizar el análisis de las transiciones gemelas (digital y verde) en contextos de industrialización (muy) tardía.

El documento comienza discutiendo de qué hablamos cuando hablamos de política industrial, señalando su regreso en el Norte Global (sección 1). Luego señalaremos algunos hechos estilizados que nos permitirán apreciar cómo, a diferencia de buen parte del Sur Global, en los principales países de América Latina, se asiste desde los tempranos 2000 a un proceso de desindustrialización con dinámicas diferenciadas. Allí buscaremos describir cuales fueron las particularidades de la política industrial en estos países (sección 2). En ese momento del análisis, buscaremos avanzar hacia una perspectiva general, teniendo en cuenta que la especificidad de la política industrial para los países semi-industrializados requiere entender que la particularidad de las dinámicas diferenciadas de los procesos de desindustrialización no son más que la realización singular de las transformaciones tecno-económicas que se dan a escala mundial. Lo cual exige repensar los cambios tecnológicos a escala global, y en particular indagar cómo la transición energética abre nuevos desafíos de acuerdo a las distintas modalidades de despliegue paradigma tecno-económico vigente (sección 3). Ello nos habilita a identificar, en forma tentativa y preliminar, las tensiones que enfrenta la política industrial y las estrechas ventanas de oportunidad que esta tiene (sección 4), y para rever las áreas de intervención a la luz del desafío de la transición verde (sección 5). Por último, se presentan unas breves conclusiones.

1. ¿De qué hablamos cuando hablamos de política industrial?

Una primera elección conceptual es ir más allá del enfoque convencional centrado en fallas de mercado. Para los países de la semi-periferia, esto implica desafiar, en algún grado, las ventajas comparativas estáticas (Lin y Chang, 2009). La experiencia de la posguerra en los países desarrollados, el Sudeste Asiático y los intentos latinoamericanos de llevar adelante una política industrial muestran que el apoyo selectivo a ciertas actividades requiere la coordinación de instrumentos en tres direcciones (Cimoli, Dosi, Nelson y Stiglitz, 2016; Abeles et al., 2017): (i) el apoyo a la generación de oportunidades científicas y tecnológicas; (ii) la formación de fuerza de trabajo en las nuevas actividades y el apoyo a los aprendizajes tecnológicos acelerados de las firmas; y (iii) la protección selectiva del mercado interno para las nuevas tecnologías, desafiando las señales del mercado.

Una de las principales enseñanzas de esta literatura es que, en las fases iniciales de difusión de un paradigma tecno-económico, existen actividades que presentan mayores oportunidades tecnológicas, especialmente las actividades motrices y difusoras del mismo. En ese marco, las ventajas comparativas estáticas no dan cuenta

de las ventajas absolutas ni, por lo tanto, de las ventajas comparativas futuras (Dosi, 1988). En consecuencia, la política industrial asume una centralidad mayor y requiere un grado más elevado de protección selectiva y de desafío a las ventajas comparativas estáticas.

En el momento actual, en el marco de las nuevas oleadas del paradigma digital y de la transición verde, la política industrial adquiere centralidad en el Norte Global, impulsada por la crisis del COVID-19, el Green New Deal y las tensiones geopolíticas. Este regreso de la política industrial en el Norte Global combina objetivos de competitividad económica con sostenibilidad ambiental —lo que algunos autores denominan *green industrial policy*— y asume la responsabilidad gubernamental de reestructurar las economías hacia sistemas bajos en carbono y eficientes en el uso de recursos, manteniendo al mismo tiempo el crecimiento y el empleo (Altenbourg, et al., 2025). Aún cuando esta agenda de política es puesta en tensión ante el retiro de Estados Unidos del Acuerdo de París, la transición energética sigue definiendo uno de los objetivos estratégicos en Europa y en parte del Sur Global.

Paralelamente, los países del Sur Global (excepto China e India) enfrentan una tendencia al reforzamiento de la especialización en ventajas comparativas estáticas, en particular hacia la exportación de fuentes energéticas fósiles y de minerales críticos propios de esta nueva fase del paradigma. En buena parte de América Latina luego de un regreso transitorio en las dos primeras décadas de los 2000, la política industrial irá perdiendo centralidad en la agenda de los gobiernos.

2. Desindustrialización y regreso (transitorio) de la política industrial en América Latina

En un contexto en el que la expansión de la industria manufacturera en Asia, y especialmente en China, se traduce en un proceso de desindustrialización en el resto de los países, Argentina, Brasil y México se han caracterizado por un prolongado proceso de desindustrialización. Este proceso no ha sido lineal, dando lugar a diferentes temporalidades y modalidades. Argentina y México, y en menor medida Brasil, lograron mantener transitoriamente el peso de la manufactura en el PIB.

Argentina logró detener la desindustrialización entre 2003 y 2010. El rasgo distintivo de esta experiencia residió en su capacidad para mitigar los efectos del boom de los productos básicos agrícolas de la década de 2000 sobre la reprimarización. Argentina desafió temporalmente las ventajas comparativas a través de instrumentos de carácter comercial-tributario, como es el caso de la implementación un esquema diferenciado de derechos de exportación, favoreciendo a la manufactura por sobre las actividades primarias y agroindustriales (Lavarello y Sarabia, 2017). Sin embargo, la industria manufacturera volvió a disminuir ligeramente su peso en el PIB a partir de 2008, explicado por la dificultad de contener los efectos de la mayor rentabilidad relativa de las actividades primario-exportadoras y la consiguiente apreciación monetaria recreando lo que la literatura anglosajona ha denominado la “enfermedad holandesa. El fracaso al establecimiento de derechos de exportación móviles sobre las materias primas agrícolas y su molienda, impidió que influyera en la rentabilidad relativa de manera que beneficiara a la manufactura. En este contexto, regímenes de promoción regional pre-existentes con problemas de diseño e implementación

quedaron como el principal instrumento fiscal (García y Lavarello, 2022). Después de 2019, la industria manufacturera mostró nuevamente una recuperación temporal gracias a un agresivo paquete de instrumentos de apoyo financiero para el sector, reforzado tras el estallido de la COVID-19, con políticas que permitieron el normal funcionamiento de los sectores de producción continua (químico, agroindustria) en un contexto de movilidad laboral restringida en el resto de la economía.

Por su parte Brasil ¿no? logró pausar el proceso de desindustrialización durante este período, consolidó una especialización (re) primarizada. Los gobiernos del Partido de los Trabajadores revitalizaron la agenda de política industrial con iniciativas como la PITCE (Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior), el PDP (Plan de Desarrollo Productivo) y el Plan Mayor Brasil. Estas políticas buscaban fortalecer sectores estratégicos como TIC, salud y defensa, utilizando instrumentos como el crédito del BNDES, incentivos fiscales, apoyo a la innovación (FINEP) y compras públicas (Kupfer et al., 2013). A pesar de implementar distintas iniciativas de política industrial hacia sectores manufactureros, la reprimarización se impuso no solo por el boom de los productos básicos agrícolas, sino por las iniciativas estatales de impulso al sector de petróleo y gas, biocombustibles, que posibilitaron importantes descubrimientos y escalamientos productivos. Si bien Brasil sigue siendo una potencia manufacturera en términos de participación de la manufactura en la producción mundial total, la pérdida de dinamismo en los sectores de alta ingeniería limitará su potencial (Nassiff, 2025).

México mostró una dinámica particular que contrasta con la de Argentina y Brasil: una desindustrialización basada en un esquema de maquila. Su integración al sistema productivo de Estados Unidos como maquiladora tras el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 explica por qué ha sido el país con menor declive en el peso relativo de la manufactura. A partir de 2014, México logró aprovechar esta particularidad cuando el fortalecimiento de la rivalidad entre los oligopolios globales y las consiguientes tensiones geopolíticas dieron lugar a un acortamiento de las cadenas globales de valor. Esto ha permitido cierto avance como ensamblador de ciertos componentes y subsistemas en las industrias automotriz, de electrónica de consumo y aeronáutica de Estados Unidos, lo cual no ha ido acompañado de un desarrollo de capacidades tecnológicas (Guillén y Torres, 2025).

Como resultado, las respuestas nacionales a los procesos de reprimarización y aceleración del cambio tecnológico presentan un dilema. En un contexto global de alta demanda de materias primas agrícolas, la profundización de la especialización existente condujo a la expansión de sectores donde las brechas tecnológicas son menores (en comparación con las mejores prácticas tecnológicas internacionales). Esto reforzó la heterogeneidad estructural interna y consolidó un modelo dual, como lo dicta el principio de las ventajas comparativas estáticas. Sin embargo, desde una perspectiva dinámica, este perfil de especialización plantearía dos tipos diferentes de problemas: primero, cómo esta especialización ayudará a lograr y sostener ganancias de productividad en otros sectores; y segundo, desde una perspectiva de demanda, en términos de restricción de balanza de pagos, dado que esos sectores tienen una baja elasticidad-ingreso, lo que implica una alta dependencia del ciclo internacional cuando las importaciones aumentan como resultado del

crecimiento interno.

3. La perspectiva tecno-optimista a escala mundial: ¿hacia una nueva “nueva era dorada verde”?

Analizar la dinámica diferenciada de los países semiindustrializados en general, y de América Latina en particular, requiere entender las transformaciones que se dan a escala mundial. Es a este nivel donde resulta útil revisar las enseñanzas de la teoría neo-schumpeteriana, a partir del concepto de paradigmas tecno-económico (PTE). Desde este enfoque, es posible analizar cómo cada revolución tecnológica posee un potencial que se realiza de maneras distintas según cuál sea la actividad motriz, los patrones de difusión y consumo y, en particular, cómo estos se adaptan a diferentes senderos socioinstitucionales nacionales (Perez, 1986).

Desde su emergencia en los años setenta, la revolución de la microelectrónica —y su extensión a las tecnologías de la información y la comunicación— posee el potencial de reducir radicalmente el contenido de energía y materiales en los patrones de consumo y los métodos de producción (Freeman, 1984). Sin embargo, con la caída del precio del petróleo durante los años ochenta, este potencial no se vio realizado. Es posible argumentar que dicho potencial aún se encuentra latente, pero para que se realice es necesaria la acción estatal.

En continuidad con esta perspectiva, Carlota Perez (2002) describe un patrón regular de difusión de los PTE incorporando los auges y colapsos financieros: instalación de un nuevo paradigma (auge financiero), colapso previo a su despliegue y época de bonanza (con subordinación del capital financiero al capital industrial), hasta llegar a su madurez. Ya en ese momento afirmaba que la economía mundial de inicios del milenio se encontraba en el equivalente a 1930-1940, es decir, en el punto de inflexión hacia el despliegue pleno del paradigma TIC. En trabajos posteriores, señaló que esa situación no se había superado e identificó una de sus razones en la dificultad de establecer un marco institucional que posibilitara superar la sobre-expansión de las finanzas y reorientara el excedente hacia la transición energética —no sólo por los desafíos ambientales, sino también por la enorme necesidad de energía que este paradigma requiere (Perez, 2016)—. Es importante clarificar el lugar que ocuparía la transición energética como uno de los elementos clave desde una perspectiva de ciclos de expansión y contracción. A lo largo de la historia del capitalismo se sucedieron distintos ciclos de 40 a 50 años de expansión y contracción. Los trabajos seminales de Kondratieff (1979) permitieron analizar los dos primeros —el de 1780-1848, asociado a la máquina de hilar, y el de 1848-1896, vinculado a la máquina de vapor y el ferrocarril—, llegando a identificar el inicio del tercero en 1896, que sentaría las bases de la electrificación.

Es en el marco de estos estudios estadísticos los autores neoschumpeterianos realizaron su relectura, focalizándose en el pasaje del ciclo 1945-1990 asociado al paradigma del motor a combustión, en el que los insumos clave estaban asociados a las fuentes fósiles, y la emergencia un paradigma tecno-económico basado en los chips y el software como tecnologías motrices. Este paradigma dio lugar a un ciclo breve (1990-2005), argumentándose que una de las razones de su corta duración fue la ausencia de una transición energética

que limitó su potencial (Perez, 2016). Esto ha llevado a sostener que la transición energética abre la puerta a un nuevo paradigma tecno-económico, que sucedería al de las computadoras y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), dando lugar a una reestructuración industrial en la que las tecnologías verdes asumirían un rol fundamental en la transformación (Mathews, 2021). Otros autores son aún más contundentes: Schot y Kanger (2018) consideran que los cambios tecnológicos, sociales e institucionales dan lugar a una segunda transición profunda, mientras que la primera fue la revolución industrial de 1770.

Aquí podemos ser más cautos, siguiendo a Perez (2016), sosteniendo, por un lado, que no se trataría de un nuevo paradigma tecno-económico, sino de un posible nuevo ciclo de expansión basado en una modalidad de despliegue del paradigma existente. Y por el otro teniendo en cuenta la especificidad de las tecnologías verdes, que, a diferencia de las TIC, aun una vez instalado el diseño dominante en el mercado requieren de la política industrial y energética, y no se adoptan de manera endógena como resultado de la acción de las empresas. Estas tecnologías requieren una serie de inversiones en infraestructura y de construcción de mercados que hace que aún cuando ya cuentan con un diseño dominante, no se logran imponer por precio en su insumo clave de bajo costo, tal que se reorganice el sentido común de los ingenieros y las empresas, reemplazando a las fuentes fósiles. Por lo tanto, los esfuerzos de coordinación requeridos son muy importantes, pues exigen una interoperabilidad entre distintas técnicas, así como inversiones en redes de aprovisionamiento, almacenamiento y distribución de energía.

Cuadro N°1.

Paradigmas tecno-económicos y ciclos largos: re-periodización tentativa

Onda larga	1848–1896	1896–1945	1945–1990	1991–2008	2008 al presente
Paradigma tecno-económico	Maquina de vapor y Ferrocarril	Acero y electricidad	Automóvil y Petróleo	Computadoras y TIC	¿Digital y renovables?
Rama/Tecnología Motriz	Producción de Maquinas	Grandes maquinas siderúrgicas continuo	Motor a combustión	Chips y Software	Chips - IA
Actividades Vectoras	Metalmecánica	Ingeniería Pesada	Automotriz, metalmecánica, Petro-Química	Servicios informáticos	Baterías software
Insumos clave (energéticos y materiales)	Carbon	Carbon Petroleo	Petróleo y derivados	Petroleo Y derivados	Materiales críticos (Litio, cobre, níquel, etc..) y renovables?
Modelo organizacional de producción	Firma unipersonal y proveedores locales	Corporación y producción en masa	Corporación multinacional y producción en masa	Redes de producción y CGV (centralización y desconcentración)	CGV cortas y plataformas digitales (centralización y concentración)
Alcance Geográfico	Nacional e Internacional	Nacional e Internacional	Multinacional	Mundial unipolar a multipolar	

Fuente: elaboración propia en base a Perez (2016) y Whittaker et al. (2020).

Por ejemplo, las posibilidades de difusión de las técnicas de hidrógeno verde generaron expectativas, pero sujetas a que se combinaran con nuevos sistemas de almacenamiento de energía basados en tecnologías de baterías de sodio y con la coordinación de usuarios en industrias «difíciles de abatir». Solo así se produciría una importante transición hacia una nueva base industrial con bajos niveles de emisión de carbono. Sin embargo, la ausencia de coordinación en infraestructura y la gran disponibilidad de gas y petróleo resultante

de las inversiones en extracción no convencional en Estados Unidos y América Latina hacen que las fuentes de hidrógeno fósil prevalezcan. Lograr una complementariedad entre distintas técnicas exigiría esfuerzos de política industrial muy significativos y una coordinación que trasciende los Estados nacionales.

Una década después de estas consideraciones, surgen serias dudas respecto a una modalidad de despliegue tecnológico basado en la transición verde, ya sea como nuevo paradigma que suceda a las TIC o incluso como nueva infraestructura energética de las TIC. La propia Pérez (2016) planteó ciertos puntos ciegos que hoy adquieren aún mayor centralidad.

El primer matiz obedece a la naturaleza contradictoria del período de instalación de un paradigma tecno-económico. La instalación de una nueva infraestructura energética no solo genera un auge financiero, sino que también produce contradicciones inherentes que pueden bloquear la transición hacia el despliegue, particularmente cuando predominan las finanzas rentistas sobre la inversión productiva. A diferencia de otros ciclos largos de acumulación —como el de la posguerra—, el «punto de inflexión» actual parece mucho más prolongado debido a la dominancia del capital financiero, que dificulta la recomposición institucional necesaria para la transición energética.

La segunda duda a plantear radica en que aún en caso de cumplirse las expectativas respecto a la instalación y el despliegue de una nueva onda larga de industrialización basada en la transición verde, la misma no está exenta de límites ecológicos. Aunque las energías renovables y la economía circular reducen ciertos impactos ambientales, también generan nuevos problemas: la minería de minerales críticos es intensiva en energía y agua, produce pasivos ambientales significativos y a menudo viola derechos humanos en las zonas de extracción (Riofrancos, 2025). La transición al hidrógeno verde, por su parte, profundiza los patrones extractivistas y los riesgos socioecológicos en los países productores del Sur Global, a menos que se acompañe de una gobernanza mundial transformadora.

Más allá de estas dudas que surgen respecto a una nueva fase de despliegue del paradigma basado en la transición digital y energética, cabe agregar un nuevo interrogante respecto a su viabilidad. En particular si esta nueva fase puede sostener un aumento de la productividad y la inversión sin enfrentar los límites que impone la necesidad de reproducción de la fuerza de trabajo. La automatización del proceso de trabajo y la disponibilidad de fuentes de energía no aseguran en sí el acceso a materias primas alimentarias y los crecientes costos de los sistemas de salud. La pandemia del COVID 19 y el shock de precios de los alimentos tras la guerra en Ucrania mostraron que estos son límites a los que las tecnologías digitales no dan respuesta. Esto ha llevado a ciertos trabajos a sostener la hipótesis sobre la coexistencia de las tecnologías digitales y las biotecnológicas como respuestas (transitorias) a los límites materiales de expansión de la acumulación (Sztulwark y Lavarello, 2025).

Teniendo en cuenta los matices planteados sobre la visión tecno-optimista sobre una nueva fase de transición digital y energética, y los interrogantes más estructurales sobre la posibilidad de despliegue de un paradigma biológico-digital, desde la segunda década del nuevo milenio se han reabierto un conjunto de tensiones que reconfiguran el espacio de política industrial. Discutir estas tensiones es un paso relevante como insumo para

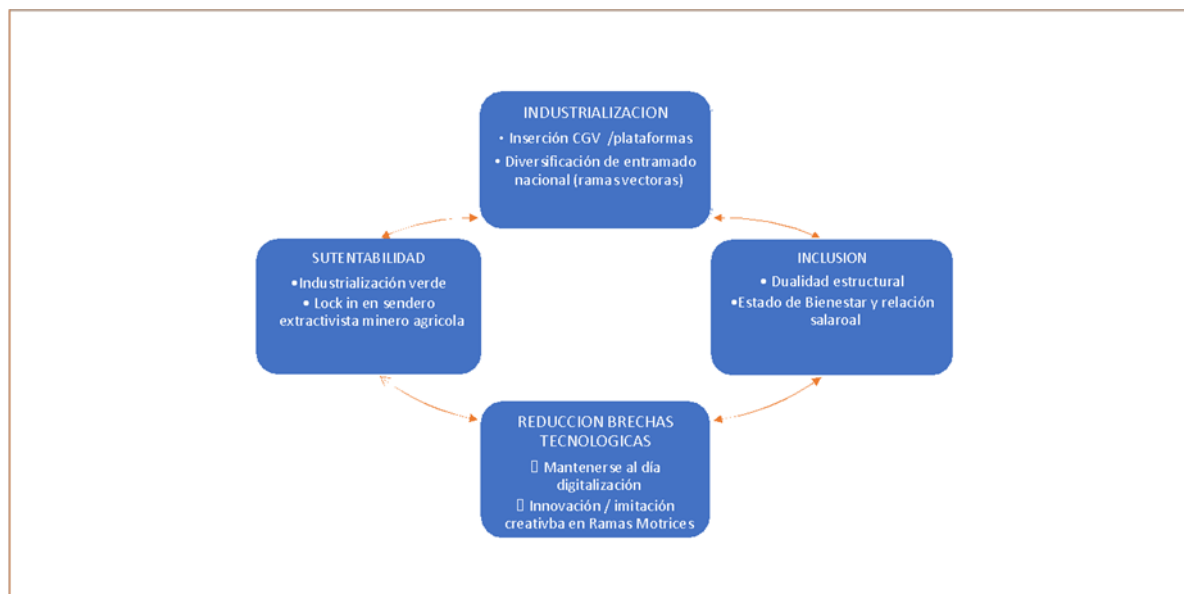
repensar las oportunidades y los desafíos para los países semi-industrializados como los de América Latina.

4. Transformación socio-ambiental: tensiones y retroalimentaciones en el Sur Global.

A partir de la discusión previa, se identifican varias tensiones estructurales que configuran el espacio de política industrial para un país semi-periférico con una base industrial fósil relativamente diversificada. Tal como muestra la literatura, la política industrial verde se enmarca en una estrategia de desarrollo que involucra la industrialización, la reducción de las brechas tecnológicas, la sustentabilidad y la inclusión asociada al mundo del trabajo (Peres, et al, 2025). Las experiencias nacionales recientes proporcionan evidencia concreta sobre cómo estas tensiones se manifiestan y cómo algunos países están intentando navegarlas (esquema 1).

Esquema N°1.

Política industrial y Transición energética: tensiones y espacios de política industrial en el Sur Global



● En primer lugar, el objetivo de la industrialización verde no puede estar ajeno a la creciente concentración y centralización de los capitales que controlan industrias clave del paradigma tecnológico (chips, IA, baterías, paneles fotovoltaicos). En este marco, los países enfrentan el desafío de insertarse en cadenas globales de valor controladas por estos grupos. En particular, las industrias proveedoras de los dispositivos clave de la transición energética tienden a la monopolización, lo que limita las posibilidades de densificación del entramado manufacturero local más allá de cierta transformación menor de las materias primas. Sin embargo, la experiencia de India muestra que, incluso bajo restricciones financieras, el Estado puede utilizar empresas estatales y joint ventures con empresas extranjeras para desarrollar capacidades en sectores verdes estratégicos con un bajo gasto estatal (Larsen, 2025). De la misma manera, Indonesia establece requisitos de manufactura local de baterías y vehículos eléctricos a cambio del acceso a sus exportaciones de níquel (Wijaya & Sinclair, 2025). Por su parte, con un mercado interno

significativo, Brasil se está posicionando como centro regional de producción de automóviles eléctricos e híbridos a partir de una política industrial que va elevando progresivamente aranceles e impuestos a la importación de vehículos terminados y CKD/SKD y ofrece financiamiento para la inversión, marco en el cual se radican inversiones de las empresas líderes de origen chino, que de a poco van incorporado etapas y proveedores locales, no obstante las dudas sobre el límite que implica la inserción periférica en las cadenas globales de valor (Cieplinski et al., 2025; Barassa et al., 2026).

- En segundo lugar, la sustentabilidad aparece como un primer espacio de tensión en tanto la política industrial para la transición digital y energética en la medida que las industrias verdes como complemento de la transición digital pueden abrir la posibilidad de un sendero neo-extractivista verde, como es el caso de la alimentación de los mega data centers a partir de fuentes renovables de energía. Este tipo de procesos también requieren gran cantidad de energía y, dependiendo de cuál sea la fuente de energía renovable, tienen distintos efectos sobre la apropiación de tierra y sobre especies animales. Este es el caso de los aerogeneradores on shore, que disputan el uso del suelo con otras actividades y afectan a especies autóctonas, tal como lo ilustra el caso del Estado de Ceara en Brasil (Santana de Figereido jr y Pessoa, 2025).

- En tercer lugar, los países de la semiperiferia enfrentan el desafío de reducir sus brechas tecnológicas en las tecnologías motrices del paradigma digital. La instalación de centros de datos (data centers) aprovechando la disponibilidad local de energías renovables puede transformar el viento o el acceso a la luz solar en capacidad de cómputo. En la medida en que estas capacidades de cómputo se utilicen para aumentar la productividad de los sectores industriales sobre la base de desarrollos de IA locales, existe la posibilidad de no insertarse en las cadenas de valor como meros exportadores de energía transformada en capacidad de cómputo. Diversos autores señalan la existencia de ventanas de oportunidad para el salto tecnológico en estas tecnologías (leapfrogging), pero estas son estrechas y exigen una fuerte coordinación. Lema y Rabellotti (2023) sostienen la posibilidad de «ventanas de oportunidad verdes» (Green Windows of Opportunity, GWOs) para capturar cómo los cambios estructurales inducidos por la transición verde pueden permitir que los países en desarrollo actualicen sus capacidades innovativas y reduzcan la brecha con los países desarrollados. Sin embargo, estas ventanas no se abren automáticamente; requieren políticas industriales activas y una arquitectura de gobernanza adecuada.

- En cuarto lugar, estos procesos afectan la inclusión de la población en el mundo del trabajo, revelándose una tensión asociada a la diferenciación de la fuerza de trabajo en un contexto de creciente dualidad. La transición verde puede destruir empleos en sectores fósiles y no crear otros con calificaciones distintas. La mayor concentración a nivel mundial en esta industria y la dependencia de componentes importados impactan sobre el empleo. Por ejemplo, el pasaje de la industria automotriz con motor a combustión a los vehículos eléctricos requiere menos piezas metalmecánicas locales y un mayor peso de la

batería, reduciendo sensiblemente el empleo (Pillay, & Dall-Orsoletta, 2024). En el mismo sentido, la progresiva sustitución de fuentes de energía fósiles por otras más limpias reduce la demanda de trabajo en actividades extractivas intensivas en empleo, mientras que los nuevos sectores —como la energía solar o eólica— presentan menor capacidad de absorción de la mano de obra desplazada en el corto plazo, sobre todo porque la fuerte dependencia de tecnologías importadas, reforzando dinámicas de dualización laboral. Un aspecto interesante a remarcar es que, en la medida en que se generen efectos de retroalimentación a partir de la configuración de un sistema de innovación, es posible que la resolución de una de las tensiones afecte positivamente a otra (y viceversa). Es así que en caso de implementarse políticas tecnológicas que reduzcan la brecha tecnológica, yendo más allá de una inserción como exportador de energía verde, se favorece una inserción en cadenas globales de valor y la densificación del entramado industrial nacional. Esto requiere innovar en ciertos nichos con alto potencial en las ramas vectoras (ej.: la combinación de inserción en las cadenas globales de valor como proveedor de materiales críticos con el desarrollo de una industria de bienes de capital puede densificar el entramado industrial nacional en la medida en que se esté al día en la digitalización de los equipamientos y se desarrollen nuevos softwares embebidos en los mismos).

Por su parte, el desarrollo de capacidades innovativas en las tecnologías digitales también impacta en la tensión entre industrialización y ambiente. El efecto de la difusión de la IA en el ambiente muestra consecuencias negativas, al consumir energía masivamente y utilizar agua para la refrigeración. Aunque esto último busca reducirse, se suma el hecho de que, a medida que aumenta la capacidad de cómputo, se generan aumentos de temperatura en la zona cercana (Marinoni et al., 2026). No obstante, puede argumentarse que las TIC pueden optimizar el uso de distintas fuentes de energía a partir de redes energéticas inteligentes que integren a los usuarios de forma interactiva, permitiéndoles vender energía a la red y minimizar sus propios costos eligiendo los horarios de uso (Lema y Perez, 2025).

Otra retroalimentación importante que debe tenerse en cuenta es la que existe entre la reducción de las brechas sociales vía redistribución del ingreso y el aumento de la productividad de la economía a partir del aumento en la demanda agregada. Existe una tensión entre los rendimientos crecientes dinámicos y el tamaño del mercado (ley de Kaldor-Verdoorn). La productividad en la manufactura depende de escalas y aprendizaje acumulado, y es difícil de alcanzar en mercados pequeños. Aquí, la expansión de un nuevo estado de bienestar que asegure servicios básicos a la población, la integración regional y/o las alianzas con otros grandes países del Sur Global (como las impulsadas por MERCOSUR o los BRICS) adquieren una importancia crítica, permitiendo a los países alcanzar escalas mínimas eficientes mediante la cooperación y la especialización complementaria.

5. Las acciones e instrumentos de política industrial: perspectivas para América Latina desde el Sur Global

A partir del análisis de estas tensiones y sus retroalimentaciones virtuosas es posible concluir que las posibilidades de desarrollo de capacidades tecnológicas en industrias para la transición verde es acotada. No obstante, varios países de América Latina de desarrollo industrial intermedio cuentan con un entramado de

PyMEs que puede transformarse en una red de aprovisionamiento de empresas extranjeras y/o joint ventures entre éstas y empresas locales (Robert, et al, 2025). Luego, teniendo en cuenta el análisis de la sección 2, es posible identificar las principales áreas de intervención

(i) En materia de apoyo a las oportunidades científicas y tecnológicas las posibilidades de acciones de política son limitadas. Si bien se requieren programas de I+D que permitan reducir las brechas tecnológicas en distintos campos, que permitan explorar soluciones locales en materia de inteligencia artificial y nuevos materiales aplicada a condiciones locales, las posibilidades de avanzar en un proceso de desarrollo de alta innovación en orientada a transición verde es limitada, a diferencia de otros campos en los que la Argentina y Brasil cuentan con posibilidades de definir nuevos desarrollos de punta como es el caso de la biotecnología agrícola y en salud humana (Sztulwark y Lavarello, 2025).

(ii) En cambio, existen posibilidades de aprendizaje tecnológico acelerado en materia de capacidades tecnológicas orientadas a la transición energética. Se requieren políticas de apoyo a la generación de capacidades innovativas en el desarrollo de algoritmos que optimicen energéticamente los procesos y/o capacidades tecnológicas en nuevas fuentes de energía no fósil mediante amortización acelerada, subsidios y créditos, así como aprendizaje acelerado en servicios de ingeniería para la adaptación de equipos de electrólisis, plantas de desalinización y nuevos servicios informáticos.

(iii) Lo cual requiere un apoyo selectivo a firmas. Los instrumentos anteriores deben orientarse selectivamente mediante requisitos específicos de contenido nacional a empresas multinacionales o el apoyo a empresas estatales, mixtas o conjuntas. Esto incluye la formación de joint ventures en la fabricación de baterías o la exigencia de contenido local en proyectos de energías renovables en un esquema similar al desarrollado por Indonesia o de Sudáfrica. La experiencia de Sudáfrica en el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde muestra la necesidad de que el Estado asuma un papel activo en la reducción de riesgos (de-risking) para atraer inversión privada, pero también advierte sobre los riesgos de captura regulatoria si las condiciones no se negocian cuidadosamente.

(iv) Estas acciones involucran Incentivos y control selectivo del mercado interno que incluye desde el impulso a la compra gubernamental de tecnologías e infraestructuras verdes importadas sujeto al desarrollo de capacidades locales hasta la gestión estratégica de los estándares evitando un encerramiento (lock in) en trayectorias que limiten el desarrollo de capacidades tecnológicas locales (por ejemplo, de electromovilidad o de 5G). Por ejemplo, Brasil en su nuevo Plan de Industrialización comienza a utilizar compras públicas como instrumento clave para generar demanda de hidrógeno de bajas emisiones y sus derivados. También cuenta con leyes que otorgan incentivos fiscales y financiamiento con requisitos de contenido local, I+D y desarrollo regional (Robert, et al, 2025).

(v) El desarrollo de una institucionalidad que regule las interacciones posibilitando desarrollar un entramado de PYMES proveedoras. Se necesita una arquitectura institucional que garantice la jerarquía de las agencias gubernamentales en la implementación de la política industrial, junto con mesas sectoriales,

redes público-privadas y “clusters” que garanticen la interacción bajo una planificación Estatal. Por ejemplo, Sudafrica, a partir de su Plan Maestro de Desarrollo Industrial (RIPIN) impulsa zonas industriales y Zonas Económicas Especiales como centros de crecimiento para el procesamiento downstream (Robert, et al, 2025). Por su parte, es necesario ir más allá de la escala nacional al momento del diseño e implementación de una política industrial, avanzando en una agenda internacional junto al resto del Sur Global. Existen dos áreas transversales que trascienden el espacio nacional (o regional) y merecen atención adicional

Por un lado, cada vez asume más importancia realizar acciones partiendo de una concepción según la cual la ciencia y la tecnología debe comprenderse como un bien común, dado que la gestión de los derechos de propiedad intelectual en tecnologías verdes condiciona su despliegue a nivel internacional (Dosi, et al, 2025). La literatura sobre flexibilidades en materia de patentes y límites al patentamiento espurio sugiere que los países en desarrollo deberían utilizar al máximo las flexibilidades previstas en el ADPIC para acceder a tecnologías verdes esenciales, al tiempo que desarrollan capacidades propias de innovación.

Por otro lado, es clave la cooperación en el Sur Global y triangular con los países del Norte Global en la difusión de tecnologías sustentables, incluyendo la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 que optimicen el uso de energía bajo estándares de interconexión. La integración de estándares de sostenibilidad en las políticas comerciales Sur-Sur puede ayudar a reducir las barreras comerciales para los pequeños productores y las PyME, al tiempo que promueve prácticas de producción más sostenibles.

6. Conclusiones

La política industrial frente a las transformaciones socio-ambientales no puede limitarse a un catálogo de buenas prácticas. Es necesario analizar estas transformaciones en su unidad mundial. Es así que se pudo apreciar que el paradigma tecno-económico vigente (microelectrónica-TIC) tiene un potencial verde, pero su realización está mediada por la forma en que el capitalismo resuelve el proceso de financierización, la rivalidad entre distintos espacios nacionales y grupos que buscan liderar su despliegue. Por estos motivos el período de “instalación” del paradigma ha sido mucho más prolongado de lo previsto, lo que ha retrasado la transición hacia el eventual despliegue institucional hacia una dirección verde.

En este marco el Sur Global enfrenta dilemas estructurales (extractivismo vs. industrialización, adopción vs. innovación, empleo vs. sostenibilidad) que no pueden resolverse si se acepta pasivamente la división internacional del trabajo. La literatura reciente documenta cómo la “carrera verde” amenaza con reproducir viejas dependencias extractivistas, a menos que los países del Sur Global persigan activamente políticas industriales verdes y contribución a la creación y apropiación de valor. La transición al hidrógeno verde y la minería de minerales críticos, en particular, profundizan los patrones extractivistas y los riesgos socioecológicos en ausencia de una gobernanza transformadora. Además, tanto los escenarios de crecimiento verde como los de decrecimiento en el Norte Global tienen impactos macroeconómicos adversos en el Sur, lo que sugiere que una transición verdaderamente justa requiere una reestructuración fundamental de las relaciones económicas internacionales, no solo cambios tecnológicos.

Por último, la grilla de acciones e instrumentos aquí presentada ofrece un marco analítico preliminar a escala nacional, pero su aplicación exige el desarrollo de transformaciones políticas y sociales muy profundas, que posibiliten la reemergencia de una coordinación interestatal que trasciende el espacio nacional y una mirada atenta a las retroalimentaciones entre las transiciones digital, verde y social.

BIBLIOGRAFÍA

Abeles, M., Cimoli, M., & Lavarello, P. (2017). Manufactura y cambio estructural: Aportes para pensar la política industrial en la Argentina, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.

Altenburg, T., Behboodi, R., & Cosbey, A. (2025). An Industrial Policy Renaissance. ISDB

Andreoni, A.; Chang, H. J. (2016) Industrial policy and the future of manufacturing. *Economia e Política Industriale*, v. 43, p. 491–502, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40812-016-0057-2>

Barassa, E., Silva de Oliveira, L. G., Urzagasti, C. A., & Tete, M. (2026). Electric Mobility without Industrial Upgrading: Chinese EV Expansion and the Peripheral Value Chain Integration in Brazil. *Gerpisa colloquium*. <https://gerpisa.org/en/node/8613>

Cieplinski, A., Marques, P. R., & Nassif Pires, L. (2025, junio 10). The transition to electric vehicles in Brazil's automotive industry and its effects on jobs and income. The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/wp-content/uploads/2025/06/ID-397-%E2%80%93-ENG-Brazil-jobs_report_final.pdf

Cimoli, M., Dosi, G., & Stiglitz, J. E. (2016). Industrial policies in learning economies. In A. Noman & J. E. Stiglitz (Eds.), *Efficiency, Finance, and Varieties of Industrial Policy: Guiding Resources, Learning and Technology for Sustained Growth*. Columbia University Press

Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of economic literature*, 1120-1171.

Dosi, G., Cresti, L., Riccio, F., & Virgillito, M. E. (2025). Industrial policies for global commons: why it is time to think of the ghetto rather than of the moon. *Journal of Industrial and Business Economics*, 52(3), 845-866.

Freeman, C. (1984). *The Economics of Industrial Innovation* (2nd ed.). The MIT Press. (Original work published 1974)

Hansen, U. E., Nygaard, I., & Kadarusman, Y. B. (2026). Green industrial policy and latecomer catch-up: A missed green window of opportunity for domestic solar PV module manufacturers in Indonesia. *Research Policy*, 55(1). DOI: 10.1016/j.respol.2025.105136

Kondratieff, N. D. (1979). The long waves in economic life. *Review* (Fernand Braudel Center), 519-562.

Kupfer, D., Ferraz, J. C., & Marques, F. S. (2013). The return of industrial policy in Brazil. In *The industrial policy revolution I: The role of government beyond ideology* (pp. 327-339). London: Palgrave Macmillan UK.

García, J. I., & Lavarello, P. (2022). Trayectoria y reposicionamientos de la industria electrónica en Tierra del Fuego: oportunidades de ascenso industrial frente a las transformaciones en las cadenas globales de valor. *H-industria. Revista de historia de la industria y el desarrollo en América Latina*, (30), 77-100.

Guillén, A., & Torres, I. C. (2025). Changes in the World Geopolitical Order and the Reconfiguration of Productive Systems: The Mexican Case. *Agrarian South: Journal of Political Economy*, 14(1), 26-59. <https://doi.org/10.1177/22779760241313169> (Original work published 2025)

Larsen, M. (2025). Green industrial policy under financial constraints: insights from India's state-led decarbonization. *World Development*, 195, 107153.

Lavarello, P. J., & Sarabia, M. (2017). La política industrial en la Argentina durante la década de 2000.

Lavarello P. Sztulwark S. and Gutman G. (2026) "Industrial Policy and Strategy of Development" en Yoguel G., Robert V., Lepratte L. (2026) "An Evolutionary Perspective on Development Challenges" Cambridge Press. In press

Lema, R., & Rabellotti, R. (2023). Green windows of opportunity in the Global South (No. 2023-012). UNU-MERIT Working Papers.

Lema, R., & Perez, C. (2025). The green transformation as a new direction for techno-economic development. *The Oxford Handbook on the Greening of Economic Development*, 54-78.

Lin, J., & Chang, H. J. (2009). Should Industrial Policy in Developing Countries Conform to Comparative Advantage or Defy it? A Debate Between Justin Lin and Ha-Joon Chang. *Development Policy Review*, 27(5), 483-502. DOI: 10.1111/j.1467-7679.2009.00456.x (por confirmar

Liu, Y.; Kokko A. (2010) Wind power in China: Policy and development challenges. *Energy Policy*, 38, p. 5520-5529, 2010.

Marinoni, A., Lio, P., Cambria, E., Zilio, L. D., Lin, W., Mura, M. D., ... & Horton, B. (2026). The data heat island effect: quantifying the impact of AI data centers in a warming world. *arXiv preprint arXiv:2603.20897*.

Mathews, J.A. (2021) A solar-hydrogen economy : driving the green hydrogen industrial revolution. London: Anthem Press.

Mazzucato, M. (2018) Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, v. 27, n. 5, p. 803-815. 2018

Mazzucato M.; Kattel R.; Ryan-Collins, J. (2020) Challenge-driven innovation policy: Towards a new policy toolkit. *Journal of Industry, Competition and Trade*, v. 20, n. 2, p. 421-437, 2020.

Nassif, A. (2025). Underdevelopment, development, and the Dutch disease: the seminal and still relevant theory of Celso Furtado. *Brazilian Journal of Political Economy*, 45(3), e253700.

Peres, W., Ferraz, J. C., Torracca, J., Fleming, T., & Dias, C. (2026). Green Industrial Policy: Where from, Where to?. *Structural Change and Economic Dynamics*.

Pérez, C. (1986). Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto. *Estudios internacionales*, 19(76), 420-459.

Perez, C. (2002). Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages. In *Technological revolutions and financial capital*. Edward Elgar Publishing.

Perez, C. (2016). Capitalism, technology and a green global golden age: the role of history in helping to shape the future. *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth*, 1, 191-217.

Pillay, N. S., & Dall-Orsoletta, A. (2024). Electric Vehicle Adoption: Implications for Employment in South Africa's Automotive Component Industry. *World Electric Vehicle Journal*, 15(10), 471.

Riofrancos, T. (2025). *Extraction: The frontiers of green capitalism*. WW Norton & Company.

Robert, V., Cretini, I., Núñez del Prado, A., & Prados, P. (2025). Condiciones estructurales para las políticas de transformación productiva en la industria del hidrógeno de bajas emisiones en América Latina y el Caribe.

Rodrik, D. (2014) Green industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 30, n. 3, p. 469-491, 2014

Santana de Figueirêdo Júnio H., Pessoa A. (2025) “A Economia do Ceará no contexto da Transição Energética” Segundo Colóquio de Economia Internacional do Curso de Ciências Econômicas e o Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas da Universidade Federal do Ceará.

Schot, J., & Kanger, L. (2018). Deep transitions: Emergence, acceleration, stabilization and directionality. *Research Policy*, 47(9), 1591-1603. (Ejemplo – verificar datos exactos).

Sztulwark, S., & Lavarello, P. J. (2025). La biotecnología como base para el establecimiento de un núcleo endógeno en la Argentina.

UNCTAD (2023). *Technology and Innovation Report 2023: Fostering Innovation Policies for Industrial Development*. Stylus Publishing, LLC.

Wang, X.; Zou, H. Study on the effect of wind power industry policy types on the innovation performance of different ownership enterprises: Evidence from China. *Energy Policy*, v. 122, p. 241-252, 2018.

Wijaya, T., & Sinclair, L. (2025). An EV-fix for Indonesia: the green development-resource nationalist nexus. *Environmental Politics*, 34(2), 252-274.

Whittaker, D. H., Sturgeon, T., Sturgeon, T. J., Okita, T., & Zhu, T. (2020). *Compressed development: time and timing in economic and social development*. Oxford University Press.

Zhang, Y. J.; Peng, Y. L.; Ma, C. Q.; Shen, B. (2017) Can environmental innovation facilitate carbon emissions reduction? Evidence from China. *Energy Policy*, v. 100, p. 18-28