



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Economía, Licenciatura en Economía

**Cambio Tecnológico en China - Desempeño y oportunidades de la industria
de los semiconductores, 2008 y 2018**

Marzo, 2021

Tesis presentada para obtener el grado de: Licenciatura en Economía

Presenta: Sergio Iván Acosta Soler

Director de Tesis: Dr. Juan Reyes Álvarez

Revisores de Tesis: Dr. Germán Sánchez Daza, Dr. Jorge Romero Amado

Índice

Índice	1
Introducción	2
Justificación	2
Objetivos	4
Pregunta de Investigación	4
Hipótesis	4
CAPÍTULO 1. SOBRE EL CARÁCTER DE LA INNOVACIÓN Y	
EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	5
1.1 Introducción	5
1.2 El Desarrollo Económico	6
1.3 Algunas aportaciones de la escuela neo-schumpeteriana	9
1.4 El Sistema Nacional de Innovación	16
1.4.1 Importancia de la industria china de los semiconductores	22
CAPÍTULO 2. DESARROLLO Y CONTEXTO ACTUAL DE LA POLÍTICA	
DE INNOVACIÓN EN CHINA.	26
2.1 Antecedentes de política de innovación	26
2.1.1 Fases en la transformación estructural de China	30
2.2 Políticas enfocadas al cambio tecnológico	32
2.3 Propiedad intelectual y seguridad legal	39
2.4 Estadísticas generales y sus principales explicaciones.	47

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	57
3.1 Datos	57
3.2 Diversificación y entropía	59
3.3 Centralidad de Grado	60
3.4 Clúster por K-medias	61
CAPÍTULO 4. COMERCIO Y PRODUCCIÓN DE SEMICONDUCTORES	
EN CHINA	64
4.1 Introducción	64
4.2 Potencialidades del comercio de China	64
4.2.1 Potencialidades de la industria de los semiconductores	68
4.3 Análisis de industria de los semiconductores en China	72
4.3.1 Resultados HH y Entropía	82
4.3.2 Características de la red de comercio de semiconductores	84
4.3.3 Análisis de clúster para el Comercio General y el Comercio de Semiconductores	92
Conclusiones	102
Bibliografía	105

Introducción

La presente investigación aborda el tema del crecimiento económico, visto desde potencialidades comerciales, producto del desarrollo tecnológico de un Sistema Nacional de

Innovación (SNI). Este enfoque nos permite evaluar los efectos indirectos de las políticas de cambio tecnológico, a través de la construcción y adquisición de conocimientos teóricos y técnicos, en el avance de las fuerzas económicas de China.

El interés en abordar la innovación desde un punto de vista del comercio mundial de semiconductores obedece a la importancia de China como industria y productor mundial hoy en día, además, los múltiples análisis sobre SNI carecen, en buena medida, del elemento comercial, mismo que es fundamental para entender el caso del desarrollo de una industria de alta tecnología, así como su eventual éxito y liderazgo comercial/tecnológico mundial.

Por ello, hicimos uso del análisis de redes sociales para proponer una medida de centralidad de grado que nos indicara, en última instancia, el peso comercial de China en la red global de producción de semiconductores, así como el cambio sufrido entre 2008 y 2018, producto de las reformas económicas enfocadas al cambio tecnológico.

Justificación

China ocupa el segundo puesto en crecimiento económico a nivel mundial sólo por detrás de Estados Unidos y está previsto que ocupará el primer lugar para 2050. La teoría ortodoxa apunta a China como un caso excepcional de crecimiento sin precedentes, de modernización y liderazgo tecnológico sin igual, así como enfatiza su eventual salto al hegemon económico.

Muchos han sido los procesos por los que China ha buscado hacerse de un nombre entre las naciones, desde créditos privados masivos a la construcción, políticas de protección a industrias clave y nacientes por parte del Estado, control en las participaciones Estatal/Privada en las inversiones, entre otras. Sin embargo, el cambio estructural que pretende llevar a cabo el Partido Comunista presenta varios huecos, uno de ellos es la carencia de mano de obra capaz de absorber el nuevo conocimiento importado, fundamental para llevar a cabo procesos de cambio tecnológico.

El caso de China es apto para el análisis de dicho fenómeno porque el Partido Comunista Chino considera que el siguiente paso es dejar de ser “la fábrica del mundo” y transitar a ser un centro de desarrollo de alta tecnología, y la academia divide sus opiniones sobre la posibilidad de esta transición dadas las condiciones actuales de la planta productiva china. Cuestionamos la capacidad de una industria tecnológica clave, como lo es la de los semiconductores, para estar a la par de la competencia internacional en términos del escalamiento hacia actividades de alto valor. Vinculamos este objetivo con la teoría neo-schumpeteriana de los Sistemas de Innovación, para analizar desde una perspectiva que nos permita evaluar aspectos propios del cambio tecnológico como, por ejemplo, la construcción de sistemas nacionales de innovación basados en las capacidades sectoriales, el catching-up a nivel macro y micro, y las políticas de vinculación de actores con sectores productivos, necesarios para lograr los objetivos de política económica.

La elección de los semiconductores como unidad a analizar obedece, por un lado, al carácter modular o transversal de éstos, mismo que se explicará según los planteamientos de Brian Arthur donde observamos cómo son una industria por sí misma y al mismo tiempo forman parte del desarrollo de muchas otras industrias tecnológicas presentes como ingredientes en la fabricación de diversas maquinarias, herramientas, tecnologías, entre otras, y por otro lado, al vínculo entre avances tecnológicos y la producción de semiconductores, más concretamente con la diversificación del proceso y la transición hacia el diseño, la innovación, y la investigación y desarrollo.

Objetivos

- Identificar el papel comercial y tecnológico de China en el mundo a partir del análisis del sector de semiconductores durante el periodo 2008-2018.
- Identificar las posibilidades de crecimiento económico de China a partir del éxito del SNI.

- Identificar indicadores que den cuenta del papel, ya sea central o periférico, de China en el comercio tecnológico mundial

Pregunta de Investigación

Pregunta Principal:

- ¿Es posible lograr el liderazgo mundial en una industria clave, como lo es el caso de los semiconductores, a través del cambio tecnológico como objetivo de política económica en China?

Preguntas Secundarias:

- ¿Qué características presenta la teoría neoschumpeteriana y cuáles son sus implicaciones en política económica?
- ¿Qué medidas ha adoptado el Estado Chino para adoptar el cambio tecnológico a nivel de firma y de políticas macroeconómicas?
- ¿Cuáles han sido los efectos visibles de las políticas de cambio tecnológico en el comercio de la industria de los semiconductores?

Hipótesis

Si bien China tiene un rol medular en la producción y el comercial mundial, acompañado con altas tasas de crecimiento económico, parecer ser que la economía China empieza a tener límites, entre los que destaca su papel no tan central en el comercio de dispositivos tecnológicos, que actualmente son centrales como el caso de los semiconductores. Esto puede dar cuenta de las limitaciones de mediano plazo que pudiera encontrar dicha Economía.

CAPÍTULO 1. SOBRE EL CARÁCTER DE LA INNOVACIÓN Y EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

1.1 Introducción

El presente capítulo se desarrollará con base en el marco de la economía evolutiva en términos del desenvolvimiento económico, la innovación, el cambio tecnológico y el desarrollo, retomando a los principales postulados de la teoría neoschumpeteriana y del cambio tecnológico. Se abordará el cambio tecnológico como mecanismo potenciador del desarrollo y del cambio estructural, mismo que se plantea necesario para la continuidad del modelo económico adoptado por China si lo que se plantea como objetivo de la política económica del país es que el cambio sea potenciado por las nuevas dinámicas comerciales.

El presente documento pretende dar luz acerca de las posibles fortalezas y debilidades sistémicas con las que cuenta China en términos del análisis de su política de cambio tecnológico y los efectos que ésta tiene sobre el desarrollo de sus capacidades productivas y de su soberanía económica, así como su desarrollo económico y condición comercial. Se dará una explicación de motivos de la elección del marco teórico en términos de sus implicaciones para el análisis específico, así como sus diferencias con otras metodologías y enfoques que pretenden también explicar el fenómeno del cambio tecnológico, y el por qué de la elección del enfoque neoschumpeteriano para este trabajo.

1.2 El Desenvolvimiento Económico

El primer elemento, el *desenvolvimiento económico*, planteado por Schumpeter en su obra *Teoría del desenvolvimiento económico* (1997), es descrito como un proceso que se separa de la noción de equilibrio general al que denomina como “economía circular” que, según Vence (1995), está “caracterizada por una continua repetición de las magnitudes

económicas, sin modificaciones y en condiciones de competencia perfecta en justa correspondencia con el modelo de equilibrio general de Walras”. A diferencia, la economía disruptiva plantea la necesidad de la ruptura del ciclo económico a través de la introducción de diferentes elementos que empujen a la economía hacia un nuevo estado. Para Schumpeter esta continuidad económica debe verse interrumpida y con ello el ciclo de la economía circular roto.

En primera instancia esto sucedería por lo que Schumpeter denomina el empresario o emprendedor, una figura capaz de llevar a cabo la tarea de la innovación a través de procesos de *destrucción creativa*, que consiste, en términos generales, la sustitución de las viejas condiciones de mercado para un bien o servicio por las nuevas a través de la innovación.

Es el emprendedor schumpeteriano quien toma la tecnología disponible o apuesta por el desarrollo de nuevas tecnologías para su integración en el proceso económico en formas o condiciones que generen una nueva organización de los inventos existente y su relación el mercado.

A propósito de las nuevas condiciones necesarias para el proceso, Schumpeter (1997) escribe:

“Este concepto cubre los cinco casos siguientes:

- 1) La introducción de un nuevo bien (...) o de una nueva calidad de un bien.*
- 2) La introducción de un nuevo método de producción (...) y puede consistir simplemente en una nueva forma de manejar comercialmente una mercancía.*
- 3) La apertura de un nuevo mercado (...).*
- 4) La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o de bienes semimanufacturados (...).*
- 5) La creación de una nueva organización de cualquier industria (...) o bien la anulación de una posición de monopolio existente con anterioridad.”*

Es importante señalar que cada uno de los cinco casos expanden la idea de lo que es entendido como innovación desde este punto de vista. No solamente se trata de la aparición

de un nuevo bien y la desaparición de otro como en un proceso de obsolescencia de uno frente al otro si bien puede suceder como en el primer caso, sino también puede tratarse tan sólo de un ligero cambio en su calidad, término que abarca un amplio abanico de posibilidades que van desde lo funcional hasta lo estético del bien.

En el segundo caso toma importancia la ingeniería fundamental detrás del diseño de los procesos productivos, cuya función es materializar las posibilidades de creación de los nuevos bienes, así como mejorar los ya existentes.

El tercer caso puede darse en conjunción con el primero, por ejemplo, cuando el nuevo bien abre un mercado antes inexistente gracias al avance en el manejo de la tecnología y la aparición de nuevas necesidades por cubrir, o en conjunción con el caso dos cuando existe el monopolio del método de producción y eso nos lleva al aprovechamiento de una mayor cuota de mercado, o bien si existiera una nueva extensión territorial del mercado por consiguiente habría más terreno del cual apropiarse.

El cuarto punto refleja el poder de mercado de las empresas al estar ejercer peso en el mercado de materias para abastecerse de recursos naturales o de bienes intermedios (materia prima) fundamentales en la realización específica de algún bien o servicio.

El quinto y último punto se refiere al proceso de destrucción creativa en sí mismo. El reordenamiento de las estructuras productivas puede ser a su vez producto de la existencia de los casos anteriores. Por ejemplo, un monopolio se vería afectado en su cuota de mercado ante la aparición de un nuevo bien que sea mucho más competitivo, novedoso, incluso innovador, quedando éste relegado al residuo de mercado que busca consumir lo anterior hasta desaparecer.

Cabría añadir en este último punto el caso de una nueva *estructura comercial*, dado el enfoque de este trabajo. En este caso cuando, por ejemplo, un actor comercial comienza a despuntar por sobre otros en términos del comercio de un bien en específico, dicho

movimiento puede, y en muchos casos lo es, estar secundado por un avance tecnológico interno en el país exportador de la nueva tecnología o reconfiguración de una ya existente.

Los cinco casos no deben presentarse en orden sucesivo o todos en conjunto, aunque cabe la posibilidad de que sean simultáneos o productos unos de otros como lo fue ejemplificado. Al término de este movimiento de la estructura productiva se trasladará el efecto a la estructura económica, conllevando a un nuevo *punto de equilibrio* donde existen nuevas condiciones económicas y sociales producto de la innovación y su carácter disruptivo, donde también esperaríamos el desarrollo de dichas condiciones.

Ahora bien, la idea del desarrollo es una aportación importante, dado que el análisis de los resultados no solamente abarca las cifras de los indicadores económicos por excelencia, en su mayoría de carácter macroeconómico, sino que, debe ser generado por factores endógenos pero sobretodo, deben de presentarse cambios en la vida económica de carácter positivo como resultado de estos (Vence, 2015). Schumpeter puntualiza la diferencia entre el crecimiento con respecto a su idea de *desarrollo* en un momento temprano en el análisis de las potencialidades de los países para “combatir” el subdesarrollo. Aunque no es del todo correcto vincular la teoría Schumpeteriana como una teoría del desarrollo a secas, existen matices que la alejan de las demás teorías alternativas.

De acuerdo a Barletta (2014):

“...existe un conjunto de elementos en los que Schumpeter se aparta del enfoque ortodoxo. Uno de ellos es que los elementos perturbadores del equilibrio son endógenos al sistema. Así, el desenvolvimiento es la consecuencia de cambios endógenos en el flujo circular del sistema económico.”

La endogeneidad del proceso abarca una infinita paleta de posibilidades para el cambio tecnológico y el desarrollo, es por ello que no se reconoce la existencia de *sendas de desarrollo* desde este enfoque. No existen, o más bien no son útiles para el análisis y la política económica, las recetas *para el desarrollo*. Sin embargo, esto no significa un elemento

fuera de control para el análisis de las economías, sino que es una herramienta para el reconocimiento de la existencia de múltiples alternativas de desarrollo.

El seguimiento del trabajo de schumpeter ha evolucionado como toda teoría y hoy encontramos valiosas aportaciones de parte de la escuela neo-schumpeteriana con matices actuales e implicaciones de política aptas para el presente estudio del caso de China. En ese sentido, el siguiente apartado hará una breve descripción sobre las principales teorías dentro de la escuela neo-schumpeteriana y explicará los criterios para la particular elección de la corriente de los *Sistemas de Innovación* sobre las otras descritas, en términos de las características particulares de cada una de ellas, sus diferencias fundamentales, así como su vinculación con la política económica y los niveles donde fungen. Veamos entonces tres de las principales corrientes neo-schumpeterianas.

1.3 Algunas aportaciones de la escuela neo-schumpeteriana

Antes de comenzar con la descripción de las corrientes neo-schumpeterianas nos parece pertinente aclarar las razones por las cuales seguimos este marco para el análisis en contraposición con algunos otros. Brevemente, la economía evolutiva presenta divergencias con los modelos neoclásicos al utilizar niveles más amplios para situar la actividad económica además del macro y micro, enfocados en la política monetaria, política fiscal, política presupuestaria, estrategias empresariales, integración de redes, capacidad de gestión, entre otras. Estos niveles dibujan la clásica dirección de las políticas económicas para el correcto funcionamiento de los mecanismos de mercado estudiados en la teoría neoclásica. Los evolucionistas incorporan dos niveles más al esquema: Los niveles *meso* y *meta*. Estos obedecen no solamente a la ampliación de los órdenes de comportamiento de los sistemas nacionales, sino, según Palacios (2005), al reconocimiento de “elementos estrictamente metaeconómicos como son las escalas de valores, la organización político-jurídica y la

historia de una sociedad” contribuyentes a la interacción y los resultados de los órdenes económicos y sincronizados en torno a los procesos de destrucción creativa.

El eje de esta teoría parte de otra concepción del individuo y de su comportamiento, así, los supuestos neoclásicos de racionalidad e individualidad quedan descartados. Existen diferencias teóricas muy puntuales entre el individuo en la escuela neoclásica y el individuo en la escuela neo-schumpeteriana, sobre las cuales Palacios comenta lo siguiente:

“Una de las debilidades de la teoría económica contemporánea es la de negar el papel del individuo como motivo y causa última del cambio, de ignorar la necesidad por la variedad y la exploración inherente al espíritu humano, al masificarse con los supuestos de “agente representativo” y codificarse al hacerlo un “aceptador de precios”, traducido como aceptador del status quo.”

Con esto, Palacios nos dice que debemos tomar al individuo mucho más que una fría unidad para el análisis, que debemos reconocer el cambio como parte del individuo, como motivo y causa última nos menciona, es decir, el individuo tiene necesidad del cambio y es a través de esta que se genera la no ciclicidad y la disrupción. El cambio va de la mano con romper la racionalidad individual y la “mejor práctica” de los agentes, es por otro lado la “voluntad” lo que genera las acciones que dan pie al cambio. Y por último, los supuestos neoclásicos aíslan el análisis hasta dejarlo prácticamente fuera de la realidad social, es decir, crean un microverso para la correcta ejecución de sus teorías que, fuera de éste, fallarían sin duda alguna por no tomar en cuenta factores de orden cognitivo y las relaciones entre ellos.

A todo esto habrá que retomar al individuo central en la teoría neo-schumpeteriana: El *empresario*. En términos generales el empresario es aquel que lleva a cabo la innovación, capaz de vincular las invenciones al proceso productivo, capaz de cambiar el status quo de la producción misma, de él depende el avance al estar dotado de las características individuales de la necesidad del cambio y de la innovación.

Aunque también es cierto que no todas las teorías neo-schumpeterianas le otorgan el mismo peso a los actores ni presentan el mismo *set* de involucrados o magnitudes. Por ello es pertinente hacer un recuento y una breve explicación de las principales teorías derivadas de la escuela schumpeteriana, sus características propias y compartidas, y las diferencias que existen entre ellas.

Dentro de las principales vertientes de la teoría neo-schumpeteriana se encuentran tres con amplias divergencias en los objetivos de sus postulados. Yoguel (et al., 2017) sintetiza las características de la innovación, sus objetivos de política, y el nivel de intervención donde pretende funcionar para las tres teorías.

La primera se trata de la teoría de los *Sistemas de Innovación*, donde “la innovación es el resultado emergente y no planeado de la interacción de sus mecanismos de retroalimentación entre los elementos del sistema”. Es decir, la interacción entre las capacidades de los individuos pertenecientes a los mecanismos “(empresas, universidades, centros tecnológicos, gobiernos, cámaras empresariales, consultores, etc)” en los distintos niveles del orden económico (macro, micro, meso, meta) es la que da lugar a las disrupciones en el sistema circular y da paso a la innovación que sin embargo puede estar ausente si no existen las capacidades necesarias para llevar a cabo los procesos de retroalimentación en los casos donde hay una nula o pobre vinculación entre los órdenes, así como deficiencias estructurales y cognitivas.

De aquí la importancia de la teoría de los Sistemas de Innovación, dado que se enfoca en explicar los mecanismos posibles por los cuales se puede llegar al *virtuosismo*, un estado donde la inversión emprendida en la innovación se traduce en ganancias que a su vez generarán un mayor esfuerzo en las actividades de investigación y desarrollo para volver a engendrar innovaciones capaces de repetir el ciclo o *feedback* (Romera, 2017) a través de involucrar todos los niveles a los programas de innovación.

Sus recomendaciones de política pública van en ese sentido, es decir, “(...)identificar los elementos que bloquean el funcionamiento virtuoso del sistema(...)” a través de dos componentes: El primero es lo que Yoguel denomina como *Doing, Using and Interacting (DUI)*, que busca la inclusión del conocimiento experimental y tácito dentro del sistema. De aquí se derivan también estudios que buscan codificar este conocimiento de manera que sea fácilmente utilizable y accesible en un nivel base, reconociendo la existencia de los distintos saberes de los individuos. Además, resulta útil para traer al frente actores que pudieran estar quedando olvidados y cuyos saberes pudieran adaptarse a la vanguardia tecnológica o ser útiles en alguna medida, como también generar un *feedback* en términos de permear el conocimiento existente en lo tácito y con ello transformarlo en algo nuevo que pudiera, de nueva cuenta, ser convertido en innovación.

El segundo, *Science, Technology and Innovation (STI)* es lo que comúnmente asociamos a la idea de innovación, centros de investigación y desarrollo en universidades y vinculación con las empresas. Aquí sucede el análisis estándar de participación de las empresas y los estados en la inversión para la I+D y los rendimientos de ésta en términos del virtuosismo antes mencionado. También puede caber la dimensión internacional al incorporar la transferencia directa o indirecta de tecnología hacia países carentes de ciertas y el aprovechamiento del país receptor para aprehender dicha tecnología, adaptarla, transformarla, entre otras cosas.

Ambos componentes capturan la esencia del conocimiento o por lo menos intentan resumirlos de manera que sean útiles para la teorización y la contrastación de resultados, dado que el tema de lo que es conocimiento sigue siendo ampliamente discutido, pero podemos tener claras sus manifestaciones en el proceso innovativo.

Además, las innovaciones obtenidas a partir de cualquiera de los dos componentes y los procesos correspondientes obedecen al marco schumpeteriano de los cinco casos donde se

presenta una innovación, por ejemplo, ya sea que el conocimiento provenga de una fuente tácita o de un proceso de investigación en un laboratorio, es válido tanto como si resultara en la producción de un nuevo bien o una nueva calidad de un bien, o como si simplemente se reflejara en un cambio para mejorar cierto proceso productivo, o si se tratara de un conocimiento que lleve a la obtención de una nueva fuente de aprovisionamiento. Es importante señalar lo anterior porque la siguiente teoría reduce esta visión periférica de lo que es la innovación a solamente un caso.

Continuamos con la *Teoría de la Auto-Organización*, que comparte con la anterior la raíz schumpeteriana y cíclica pero, para esta, la innovación se da en la medida que exista la novedad en términos de un aumento de los bienes existentes, los procesos de producción, y la competencia entre firmas que da lugar a desplazamientos de firmas existentes y el surgimiento de nuevas firmas, es decir, se enfoca en el aspecto del desplazamiento o la supervivencia empresarial resultado de la destrucción creativa.

La intervención en esta teoría se da con la intención de evitar fallas de selección de mercado a través de políticas a nivel micro y meso-económico, lo cual es clave para diferenciarla con la teoría de los sistemas de innovación porque la auto-organización busca llegar, de manera implícita, a un solo estado óptimo de competencia e innovación, a diferencia de la teoría anterior que reconoce múltiples sendas para los procesos innovativos en vez de la búsqueda de óptimos.

Entonces, es la correcta participación del marco y la infraestructura institucional la que, a través de los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los individuos al interior de las instituciones (sistema educativo en las universidades, políticas empresariales, fomento de la innovación para los empleados), lo que encaminaría a los niveles micro y mesoeconómico dentro de una senda evolutiva con posibles resultados positivos.

Esta visión tiende a ser útil en los análisis del comportamiento empresarial y para el fomento de políticas de promoción de la inversión en I+D para las empresas pero carece de la profundidad teórica necesaria para dar seguimiento a los verdaderos resultados de esta inversión, lo cual suele terminar en políticas de fomento mal dirigidas con pocos o nulos resultados dado que el dinero no termina de llegar a donde se destina por parte de prácticas empresariales de desvíos de ingresos o porque fueron aplicadas sin la previa capacidad necesaria para que el mecanismo funcione correctamente.

Cabe destacar que difiere de la teoría del equilibrio general al no reconocer la existencia de un sólo punto donde todas las economías tenderían a converger en el largo plazo, sino que reconoce la existencia de sendas evolutivas indeterminadas y discontinuas, que dependen de la interacción, básicamente, entre el sector empresarial y las políticas que aseguren el fomento a sus actividades y el monitoreo de las condiciones para el desarrollo de dichas actividades pero se acerca al equilibrio general cuando enfoca los esfuerzos en la supervivencia empresarial en un planteamiento parecido al de competencia perfecta, motivo por el cual no nos parece pertinente la utilización de esta visión para el análisis.

Por último tenemos a la *Causación Acumulativa*, una teoría que busca confluir la tesis neo-keynesiana, planteada principalmente por Gunnar Myrdal y Nicholas Kaldor, sobre las relaciones entre el crecimiento de la productividad dado un incremento en la renta, rendimiento crecientes a escala, e incrementos en la competitividad salarial en términos de la productividad, con la innovación en la esfera de la producción planteada por los neo-schumpeterianos en el siguiente sentido: *“la saturación de la demanda en ciertos sectores induce cambios en factores de oferta, como la tecnología, que generan variedad”*. La parte neo-keynesiana enfoca sus esfuerzos en ser un contrapeso a la teoría del equilibrio general porque rompe con el largo plazo convergente y plantea una divergencia cada vez mayor en los procesos de crecimiento de las economías, impulsados a su vez por cambios

menores que alejan al sistema todavía más, y de aquí que se deriva el carácter de *acumulativo* de esta teoría. Es un proceso de *coevolución* de las ideas neo-schumpeterianas (particularmente el desequilibrio y las sendas evolutivas) y las ideas de los cambios económicos inducidos por la demanda agregada de raíz neo-keynesiana.

Las recomendaciones de política aquí son muy puntuales e involucran, como es de esperarse, al Estado como garante de una política económica de resultados, y buscan el dinamismo en los sectores de innovación y conocimiento y los sectores de rápido crecimiento de la demanda a través del incremento en rendimientos del capital por medio de la productividad laboral, competitividad global, y un superávit comercial.

Para el análisis del caso de China nos inclinaremos por la teoría de la innovación porque presenta un marco conceptual que incluye la construcción de sistemas nacionales de innovación basados en las capacidades cognitivas, el *catching-up* a nivel macro y micro, y las políticas de vinculación de actores con sectores productivos.

Además, por el caso particular de la existencia de un Estado con características mixtas entre un sistema totalitario y comunitario, y un sistema capitalista de favorecimiento al capital privado, autodenominado como *Economía Socialista de Mercado*, es pertinente separar lo más posible las implicaciones políticas del análisis, por ejemplo, la causación acumulativa, cuyo marco neo-keynesiano no permitiría realizar una evaluación más crítica de la eventual situación que presente la política económica en términos de los objetivos de la tesis, entendidos como presentar un dictamen acerca de la posibilidad del salto hacia economía avanzada planteada por la agenda económica China y su plan a largo plazo, por la forzosa intervención del Estado en el manejo de la economía y por no contar con el instrumental de las capacidades presentadas en la teoría de la innovación y tenderían a caer en una adecuación de la política económica china a los postulados de la causación acumulativa.

Sin embargo, estas tres visiones carecen del elemento comercial, el cual es sumamente importante considerando las dinámicas internacionales del comercio. A pesar de los fuertes planteamientos de política económica y monitoreo del desarrollo tecnológico, hace falta, en la visión neoschumpeteriana, revisar las capacidades comerciales de los sistemas analizados. Hemos de añadir el elemento del comercio al perfil de la innovación y el cambio tecnológico a fin de conseguir un análisis robusto sobre las determinaciones de crecimiento de China.

1.4 El Sistema Nacional de Innovación

La aparición del concepto de Sistema Nacional de Innovación planteado por Freeman (Boeing, y Sandner, 2011) y su utilización en la discusión de las capacidades innovativas de los sistemas económicos evoca el papel de los Estados como agentes de gran importancia dentro del desarrollo tecnológico de las economías, y en particular para el estudio del caso de China, cuya Economía Socialista de Mercado (Pelkmans, 2018) se caracteriza por la influencia directa del Partido Comunista Chino dentro del sector privado y la agenda económica mediante la protección de sectores estratégicos y la aplicación de ‘reglas’ dictadas de acuerdo a los intereses sociales del Partido.

El rol de las instituciones es especialmente importante en países en desarrollo a comparación con aquellos ya desarrollados en términos de la determinación del rumbo que debe tomar la política de generación de conocimiento e innovación con respecto a los actores económicos (Boeing, y Sandler, 2011), siendo necesario justificar el carácter ‘nacional’ del análisis por sobre otros niveles considerando las implicaciones de la política estatal en cuanto a la generación y desarrollo de programas orientados a la innovación, generación y aprovechamiento de conocimientos, investigación y desarrollo (Lundvall et al. 2001).

Es importante señalar que el uso del Sistema Nacional de Innovación como herramienta analítica y descriptiva no limita a desconsiderar las implicaciones de la

globalización en términos de las relaciones que un sistema tiene con otro o con empresas extranjeras en concreto. La introducción de la dimensión internacional al análisis abre las puertas a la incorporación de otros elementos como el “Catching-Up” (Lundwall, 2016), concepto asociado a la capacidad tecnológica de los países para aprovechar la tecnología y la innovación autóctona como determinante del crecimiento económico, la competitividad internacional y, sobre todo, el desarrollo económico y el cierre de brechas de desigualdad. Además, la difusión de la tecnología desde los países líderes hacia aquellos que deben estar ‘preparados’ para aprovecharlas depende, según Fagerberg (2010), de factores que favorezcan el entorno económico desde la sociedad misma.

Fagerberg apunta a la construcción de una sociedad que respete e incluya a las minorías, se base en la confianza entre los agentes y que involucre en una misma lógica a sus agentes para lograr el cambio o la transición hacia el desarrollo de las capacidades internas del país en cuestión. Estas condiciones necesarias parecieran no estar presentes en sociedades con regímenes políticos como el chino, donde la represión y la carencia de un espíritu de individualidad (no haciendo referencia a la individualidad neoclásica) sino uno colectivo o a favor de los intereses del partido podrían estar teniendo un efecto negativo para los objetivos de política y un aumento en el descontento de las masas.

Por otro lado, en el mismo nivel de análisis, al enfocarnos en las *firmas*, es pertinente señalar la vinculación entre éstas y el escenario político y económico en que se desarrollan. Para Fagerberg, la habilidad central que debe tener una firma exitosa para con un nuevo conocimiento proveniente del exterior es la *capacidad de absorción*, entendida como “la habilidad de una firma de reconocer el valor de nueva, información externa, asimilar y aplicarla para fines comerciales”.

Ambos elementos, tanto el catching-up como la capacidad de absorción entran en juego directamente en los desarrollos de nuevas tecnologías y, en última instancia, en la

capacidad comercial y competitiva de los productos. Por ende, es necesario puntualizar cómo se gestan estos elementos dentro de la industria clave, la de semiconductores, la cual será analizada más adelante en este trabajo.

Para el caso de la industria de semiconductores el *catching-up* es fundamental para adaptarse a la vanguardia tecnológica. El proceso productivo de los semiconductores puede dividirse en actividades de alto y bajo valor que reflejan el estado tecnológico de la industria (Goes, y van Dijk, 2012). Las actividades de bajo valor son el empaquetado y el cortado, que por lo general requieren de abundante mano de obra barata y sin una calificación para llevar a cabo la tarea. Del otro extremo encontramos el diseño, la investigación y desarrollo, y la producción de obleas (*wafers*), donde es indispensable el personal altamente calificado, así como la conjunción con la inversión hacia I y D.

Ambos casos cumplen la categoría de producción de semiconductores pero es la inclinación hacia una u otra actividad lo que refleja el estado del *catching up* en la industria, es decir, si la mayoría de la producción de semiconductores son tareas manuales quiere decir que no existe un acercamiento a la vanguardia tecnológica como sí lo habría en el caso de una mayoría en la producción de obleas o una fuerte inversión en investigación y desarrollo de semiconductores.

Ahora bien, la transformación de la planta productiva de una industria sucede de acuerdo a la capacidad colectiva para la asimilación de nuevos conocimientos, así como la generación de los mismo, llamada capacidad de absorción.

Cohen y Levinthal (1990) plantean el papel mismo del proceso de aprendizaje dentro del desarrollo de la capacidad de absorción. Firms cuyo conocimiento anterior sea relativo o cercano al conocimiento adquirido tienen mayor facilidad para llevar a cabo investigación y desarrollo sobre la nueva experiencia que aquellas que no tienen un antecedente con el tema analizado. La capacidad de absorción es entonces de carácter *acumulativo*.

Para el caso de nuestro estudio, la capacidad de absorción y el catching-up son los pilares para la transmisión efectiva de los esfuerzos de innovación en la industria, es decir, son condiciones necesarias, más no suficientes, para, por ejemplo, tomar una tecnología ajena, descomponerla, copiarla, transformarla, mejorarla, y finalmente comercializarla. Sin estas dos condiciones difícilmente se obtendrían resultados positivos por ser el puente entre la inyección de recursos y la innovación.

La industria de semiconductores sirve de ejemplo para estas consideraciones, al estar dividida su producción en múltiples etapas o procesos donde unos requieren de una mayor tecnificación que otros y por ende un mayor desarrollo tecnológico con respecto a actividades manuales y de baja calificación. Además, el caso de los semiconductores es esencial para entender el desarrollo de múltiples áreas donde éstos se encuentran ya sea como bien final o complementario o intermedio, es decir, los semiconductores presentan un carácter transversal que recorre muchas otras industrias a varios niveles de producción.

No solamente esto, el estado tecnológico de una economía también se ve definido por la cantidad de *unidades funcionales*, dichas que Arthur (2009) define como “*a loose grouping of individual parts that jointly execute some particular function*”. El avance de los procesos tecnológicos requiere separar en unidades funcionales para su aplicación en funciones específicas siendo esta estandarización de los procesos en unidades lo que genera la diversificación acelerada de las aplicaciones de las nuevas tecnologías. Arthur presenta la analogía del pensamiento Smithiano sobre la división del trabajo en trabajos especializados como señal del avance de las economías manufactureras con respecto a la *modularidad* como el caso correspondiente a las economías tecnológicas.

Dicho avance de los procesos tiene dos implicaciones. La primera es que el uso recurrente de procesos *sueltos* o aislados conlleva a la conjunción de estos en un único

proceso conjunto de otros que ahora conocemos como unidad funcional. Y en segundo lugar, la economía en sí misma se expande a través de estos movimientos tecnológicos.

El cambio estructural procede de la introducción de nuevas tecnologías a su vez resultado de tecnologías anteriores y del uso exhaustivo de aquellas. Arthur (2015) nos ejemplifica cómo se genera el proceso de expansión de la economía a través de los siguientes pasos:

- “1. The novel technology enters the active collection as a novel element. (...).*
- 2. The novel element becomes available to replace existing technologies and components in existing technologies.*
- 3. The novel element sets up further “needs” or opportunity niches for supporting technologies and organizational arrangements. (...). And so, the new technology sets up needs for further technologies to resolve these.*
- 4. If old displaced technologies fade from the collective, their ancillary needs are dropped. (...).*
- 5. The novel element becomes available as a potential component in further technologies—further elements. (...).*
- 6. The economy—the pattern of goods and services produced and consumed—readjusts to these steps. (...)”*

En el primer instante la nueva tecnología aparece en el tablero, insisto, como resultado de la interacción de tecnologías anteriores. Lo siguiente es la utilización de esta tecnología en los estándares, es decir, empieza a reemplazar las tecnologías que hasta entonces se usaban. El tercer paso es la creación de nuevos nichos de oportunidad para el futuro, considerando mejoras o modificaciones posibles para problemas que pueda presentar la hasta ahora nueva tecnología. El cuarto paso es la desaparición de la tecnología reemplazada en el paso dos, y con ello las necesidades o los nichos complementarios a ésta. El quinto paso es la consolidación de la nueva tecnología como el ahora estándar para el uso en los elementos, se posiciona como la tecnología líder o necesaria para ciertos procesos. El sexto y último paso es el fin del desplazamiento de la economía dados los cinco movimientos

anteriores, se establecen los precios para su uso y se gestan las oportunidades para volver a comenzar con el ciclo.

La elección de los semiconductores como unidad de análisis para el presente estudio obedece a la importancia que estos presentan desde la óptica de la modularidad planteada en los párrafos anteriores, siguiendo los planteamientos de Arthur, es la capacidad de los semiconductores para atravesar casi todas las industrias de hoy en día, de una u otra forma, ya fuese en términos de componentes para bienes mayores, o en componentes para bienes de capital, etc. En otras palabras, los semiconductores atraviesan o trastocan la industria en general y, al mismo tiempo, son una industria *per se*.

Arthur (2015) enfatiza el proceso expansivo de la economía a través de las nuevas tecnologías, siguiendo el marco de la destrucción creativa. Sin embargo, es de suma importancia señalar que, en el caso de los semiconductores en particular, no siempre la expansión o el tránsito hacia un nuevo estadio de la economía se da a través de movimientos destructivos en los dos términos hasta ahora revisados: incrementales y radicales.

Henderson y Clark (1990) plantean un concepto interesante: La *Innovación Arquitectónica*. En términos simples y lo que la diferencia de las dos categorías hasta ahora revisadas es que, a diferencia de ellas, la innovación arquitectónica reconfigura los sistemas ya existentes manteniendo los desarrollos previos intactos. Es decir, reordena lo ya establecido sin la necesidad de un nuevo set de conocimientos científicos ni técnicos.

Lo cierto es, que la modularidad y la innovación arquitectónica son complementarios a los conceptos de innovación incremental y radical, planteando Henderson y Clark que la innovación puede situarse entre estas cuatro categorías, siendo más de una y menos de otra. En última instancia, creamos un panel de varias vías por las cuales el crecimiento puede determinarse en función de características mixtas, en vez de lineales.

Si bien, con los conceptos anteriores acerca de las formas o categorías de la innovación, a primera vista resaltaría la importancia en términos de la evolución o transformación del producto en sí, es decir, la innovación de los procesos o de los bienes mismos, la visión debería añadir, además de lo anterior, la reconfiguración del comercio en la dimensión internacional.

Dicho de otra manera, la creación y la innovación es importante pero, es igual o más importante aún el terreno y la disposición por la cual dichas innovaciones se terminan realizando en el mercado.

Este trabajo, en síntesis, pretende entonces atestar las capacidades del SNI de China, en términos de la capacidad comercial de sus semiconductores en el mercado mundial. Con ello, obtenemos, además, un panorama mundial de los elementos comerciales, de vital importancia en la actualidad, y producto de las políticas de innovación y cambio estructural.

1.4.1 Importancia de la industria china de los semiconductores

Hoy en día, es difícil pensar en la vida diaria sin los semiconductores, presentes en una variedad por de más amplia de aplicaciones en todos los sectores de la economía. Lo anterior es producto de una división del tipo de semiconductor entre dos categorías funcionales (MarketLine, 2020):

- Semiconductores integrales: Aquellos *sets* de circuitos integrados con la capacidad de cumplir cierto rango de funciones, generalmente usados en paquetes modulares.
- Semiconductores discretos: Aquellos chips con funciones y tareas muy específicas, de mayor tamaño, y mayor tolerancia al manejo físico.

Los semiconductores integrales son ampliamente preferidos, con ingresos por \$2,848.7 BBDD para 2019, dominando un 93.6% del total de ingresos del mercado. La razón de dicho dominio es simplemente la flexibilidad en las aplicaciones que este tipo puede tener. Por ejemplo, una unidad de memoria puede ser integrada en aparatos electrónicos diversos,

desde un celular, hasta un sistema de monitoreo de signos vitales en medicina. Es el bien modular por excelencia, aquel que es insumo y producto al mismo tiempo y que, en la actualidad, dicta gran parte del camino que el avance tecnológico va trazando.

Sin embargo, en la coyuntura actual, existe una desaceleración breve del crecimiento de la industria de los semiconductores porque, entre otras cosas, comenzamos a ver los efectos de una reestructuración comercial entre los grandes líderes exportadores. Por un lado, Estados Unidos ha perdido en la competencia contra China, su mercado ha declinado su valor, en 2019, un 23.8% con respecto al 2018, resultado, principalmente, de la guerra comercial con China. Éste último, entonces comenzó a mirar hacia adentro, forzando su capacidad productiva en las empresas internas y, por consiguiente, dejando de lado la importación de semiconductores.

Este movimiento es conocido como *Made in China 2025*, cuyo objetivo es pasar de producir en China apenas el 40% de los semiconductores, usados en la industria nacional, a un 70% para 2025, creando productos de alto valor agregado, con capacidad de competencia con productos de otros países líderes como lo son Corea del Sur, Taiwán, y Estados Unidos. Una gran pérdida si tomamos en cuenta que China, hoy en día, representa más del 50% del consumo mundial de semiconductores.

VerWey (2019) apunta a que el peso que China tiene en el consumo de chips en la actualidad se ve reflejado en la capacidad productiva de tecnología “Hecha en China”. El autor nos indica que aproximadamente el 90% de los smartphones, 65% de las computadoras personales, y 67% de las Smart TV 's, son fabricados en China continental por, en su mayoría, gigantes de la tecnología instalados en territorio chino.

No es de sorprender entonces que, empresas como Samsung de Corea del Sur, Intel de Estados Unidos, TSMC de Taiwán, o Toshiba de Japón, tengan fábricas operativas dentro de

territorio chino dedicadas a la manufactura de distintas alturas del proceso de fabricación de los semiconductores.

Sin embargo, el autor señala que, a pesar de la inversión extranjera directa realizada por estas empresas, se reservan los procesos complejos y avanzados, como los de diseño, para llevarlos a cabo en sus países de origen, dado que, realizarlos en territorio chino, supondría un gran riesgo de robo del conocimiento por parte de los desarrolladores chinos. Esta es la principal barrera a vencer por parte de China si quiere levantar su estándar industrial y producir a niveles competitivos con los mercados internacionales.

Otro punto de vital importancia para la apuesta en la carrera de los semiconductores son los nuevos modelos comerciales y tecnológicos que están en puerta. Entre la Inteligencia Artificial, el desarrollo de Ciudades Inteligentes, el Internet de las Cosas, las redes 5G, los vehículos autónomos, la computación cuántica, entre otras, existirá una demanda amplia por productos de alta calidad y alto valor que se acoplen a los nuevos estándares tecnológicos y empujen la frontera de la innovación. Por ende, MarketLine (2020) pronostica un crecimiento amplio para los próximos cuatro años, siendo de 8.6% para el 2024.

Complementario a lo anterior, Tewari y Kumar (2020), realizan una investigación sobre el panorama mundial de la industria de los semiconductores para los próximos siete años, y nos describen cuáles son las principales aplicaciones en las que se gestará el crecimiento futuro de éstos, así como la tasa de crecimiento anual compuesta estimada entre 2020 y 2027, las cuales son:

- IT y Telecomunicaciones con TCAC del 10.3%
- Industria, Energía y Poder con TCAC del 13.2%
- Aeroespacial y Defensa con TCAC del 12.3%
- Automotriz con TCAC del 12.7%
- Electrónicos Consumibles con TCAC del 8.4%

- Cuidado de la Salud con TCAC del 10.5%

Resalta, a primera vista, que la tasa más baja sea la de los electrónicos consumibles, siendo esto un reflejo de que, en el futuro inmediato, existirá una mayor orientación hacia aplicaciones industriales y del bienestar para esta tecnología por sobre el entretenimiento y los bienes consumibles, lo cual es símbolo del potencial tecnológico e innovativo de los semiconductores.

Una primera mirada hacia la importancia de China en el comercio de los semiconductores, y producto mismo de la diversificación de aplicaciones vista en el párrafo anterior, la encontramos en Patil y Kumar (2020), donde los autores tratan en estudio a los semiconductores epitaxiales, mismos que están siendo explorados dado su alto potencial en el futuro de la computación, dividiendo en cuatro regiones el crecimiento en las ganancias esperadas entre 2020 y 2027, teniendo como resultado:

- Estados Unidos con TCAC del 10.2%
- Reino Unido con TCAC del 6.4%
- China con TCAC del 16%
- Resto del Mundo con TCAC del 14%

Como vemos, es indudable que China jugará un papel central, si no lo estaría ocupando ya, en el comercio de los semiconductores, más aún, en el comercio de dichos bienes cuyos procesos y métodos específicos de fabricación, como el crecimiento epitaxial, requieren, forzosamente, una capacidad productiva para generar productos con alto valor agregado, imposible de lograr sin un SNI cercano a la madurez.

Claro está que toda fuerza económica debe ir acompañada de una intención política, por lo que nos vemos en la necesidad de reseñar el cómo y el por qué de la política económica china en materia de cambio tecnológico y crecimiento económico.

Por ello, en el siguiente capítulo trataremos en particular el contexto de política que ha presentado China para llevar a cabo su anunciado cambio estructural, siendo de crucial importancia la exposición del devenir histórico para comprender el notable posicionamiento actual de los resultados de dichas políticas. Revisaremos cómo se llevan a cabo los anteriores planteamientos al momento de consolidarnos en política económica y cuáles son sus posibles limitaciones y fortalezas en el caso particular de esta economía.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO Y CONTEXTO ACTUAL DE LA POLÍTICA DE INNOVACIÓN EN CHINA.

2.1 Antecedentes de política de innovación

En el presente capítulo revisaremos los hechos con los que China ha consolidado su Sistema Nacional de Innovación a la fecha. Partiremos desde las reformas de 1978, saltando el periodo anterior, la economía agraria, por tratarse de una época carente de directriz innovativa y con un control estatal fuerte que imposibilitaba el desarrollo económico.

Atravesaremos las varias fases consiguientes, revisando sus objetivos y sus resultados para comprender cómo llega hoy a un punto cercano a la consolidación como nuevo líder mundial, con el cumplimiento de objetivos que son renovados cada cierto tiempo de largo plazo.

Aún si estuviéramos en un punto cercano a su máxima ascendencia hemos de poner en perspectiva los más de 30 años de implementación de diversas reformas económicas, sociales, y, muy importantes, estructurales que han llevado a China al punto donde se encuentra hoy en día, con altas y bajas, replanteamiento de las problemáticas a enfrentar, y la mano dura de un Estado que muchas veces se ha calificado de represor y controlador pero que pareciera inescrutable al presentar las cifras de los resultados obtenidos gracias a esta

forma de planificación que, repito, para mucho pareciera excesiva.

Tomaremos entonces como punto de inflexión el año de 1978, año donde Deng Xiaoping, vicepresidente del Comité Central, después de años de insistencia y trabajo político, logra colocar su propuesta económica en forma de un paquete de reformas como objetivo de la Tercera Comisión del Undécimo Comité Central del Partido Comunista Chino, tomando en cuenta que más temprano ese mismo año se había fracasado en la última propuesta del anterior líder Hua Guofeng, quien había puesto en marcha un paquete de 120 proyectos industriales basados principalmente en la importación de bienes de capital de las economías más avanzadas de la época, principalmente Japón, para la creación de una nueva y moderna planta industrial con miras al crecimiento económico (Rodríguez, 1995).

El problema fue no tomar en cuenta la situación de la planta productiva China en el momento de la puesta en marcha de los proyectos, no se preguntó si había la suficiente disponibilidad de mano de obra calificada para operar las máquinas, si habían científicos e ingenieros con los conocimientos necesarios para adaptarlas, mejorarlas, o aprenderlas, en sí, no se tomó en cuenta la capacidad de absorción de la planta en ese momento, por consiguiente los proyectos fracasaron y la credibilidad de Hua Guofeng decayó abruptamente.

Los primeros cambios en llevarse a cabo tuvieron que ver con la estructura, una serie de reformas administrativas tomaron forma en lo que sería el preámbulo de las próximas reformas económicas, y es en sí el momento de abandono de la extrema rigidez del sistema económico y la aparición de políticas como tal (política de precios, política fiscal, política salarial, mecanismos macroeconómicos, entre otros).

Por primera vez se vinculó la mejora de las condiciones de vida, en particular por medio del ingreso real, con el éxito de las políticas, además de la austeridad dirigida, que favorecía sólo a proyectos indispensables, como la construcción de caminos e infraestructura

y la absorción gradual de tecnologías exteriores en la medida del proceso de apertura.

En cuanto a las primeras metas a cumplir entre 1980 y 2000, Rodríguez señala las siguientes:

- Cuadruplicar el valor de la producción agrícola e industrial.
- Incrementar el ingreso nacional per cápita de aproximadamente 300 a 800 dólares estadounidenses, a precios de 1980.
- Alcanzar una tasa media de crecimiento en la producción de cereales de 2% anual, que tendría que darse con aumentos de productividad y tomando en cuenta una cierta reducción del área bajo cultivo. La tasa media de crecimiento para el conjunto de los cultivos tendría que ser de 3.6% anual, a fin de que se cumpliera la meta de cuadruplicar la producción agrícola para el año 2000.
- En lo que respecta a la agricultura (...) la ganadería tendría un fuerte incremento.
- Una balanza comercial más o menos equilibrada en el año 2000.

La economía China entonces necesitaba grandes cambios partiendo de una economía con más del 80% de su fuerza laboral entretenida en el campo y de la que dependía su producción nacional en poco más del 50% para 1952 (Lin, y Yu. 2015). A partir de 1978, como hemos visto, se inicia la transformación, la cual tuvo objetivos particulares pero además fue llevada de la mano de un estricto control del Estado a través del Plan Quinquenal como instrumento de aplicación y evaluación de una variedad de nuevas políticas.

Entendamos los Planes Quinquenales como algo más que una planificación estática con objetivos a cumplir; el éxito de dichos planes recae a que son más bien marcos de operación con la posibilidad de adaptación a lo largo del periodo, es decir, si bien se plantean una serie de objetivos, las medidas necesarias para lograrlos no son fijas y se van transformando y reformando conforme se comienzan a ver o no resultados deseados.

En este sentido, los planes quinquenales destacan por su efectividad para transformar

múltiples aspectos de la economía y sociedad china en un periodo corto de tiempo, posibilidad que los ha llevado a ocupar el lugar que tienen ahora de entre las potencias económicas.

Destacan el 11o y 12o Plan Quinquenal por el acento en la tecnología, la nueva punta de lanza para la avanzada económica. En concreto, el 11o Plan Quinquenal comprende a grandes rasgos las siguientes medidas (van Someren, van Someren-Wang, 2013):

- Tasa de crecimiento del PIB del 7.5%
- Innovación Endógena
- Economía Circular
- Fomentar innovación técnica
- Reducción del uso de energía por unidad de PIB
- Fomentar el desarrollo de una Clase Media

Como se puede observar, el 11o Plan Quinquenal, comprendido de 2006 a 2010, se plantearon objetivos diversos de orden económico, social y ecológico. Lo destacable es que es el primer plan que incorpora en forma la necesidad de la construcción de un sistema nacional de innovación, o como también podría decirse, es el fin de China como referente de actividades de bajo valor agregado (en su mayoría manufactura de productos “copia”) y mano de obra barata.

El siguiente Plan Quinquenal, el 12o, retoma algunos objetivos de su predecesor pero se observa un fortalecimiento amplio en los tres órdenes:

- Tasa de crecimiento del PIB del 7%
- Globalización
- Crecimiento inclusivo
- Innovación indígena
- De exportación a consumo doméstico

- Desarrollar la industria de servicios
- Objetivos 'verdes' obligatorios
- Cerrar división urbano-rural
- Cerrar brecha del ingreso y reducir la desigualdad
- Bienestar del pueblo Chino

Estas son las bases del panorama actual chino, la característica principal es la continuidad de la innovación endógena/indígena como primordial. Se añaden cuestiones sociales como el cierre de la brecha de ingreso y el cierre de diferencias entre las áreas urbanas y rurales, entendiendo que muchas de las denominadas áreas rurales están ya incorporadas totalmente a una lógica productiva industrial propia de las áreas urbanas del mundo moderno, pero que sin embargo, siguen existiendo diferencias o retrasos principalmente con respecto a las condiciones laborales y sociales comparadas con las áreas urbanas superpobladas y con acceso a todo tipo de servicios en China.

2.1.1 Fases en la transformación estructural de China

Ahora bien, hemos de hablar de la transformación estructural de China de acuerdo a fases adaptativas conforme a las necesidades que se iban presentando y guiadas principalmente por la lógica de las exportaciones, porque si bien se partía de la necesidad del cumplimiento de objetivos estos se veían comprometidos por factores diversos a lo que se respondía con un replanteamiento del plan inicial, así se corrigen posibles errores sobre la marcha y se aseguraba la cercanía de los resultados con los objetivos planteados en un primer momento.

En primera instancia tenemos el periodo de 1978 a 1982, llamada el Quinto Plan Quinquenal, dominado por el sector primario y caracterizado por el comienzo de la importación de maquinaria y equipo destinada para el *upgrading* industrial. Aquí, la agricultura dominaba poco más del 50% de la composición de las exportaciones y aportaba

una media aproximada del 30% del PIB para el periodo. La industria en este periodo se centraba en la exportación de materiales como minerales, petróleo, y recursos naturales mientras se preparaban las condiciones para saltar a la siguiente fase donde se haría esencial el uso intensivo de fuerza laboral para la nueva lógica de exportación que estaría basada en industria ligera.

La segunda fase abarca de 1985 a 1995. Aquí se comienzan a notar cambios importantes en la composición de las exportaciones e importaciones derivados del transitar hacia la producción industrial. La agricultura bajará abruptamente su composición de sector de un 51% en 1985 a un 14% para 1995, y avanzando por el contrario en la industria en la proporción inversa.

Cabe señalar que es aquí donde comienza la tendencia al aumento en la importación de bienes del sector primario, que ha derivado en lo que algunos llaman una crisis alimentaria por la aparente incapacidad del Estado para cubrir la alimentación de los más de 1,700 millones de Chinos.

En resumen, esta fase se caracteriza por la concentración de la mano de obra en la producción de textiles, plásticos y materiales de la industria ligera, y en general en industria de bajo valor agregado, así como el abandono de actividades agrícolas y el ascenso del sector terciario como el segundo más importante. Así también, se revierte la relación de comercio en el sector primario, ahora se importa cerca del 20% de la producción agrícola, y se comienza a desacelerar el crecimiento de importaciones en la industria, para revertirse con el inicio de la siguiente fase.

Para esta tercera fase, China se aleja de las actividades productivas que impliquen grandes cantidades de mano de obra (intensivas en trabajo) y bajo valor agregado, para concentrarse ahora en la ingeniería de las maquinarias y la recomposición del sector energético, teniendo como principales exportaciones a la maquinaria eléctrica, mecánica y los

combustibles ahora con un mayor valor agregado.

La cuarta fase, en la cual se sitúa este análisis se concentra en la alta tecnología, presente en campos como la química, la electrónica, la medicina, la computación, entre otras. Parte de la anexión a la Organización Mundial del Comercio en 2001 y pareciera una continuidad de la fase anterior con las diferencias puntuales en el alcance del objetivo de las mercancías, es decir, ahora no sólo se busca estar a la vanguardia tecnológica sino cubrir en extensión global con las exportaciones.

2.2 Políticas enfocadas al cambio tecnológico

El siguiente paso fue la adopción de la innovación como bandera del avance hacia la vanguardia tecnológica y el liderazgo económico. Con miras a mediano plazo se repiten las reformas planificadas como el caso del Plan Nacional de Mediano y Largo Plazo de Ciencia y Tecnología 2006-2020 (Fu, 2015), el cual redefine estrategias para posicionar a China entre los países con orientación hacia la innovación, y en buena medida, ahora hacia el final del periodo establecido, se podría decir que lo ha logrado.

Transitar de una economía basada en la producción de bienes manufacturados de bajo valor agregado y de mano de obra no calificada hacia una que con firmeza busca desarrollarse como un centro de tecnología y conocimientos a escala global no ha sido tarea sencilla, sin embargo, China ha mostrado un gran interés en el fortalecimiento de estrategias de investigación y desarrollo, cuyos resultados pudieran ser cuestionables pero reflejan la enorme capacidad de este país para lograr sus objetivos de política.

Retomando la idea de las fases mencionadas en el apartado anterior, existe también un esquema de cuatro etapas consecutivas y simultáneas llamado el *Proceso de emulación de las cuatro I*.

Van Someren y Van Someren-Wang (2013) nos describen las cuatro etapas de la siguiente manera:

- Imitation (1950-1980): Consistía en la manufactura a gran escala de copias de mercancías extranjeras manteniendo bajos costos de producción y en fábricas dirigidas por el Estado. Tenía como desventaja fundamental la falta de infraestructura necesaria para la fabricación y la ausencia de innovación y de creación de valor.
- Improvement (1970-2010): Considerada una fase contigua a la anterior, para el sostenimiento del modelo se comienza a producir para la exportación y con ello la necesidad de mejorar la calidad, y a aprender de la transferencia tecnológica procedente del extranjero para aplicarse en el proceso innovativo de la producción. Comienza el desarrollo de la Investigación y Desarrollo aunque bajo la guía de las instituciones estatales. La rápida difusión de esta lógica dio como resultado la sobrecapacidad productiva derivando en una inundación de competidores que copiaban entre ellos, abaratando los productos y decayendo abruptamente el margen de ganancia. También en el escenario de la transferencia tecnológica hubo problemas dado que la población era carente de conocimientos previos para el manejo de estas mismas. Mismo caso para las tareas administrativas y logísticas.
- Innovation (2000-2020): Destacan el desarrollo de nuevas industrias, la innovación técnica, el apoyo gubernamental con financiamiento privado como motor de la economía, la reconfiguración hacia el usuario final en materia de I&D, diseño, branding y marketing, y la búsqueda de incrementar el valor añadido. Donde los obstáculos son, a grandes rasgos, en primer lugar los estándares técnicos chinos y los modelos de negocios chinos, que no terminan de adaptarse a la cultura occidental de la cual buscan romper.
- Internationalization (1990-2020): Comenzando con la llegada a mercados pequeños, la internacionalización busca reconvertir el 'Hecho en China' por el 'Diseñado en China' a través de una estrategia global que involucra la incorporación de I&D

extranjera, un mercado nacional competitivo y autosuficiente, crecimiento de firmas chinas, controlar el total del valor añadido, y el liderazgo político y económico global. Por si fuera poco este último punto, las barreras a las que se enfrentan son la respuesta de los mercados internacionales a la avanzada china y la falta de penetración en estos mercados extranjeros.

Desde 2005, China presenta un promedio de crecimiento en inversión en ciencia y tecnología del 20%, un porcentaje importante que le brindó la aceleración necesaria para consolidar su sistema de innovación como uno de los más fuertes a nivel global. Otro efecto de esta aceleración es la inversión en investigación y desarrollo, que asciende a 30% de crecimiento anual entre 1995 y 2012, una tasa que se encuentra entre las tres primeras en el mundo, sólo por debajo de Estados Unidos y Japón (Van Someren, Van Someren-Wang, 2013).

Es de suma importancia recordar las políticas de flexibilización de la actividad privada y empresarial dado que, en China, hoy se puede hablar de innovación gracias a las empresas privadas. En 2012 la composición de la inversión en investigación y desarrollo era la siguiente: Instituciones Públicas 22%, Empresas 74%, y Foráneas y Otras fuentes menos del 4% restante. Son entonces las empresas quienes están llevando a cabo la mayor parte de los desarrollos.

Estos desarrollos son clasificados, de acuerdo a la OCDE (Yu, 2015), en tres actividades:

- Investigación Básica: Comprende el trabajo teórico o experimental para adquirir nuevos conocimientos a partir de las bases de los fenómenos y hechos observables, sin ninguna aplicación en particular.
- Investigación Aplicada: De igual manera, busca adquirir conocimientos originales a partir de bases teóricas con la diferencia en que ésta sí plantea objetivos aplicables

para la investigación.

- Desarrollo Experimental: Dirigido a producir nuevos materiales, productos o dispositivos, nuevos procesos, sistemas y servicios, o mejorar sustancialmente los ya existentes.

De las tres actividades, China presenta una composición particular con una fuerte tendencia al crecimiento en la inversión de desarrollo experimental, el cual para 2012 comprendía el 84% del total de la inversión, seguido por la investigación aplicada con un 10% y en menor medida la investigación básica con un 6%. Estas cifras refuerzan la idea que tiene China de convertirse en un líder en desarrollo tecnológico, y dejar atrás las actividades de bajo valor agregado.

Si bien es innegable la fuerte inyección de recursos destinados al fortalecimiento del Sistema de Innovación, como se observa con el incremento de la relación entre el Gasto en Investigación y Desarrollo y el PIB, de 0.6 por ciento en 1995 a 1.49 en 2007 (Gao, Liu, 2014), y la rapidez con la que se han obtenido resultados favorables, aún se está por detrás de las economías más avanzadas.

Por ejemplo, incentivar de manera tan abrupta una política puede suceder en falta de control de los instrumentos y por ello pérdida de cercanía de resultados. Esto puede verse reflejado en el 85% que le corresponde al Desarrollo Experimental revisado anteriormente, cuyo significado según Gao y Liu (2014) podría interpretarse a primera vista como un privilegio hacia proyectos de desarrollo de nuevos productos pero que en realidad reflejaba más bien una falta de bases sólidas de la innovación al ser la proporción correspondiente a la investigación básica tan baja (aprox. 6%).

Otra cuestión es la amplia tecnificación por sobre la inversión en I&D por parte de las firmas, destinando porcentajes cercanos a los dos tercios de su gasto en la compra de maquinaria y software, y relegando el tercio restante a gasto en I&D; nuevamente Gao y Liu

consideran que esto se trata de una dependencia hacia la importación de tecnología e innovación.

Y finalmente recordar el poder que aún sostiene el Estado en todas las decisiones conferentes al libre actuar de las firmas, a pesar de que son éstas las que llevan a cabo el grueso de la actividad de innovación dado que los anteriores centros de innovación públicos han sido redirigidos hacia las universidades, fundeadas en parte por el gobierno y en otra parte ligeramente menor por instituciones privadas. Son estas universidades las encargadas de realizar la investigación básica referida anteriormente.

Otro factor sumamente importante es el financiamiento de la innovación porque bien podría decirse que se observa una obediencia de las etapas y las actividades de investigación hacia las características particulares del sistema de financiamiento de la innovación en China, el cual presenta un entramado entre las cuatro fuentes de recursos para el fondeo de capital hacia los proyectos, que se va complejizando a medida que avanzamos de etapa y de tipo de actividad.

Retomando el papel de las universidades como promotores de la investigación básica, Gao y Liu (2014) comentan que aquí se encuentra el semillero de promesas de productos, junto con incubadores y zonas de alta tecnología. Es una etapa que se caracteriza por ingresos bajos o nulos, pérdidas esperadas de lo temprano que se encuentra el desarrollo del producto o la técnica, de que yace sin aplicación o de que se trate todavía de ideas dispersas o vagas.

Cuando la investigación avanza y se comienzan a presentar oportunidades de mercado o cuando la institución revierte el déficit de sus ingresos entran en juego las *venture capital*, firmas que se caracterizan por apostar al financiamiento de proyectos en fases de desarrollo o de reciente creación, ayudando a la potenciación del producto hacia el mercado y a la transferencia tecnológica a través de la identificación y monitoreo de inversiones, recaudación e inversión de fondos, y estructuras organizacionales para una correcta

operación. Estas *venture capital firms* siguen siendo fuertemente financiadas por el gobierno chino, quien actúa como promotor de ellas a través del soporte constante de su operación, lo cual implica en muchos casos la supervisión de su dirección de manera que exista un vínculo entre firmas y Estado.

Los bancos como prestadores no aparecen hasta que el prospecto es fuerte y cuando los proyectos suelen ir acompañados o respaldados del gobierno como garante. Por ello es que sigue siendo de vital importancia la participación del estado para recordarle a los actores la directriz de la innovación; sigue siendo indispensable para la creación y el desarrollo de nuevas firmas, de centros de investigación, de incubadoras universitarias y de parques científicos, entre otras más.

Otra cuestión importante a considerar es la polarización de las actividades de innovación hacia zonas específicas, generando una amplia brecha intramuros entre regiones dedicadas a la generación de actividades de alta tecnología y aquellas con un sector industrial inclinado hacia la manufactura tradicional. Por ejemplo, en el estudio de Guan *et al.* (2015) se señalan cinco regiones que concentran los avances y las transferencias en materia tecnológica: Guangdong, Jiangsu, Shandong, Zhejiang, y Henan.

Todas ellas localizadas en la región Este del país, concentran no solamente la transferencia tecnológica sino también son el centro de atención de las políticas de innovación y cambio tecnológico, aquí se encuentra la mayor concentración de Universidades y Colegios, de contratos de licencia de patentes, de empresas, y de inversión en Investigación y Desarrollo.

Esto sugeriría que, en el frenesí de impulsar a China hacia un cambio estructural radical, se pierden de vista en las vastas regiones del Centro y del Oeste del país, siendo contraproducente al acrecentar brechas de desigualdad y acelerar la polarización de las actividades económicas al no existir política alguna dedicada a corregir este desequilibrio

interno.

Si bien la cuestión de la polarización pudiera interpretarse más bien como una especialización en actividades de alta tecnología, existe la posibilidad de que no sea así, sino que más bien termine por acotar el panorama de desarrollo de la economía al reducirla a sólo unas pocas actividades cuando las políticas apuntan sólo a un único objetivo y no buscan la holística en el tejido económico y social.

Vázquez (2018) hace un análisis comparativo entre las estructuras industriales de las economías avanzadas y las economías en vías de desarrollo y concluye remarcando que la complejidad de la economía es el elemento fundamental para el bienestar económico. Comprende que un tejido productivo más denso conlleva a la creación de nuevos sectores, como es el transitar de la industria manufacturera hacia industria de servicios, el upgrading o escalonamiento, en el caso de las economías avanzadas.

Sin embargo reconoce la complejidad del tejido y encuentra en el paradigma tecnológico un aliado para entender el cambio estructural. Es decir, el factor tecnológico juega un rol protagónico, por un lado transfiere los esfuerzos productivos hacia actividades intensivas en capital, reduciendo trabajadores y enfatizando la necesidad de las actividades de pensamiento concentradas en las “matrices” ubicadas en los países avanzados.

Por otro lado, la tecnología también posibilita la articulación internacional de los procesos industriales, o en otras palabras, externaliza los procesos productivos hacia los países en vías, quienes presentan bajos salarios y amplia reserva de trabajo.

Con esto en mente, el reto para China es en primer lugar la reubicación del desplazamiento laboral provocado por los esfuerzos aplicados en sectores de alta concentración de capital, a la vez que asegure el sostenimiento de los sectores tradicionales y reduzca las brechas inherentes a estos movimientos abruptos. Será esta interacción entre los sectores y agentes los que muestren al mundo los verdaderos resultados de las políticas de

cambio tecnológico e innovación en China.

2.3 Propiedad intelectual y seguridad legal

Hasta ahora hemos revisado brevemente el desarrollo de los mecanismos de política de innovación en China a lo largo del periodo de transformación y de cambio estructural, pero hemos de revisar ahora un par de elementos clave para explicar el éxito, debatible, de estas políticas y mecanismos. Debemos revisar la construcción de las bases legales para la operación de las empresas privadas quienes, como ya revisamos, son las encargadas de la mayor proporción en cuanto a aportación a la innovación se refiere.

¿Cómo establecer una política de innovación basada en la transferencia tecnológica al mismo tiempo que se respeten y mantengan los ideales partidistas del comunismo chino? La respuesta no es simple, requirió de una serie de medidas adecuadas exclusivamente al caso particular de la economía china.

Tal como en el caso de las reformas económicas existe un parteaguas que marca el inicio de la transformación con las Reformas de 1978, para el marco legal el símil se trata de la Constitución de 1982 donde se permite por primera vez, entre otras cosas, la participación de la inversión extranjera en los planes quinquenales. Ninguna de sus antecesora (Constituciones de 1954, 1975 y 1978) habían permitido inversión extranjera, al contrario, se encontraba prohibida.

La vuelta a la hoja significó no sólo la aceptación de la inversión sino la promoción de la misma. Chen (2013) comenta que, para que existiera una alineación entre las metas económicas de China y los intereses del capital extranjero, la promoción se dio con ciertas restricciones que buscaban el aseguramiento de beneficios para ambas partes. Por ejemplo, el empuje se centra en ciertas industrias: Energía; textiles e industria ligera; alimentos; farmacéutico; telecomunicaciones y electrónicos; materiales de construcción, hierro, acero, y

químicos; agricultura, crianza de animales; y turismo.

Además, existen cuatro requerimientos, de entre varios más, para que la inversión resulte positiva. Chen describe que estas características refieren que la inversión debe “(...) conducir a la adopción de tecnología avanzada y de manejo científico; asegurar un rápido retorno de los beneficios y ayudar a transferir tanta información tecnológica de las empresas existentes como sea posible; incrementar las exportaciones y ganancias del intercambio; y ayudar a entrenar al personal técnico y administrativo.” Además, se da preferencia a aquellas inversiones que muestren interés en renovar o transformar una industria existente que presente una operación disfuncional.

La figura de las Joint Venture, encargadas principales en la ejecución de las políticas de innovación, toma fuerza a la vez que se monitorea de cerca su operación. Dentro de los marcos operativos se establecen varios puntos que aseguran su correcto funcionamiento así como el beneficio para las partes involucradas. Chen destaca la estipulación en el Artículo 4 de la Joint Venture Law sobre que “(...) la contribución a la inversión por parte del participante extranjero debe ser no menor al 25% de la proporción total”.

Se comparte además la responsabilidad de pérdidas entre las partes. Como parte de ello, la tecnología o el equipo proporcionado por las partes extranjeras en calidad de inversión debe ser considerada “avanzada”, de lo contrario, si el Ministerio de Tratados y Relaciones Económicas Exteriores, por medio de la evaluación de sus comités expertos encargados de la evaluación de los proyectos de inversión, encuentra un rezago tecnológico con los estándares internacionales, la parte extranjera debe pagar una compensación a la Ventura China.

Chen comenta además una serie de responsabilidades e incentivos por y para las joint venture con la finalidad del cumplimiento de diversos estándares chinos, como por ejemplo:

- El nivel de salario de los trabajadores y miembros del staff en una joint venture

será establecido en un 120-150% del salario real de los trabajadores y miembros del staff de las empresas estatales del mismo tipo y de la misma localidad.

- La joint venture debe pagar por la seguridad laboral, gastos médicos, y subsidios gubernamentales a sus trabajadores y miembros del staff chinos.
- Una joint venture equipada con tecnología actualizada y con estándares mundiales puede aplicar a una reducción de o una excepción de impuestos al ingreso por los primeros dos o tres años de ganancias.
- Un participante extranjero que invierta cualquier parte de sus ganancias en territorio Chino puede aplicar a un retroactivo parcial de los impuestos pagados.

Podemos observar que existe un interés latente en brindar un terreno que no sólo favorezca a las empresas que se establezcan en China, sino también asegurar la calidad de la operación de dichas empresas en el territorio propio. Esta calidad del estado como garante del bienestar social al tiempo que promueve intensamente el desarrollo del mercado corresponde a una visión y ejecución particular de China como modelo único de economía híbrida.

Es de nuestro interés particular revisar qué sucede con las regulaciones conferentes al proceso del Trademark y de las patentes dado que ambos procesos son fundamentales para considerar a la industria de los semiconductores como una industria por la cual China busca estar a la vanguardia tecnológica y comercial, e incluso superarla.

Como parte del desarrollo de una industria creadora, de diseño y de alta tecnología, se busca promover la creación de marcas originales con el objetivo de darle forma a un mercado a través de estas innovaciones. Por supuesto, como en la mayoría de los países capitalistas, el trademark funciona como medida de garantía de propiedad, brinda seguridad legal hacia los productores acerca de su marca y sus productos. Sin embargo, en China existe además un segundo objetivo: Proteger los intereses del consumidor. Las marcas registradas tienen la obligación de cumplir con requisitos tales como asegurar la calidad de la mercancía

producida; no vender los mismos bienes o similares a los producidos por otra marca sin su autorización; no respetar el uso exclusivo de una marca ya registrada por sobre un tipo de bien; vender en representación no autorizada una marca ajena.

Las sanciones van desde sólo notificaciones para corregir dentro de un tiempo límite los fallos hasta la revocación del permiso y el procesamiento legal de los implicados dependiendo el caso particular de la falta. Es esta fuerte regulación y monitoreo lo que busca presionar a los productores a salir del llamado 'copycat' donde, como revisamos a principios de este capítulo, existen múltiples productores con bienes idénticos y similares, dedicados a copiar y no a crear, teniendo como resultado una muy baja calidad final y un valor agregado nulo.

Chen comenta, además de lo anterior, que las medidas empleadas en las patentes protegen los derechos legales de los patentadores y buscan incentivar la generación de inventos e innovaciones pero que existe un mensaje aún más importante, el de dar certeza y certidumbre legal a las empresas extranjeras para la exportación de tecnología a China.

Como medidas básicas encontramos la generación de licencias de explotación obligatorias para el uso productivo y comercial de una patente registrada; la publicación y difusión de boletines mensuales en dos periódicos oficiales (*Patents of China* y *World Inventions*) con la información referente a las nuevas invenciones registradas. Dichas invenciones deben “(...) poseer novedad, sentido de invención y aplicaciones prácticas.”, así como también en el caso de las trademark no deben ser similares o idénticas a otros diseños que hayan sido publicados o usados anterior a la fecha de la aplicación en China.

Existen dos periodos de duración de derechos para distintos tipos de patentes registradas. Para invenciones se otorgan derechos por 20 años a partir de la fecha de registro, para modelos de utilidad o diseños se otorgan 10 años a partir de la fecha de registro, y se sujetan a renovación de derechos por otros 3 años.

Ahora bien, hemos hablado de la generalidad del proceso para la protección de derechos de patentes y el mensaje que manda el gobierno chino de confianza hacia las empresas extranjeras que busquen exportar su tecnología a este país. Sin embargo, existen particularidades que debemos resaltar sobre la situación actual de las patentes; algunas de ellas pueden tomarse como retos que debe enfrentar el gobierno para corregir el rumbo de su modelo y otras como progresos alcanzados como resultado del seguimiento al cumplimiento de objetivos.

Entonces, ¿Quién, qué y dónde se patenta en China? Para dar respuesta a estas preguntas nos basaremos en el estudio llevado a cabo por Molnar y Xu (2019) donde se expone el panorama reciente de las patentes.

En el estudio, las firmas están divididas en cinco tamaños: micro, pequeña, mediana, grande, y muy grande. El primer reto es la concentración existente en las firmas muy grandes de recursos materiales y humanos, así como de producción de patentes. Sin embargo estos datos absolutos tienen una tangente cuando visualizamos en forma relativa el comportamiento de la relación entre el número de patentes y el número de investigadores dentro de la firma, porque es aquí donde las micro firmas resaltan con la mayor proporción de investigadores en el total de empleados con poco más del 45% contra un 17% para las firmas muy grandes.

El buen desempeño en cifras relativas mostrado por las firmas pequeñas y micro podría ser explicado porque la mayoría de estas firmas fueron fundadas por investigadores, lo que a su vez explicaría la alta tasa de empleados con educación terciaria en comparación con firmas de otros tamaño (60% para micro, 36% para mediana).

Aunque, explican las autoras, los resultados de la encuesta pueden también deberse a que la representación de las micro firmas son en su mayoría *startups* orientadas hacia la tecnología en la muestra que fue tomada ya que, muy por el contrario, la micro firma

común/ordinaria no suele hacer el ejercicio de patentar y por ende no fuese incluida en el estudio.

Otra tendencia que podemos encontrar es que el tamaño de la firma corresponde al tamaño del apoyo gubernamental en el que las firmas se basan, es decir, a mayor tamaño mayor apoyo. También, las Empresas Propiedad del Estado (EPE) dominan ciertamente el número de firmas existentes y el número de patentes efectivas, superando en un 100% a las firmas privadas y en un 50% a las firmas extranjeras. Es parte de la preferencia de los jóvenes recién graduados por trabajar para las empresas del estado lo que da como resultado que las EPE tengan un rol protagónico en la producción de patentes.

El estudio nos muestra la distribución geográfica y de los subgrupos manufactureros a los que pertenecen las firmas. Por ejemplo, existe una concentración geográfica en la zona este con dos tercios del total de patentes, dejando a la zona centro y oeste con el tercio restante. Las provincias que concentran más patentes son Jiangsu, Guangdong y Zhejiang, siendo la primera de ellas la que tiene el mayor número de patentes en general.

Dentro de estas tres provincias se puede observar una concentración o manera de especialización en la manufactura de electrónicos, donde entre Jiangsu y Guangdong concentran el 54% del total nacional, seguidas por Zhejiang con sólo el 5% y el restante desagregado y repartido entre las demás provincias de las tres zonas.

Por otra parte, la producción de electrónicos presenta el más alto gasto en inversión en investigación y desarrollo con un “20% de ellos gastando más del 10% de su ganancia en investigación y desarrollo. Sólo el 9% de los manufactureros de equipo de transporte gastan cantidades relativas similares en investigación y desarrollo (...)” (Molnar, y Xu. 2019). Una particularidad de la manufactura de electrónicos es que tiene un alto costo el mantenimiento (renovación) de patentes y es este subgrupo el que gasta más en las cuotas para mantenimiento y para aplicación inicial.

Retomaremos ahora la clasificación de patentes entre *invenciones y modelos de utilidad*. El primero se refiere a invenciones 'verdadera', o lo que conoceríamos como innovación radical o disruptiva revisada en el capítulo primero del presente documento; el segundo se refiere a innovaciones *incrementales*, es decir, se presentan con mucha mayor frecuencia que las primeras y tienen un impacto menor en la estructura económica.

Ahora bien, China es de los pocos países que marca claramente una división teórica y práctica de las innovaciones y lo lleva a nivel de estatuto al generar dos regímenes para el registro y aplicación de patentes. En primer lugar, comentan las autoras, se busca facilitar la difusión de los nuevos métodos, soluciones técnicas, formas, estructuras, resultado de los modelos de utilidad, a través del “incremento gradual de la innovación y la difusión del conocimiento, el cual es una manera importante de lograr un *catching-up* en lo venidero (...)” (Molnar, y Xu, 2019).

Pero como hemos visto, existen concentraciones en ciertas regiones al interior de China y esto se ve reflejado en un atraso de las regiones que no pueden llevar el ritmo de innovación de las más avanzadas. Como resultado de esto, se desarrolló una estrategia basada en la promoción de los modelos de utilidad y diseño como motor de desarrollo para aquellas regiones estancadas. Jin y Liu (2016) llaman a esta estrategia propiedad intelectual *light*, siendo este adjetivo referente al objetivo de fortalecer la industria ligera.

Comentan que deben de realizarse dos acciones para potenciar el efecto de esta estrategia:

1. “Primero, las empresas (...) deben cultivar su conocimiento y atención hacia la propiedad intelectual ligera, (...) para perfeccionar su sistema de manejo de propiedad intelectual, e invertir más recursos en la operación de éste.”
2. “El gobierno debe darse cuenta de la diferenciación en la demanda por diferentes tipos de propiedad intelectual desde diferentes regiones basadas en sus recursos

locales y bases industriales, y generar políticas de soporte de acuerdo a.”

Con estas acciones el gobierno promovería nuevas y más adecuadas formas económicas para llevar a cabo la transformación en aquellas zonas con un retraso tecnológico, evitando ampliar más la brecha entre desarrollo y subdesarrollo dentro de las mismas fronteras de China.

Este tipo de políticas de innovación son llamadas por Mazzucato (2018) *mission-oriented* por tratarse de políticas públicas que buscan la solución de problemas específicos desde la frontera del conocimiento. La autora nos resume las seis características con las que debe de contar una buena política orientada a una misión para el cumplimiento de la misma:

1. “Difusión de resultados es un objetivo central y es impulsado activamente.
2. La misión es definida en términos de soluciones tecnológicas económicamente factibles para problemas sociales particulares.
3. La dirección del cambio técnico es influenciado por un amplio rango de actores, incluidos gobierno, firmas privadas, y grupos de consumidores.
4. Control descentralizado con un gran número de agentes involucrados.
5. Énfasis en el desarrollo tanto de innovaciones incrementales como radicales para permitir la participación de un gran número de firmas.
6. Políticas complementarias vitales para el éxito y la atención cercana puesta a la coherencia de los objetivos.”

La participación de las firmas en el seguimiento de este marco es fundamental, si bien las políticas son por definición públicas y es el gobierno el encargado principal de promoverlas, es la incorporación de las firmas privadas lo que les daría el impulso necesario para fortalecerse y asegurar el cumplimiento de los objetivos. Por ello, se deben seleccionar cuidadosamente aquellas empresas dispuestas a trabajar en ese sentido antes de apoyar

indiscriminadamente a todas las firmas por igual.

2.4 Estadísticas generales y sus principales explicaciones.

Tabla 1

Crecimiento Poblacional en China continental		
Año	Población Urbana	Población Rural
1990	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
1991	3.34%	0.6%
1992	3.12%	0.4%
1993	3.10%	0.4%
1994	3.00%	0.4%
1995	2.94%	0.3%
1996	6.06%	-1.0%
1997	5.75%	-1.1%
1998	5.47%	-1.2%
1999	5.14%	-1.3%
2000	4.93%	-1.5%
2001	4.70%	-1.6%
2002	4.47%	-1.7%
2003	4.31%	-1.8%
2004	3.64%	-1.5%
2005	3.55%	-1.5%
2006	3.69%	-1.9%
2007	4.02%	-2.3%
2008	2.92%	-1.5%
2009	3.38%	-2.1%
2010	3.82%	-2.6%
2011	3.14%	-2.2%
2012	3.04%	-2.2%
2013	2.71%	-2.0%
2014	2.47%	-1.7%
2015	2.94%	-2.5%
2016	2.83%	-2.3%
2017	2.58%	-2.2%
2018	2.20%	-2.2%
2018	2.20%	-2.2%

Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

China ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional en buena parte debido a la suspensión del control poblacional que, en el siglo pasado, limitaba la cantidad de hijos que una pareja podía tener a través de fuertes mecanismos clínicos de control gestacional.

Hacia el final del Siglo XX, la población en China comenzó a migrar hacia los centros

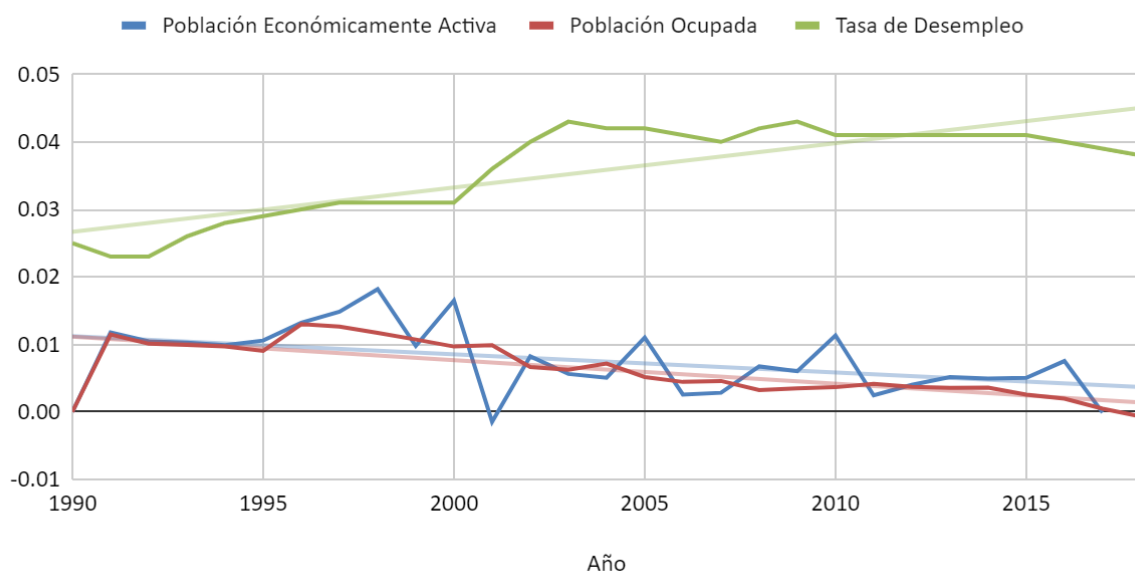
urbanos porque era aquí donde empezaban a surgir las grandes oportunidades que no habían en las zonas rurales del país hasta el momento, en concreto firmas extranjeras que empezaban a trasladar parte de su cadena productiva, en mayor medida manufactura, a las recién creadas zonas industriales del país, mientras que las zonas rurales empezaban a mostrar un rezago con respecto a las urbanas que, como vimos anteriormente en el capítulo 2, se intentó corregir más adelante.

Sin embargo, la población en dichas zonas rurales no ha dejado de presentar un decrecimiento incremental desde 1996, como se puede observar en la tabla 1. Este año es coincidente con el mayor desplazamiento hacia las zonas urbanas, y se relaciona directamente con el aumento exponencial del autoempleo en las zonas urbanas como una de las más importantes fuentes de empleo, debido a la falta de capacitación de aquellas personas que migran hacia las ciudades y la falta de empleos suficientes para ellas.

Gráfica 1

Ocupación Laboral en China

(crecimiento anual)



Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

En la gráfica 1 observamos cómo en los últimos años existe una desaceleración del

crecimiento de la población económicamente activa, muy probablemente debido al envejecimiento de la pirámide poblacional, característico de algunos de los países más avanzados y de la región, como es el caso de países europeos o Japón.

Esto puede derivar en un escenario negativo donde China no pudiera concretar sus planes de tecnificación y vanguardia tecnológica debido a que en el futuro cercano no existiría la suficiente mano de obra joven para adquirir conocimientos de las tecnologías importadas y/o generar nuevos a partir del sistema de innovación.

Por otro lado, debiera plantearse el beneficio de esta desaceleración para programas sociales que, por su naturaleza, funcionan con mayor efectividad a tasas de crecimiento poblacional bajas, como programas destinados a la reducción de la pobreza o la soberanía alimentaria, así como vivienda y educación.

Por otra parte, las tasas de desempleo han respondido más o menos positivo a los movimientos interempresas, es decir, lo que en el proceso de transformación estructural del empleo en China, donde es natural que exista un incremento en las tasas de desocupación debido a factores tales como el desplazamiento de trabajadores de un sector a otro, creación y eliminación de puestos de trabajo, nacimiento de nuevas empresas o áreas de oportunidad para las ya existentes, entre otros factores citados en los párrafos anteriores, se refleja un aumento de la tasa de desempleo de un 2.5% para 1990 a un 4.3% para 2009 donde estos movimientos parecen estar entrando en un periodo de relajación o control probablemente debido al éxito en la transferencia de la mano de obra hacia las empresas privadas, lo cual contribuyó a reducir la tasa a 3.8% para 2018.

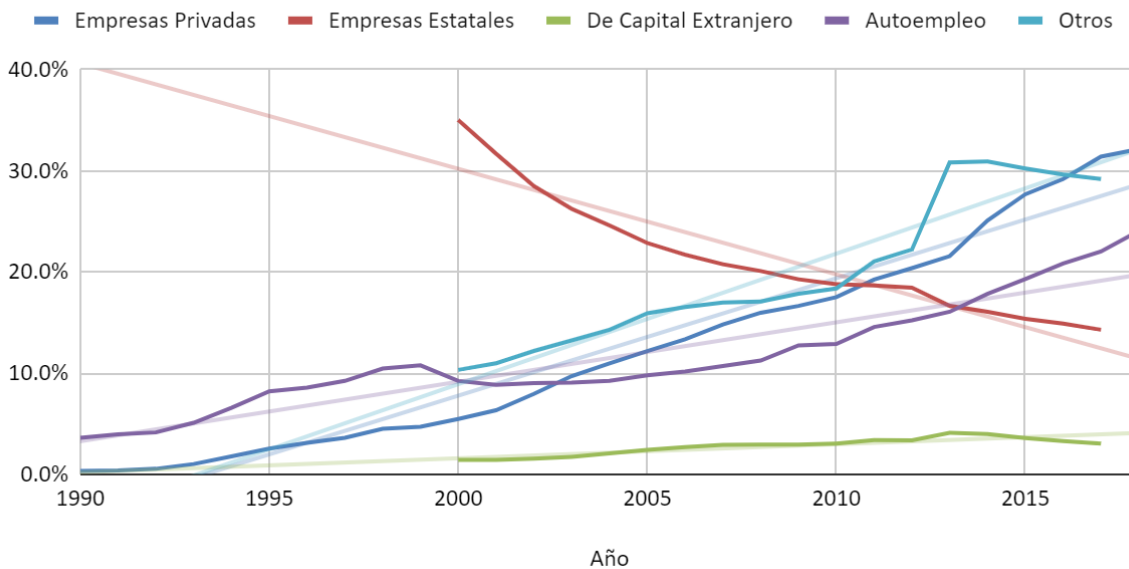
Habría que hacer la pregunta de si la contabilidad de la categoría de *autoempleo* ha tenido que ver en este proceso al contabilizar este grupo fuera del desempleo aún si se tratase de una especie de empleo informal, y si entonces no se estaría ignorando una realidad muy distinta a la presentada en las cifras que pudiera disparar las tasas de desocupación por

mucho.

Gráfica 2

Empleos en China por cuatro principales clasificaciones y Otros

(distribución anual)



Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

La gráfica 2 muestra la evolución de la distribución porcentual donde se observa un súbito aumento del empleo por parte de empresas privadas y del autoempleo. Las empresas privadas, las cuales son las encargadas principales de llevar a cabo los esfuerzos en innovación y de investigación y desarrollo, son aquellas que concentran una mayor proporción del total del empleo urbano con 32.1%, seguido por el autoempleo con 24% para 2018.

La caída del empleo estatal, el cual cayó de un 35% en el 2000 hasta un 14.3% en 2017, refleja el estado actual y futuro del empleo en general. Las personas migraron de las empresas estatales a las privadas por dos razones principalmente, la primera se debe al cierre y fusión de muchas instituciones a partir del programa Torch de 1985, como resultado, la reducción masiva de organismos comenzó a obligar a las personas a buscar alternativas para su empleo.

A la par, la liberalización gradual de la economía china, y el establecimiento de leyes para la intervención del capital privado, fueron dando pauta a la llegada de empresas extranjeras y nacionales de capital privado que, al establecerse, empezaron a absorber la mano de obra desplazada de las antiguas empresas estatales, considerando que dentro de los lineamientos para permitir a una empresa privada funcionar se encontraba el objetivo de fomentar o favorecer aquellas cuyo perfil fuese parecido al de las empresas ya existentes, lo cual facilitó el proceso de migración laboral y de transferencia tecnológica.

Tabla 2

Evolución de los salarios reales en dos tipos de empresas				
	Empresa estatal		Empresa privada	
Año	Salario real promedio	Crecimiento anual promedio	Salario real promedio	Crecimiento anual promedio
2000	9,441	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2001	10,969	16.2%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2002	12,716	15.9%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2003	14,204	11.7%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2004	15,658	10.2%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2005	17,751	13.4%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2006	20,001	12.7%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2007	22,949	14.7%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2008	25,147	9.6%	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
2009	28,540	13.5%	18,199	<i>n.d.</i>
2010	31,054	8.8%	20,097	10.4%
2011	33,401	7.6%	22,557	12.2%
2012	36,203	8.4%	25,741	14.1%
2013	38,422	6.1%	28,538	10.9%
2014	40,986	6.7%	31,130	9.1%
2015	46,064	12.4%	33,398	7.3%
2016	50,170	8.9%	35,427	6.1%
2017	55,221	10.1%	37,255	5.2%
2018	59,658	8.0%	<i>n.d.</i>	<i>n.a.</i>

Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

A pesar de que las empresas estatales ofrecen un mayor salario real, además de un crecimiento relativo mayor con respecto a las empresas privadas, son éstas últimas las que están atrayendo a muchos más trabajadores, además de la aparición de otras formas de organización empresarial y el autoempleo. Sin embargo, situando la comparación sólo entre las empresas privadas y estatales se observa en la tabla 2 cómo es a partir del 2010 que se

cruzan los números de trabajadores entre ambas y las empresas privadas comienzan a sobrepasar a las estatales.

Algunos motivos de dicha superación pudieran ser las nuevas dinámicas laborales de aquellas empresas privadas que copian o se caracterizan de acuerdo a ejemplos extranjeros, ya sea por una filosofía empresarial o porque pertenecen directamente a compañías extranjeras. Aunque lo anterior queda en entredicho dado que las empresas privadas están obligadas a brindar las mismas prestaciones que las empresas estatales, las cuales siguen los lineamientos del Partido en ciertos aspectos como salarios dignos, facilidad de vivienda, seguridad social, entre otras cuestiones.

Tabla 3

Evolución del índice de precios al consumidor	
Año	IPC (2000=100)
2000	100%
2001	101%
2002	100%
2003	101%
2004	105%
2005	107%
2006	109%
2007	114%
2008	120%
2009	120%
2010	124%
2011	130%
2012	134%
2013	137%
2014	140%
2015	142%
2016	145%
2017	147%
2018	150%

Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

La tabla 3 contiene la evolución del índice de precios al consumidor partiendo del año 2000, año en el cual se da un siguiente paso en liberalización moderna de China con su

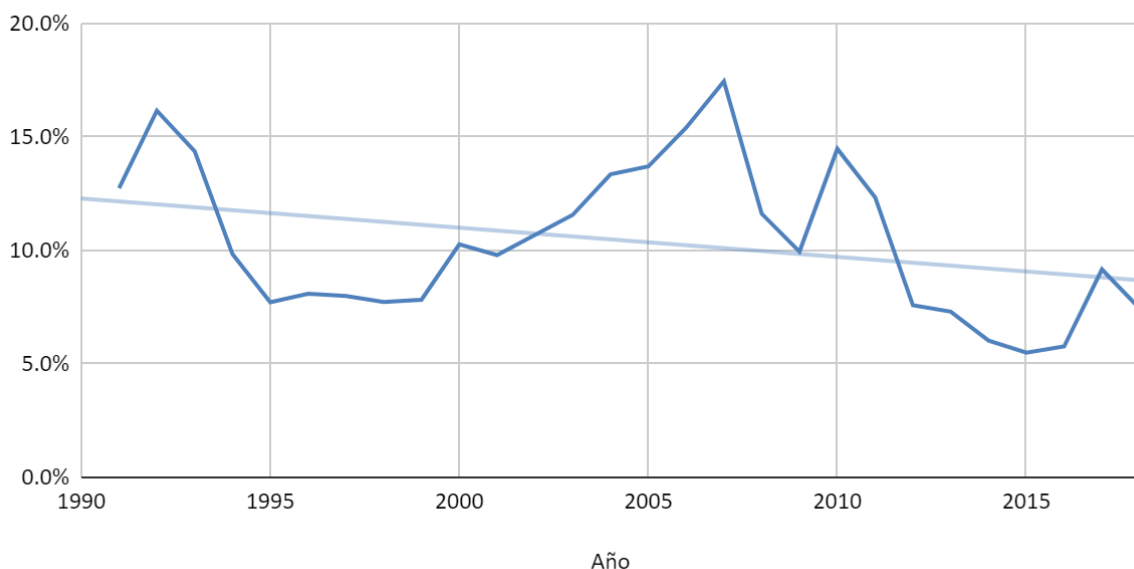
anexión a la Organización Mundial del Comercio, y es a partir de este periodo en donde se empiezan a incluir en los objetivos de política los planes actuales que contienen la innovación como centro de gravedad del desarrollo en China. El crecimiento de los precios es estable contra las décadas pasadas, el crecimiento total del periodo es de un 50%, lo interesante es que dicho crecimiento se dio de manera gradual y no acelerada, lo cual permite a la economía una mejor adaptación a los movimientos de los precios.

En cambio, en décadas anteriores al desarrollo tecnológico chino, sobretodo puntualizando el sobrecalentamiento del aparato productivo en China para las décadas de 1980 y 1990, el crecimiento fue tan acelerado que llevó consigo un gran incremento de los precios. Para las fechas recientes existe mayor control de los precios probablemente debido al compromiso constante de la erradicación de la pobreza asegurando el acceso a bienes básicos, además del fortalecimiento de un mercado local para el consumo de las nuevas clases medias surgidas a partir de la liberalización.

Gráfica 3

PIB Real Anual de China

(crecimiento anual)



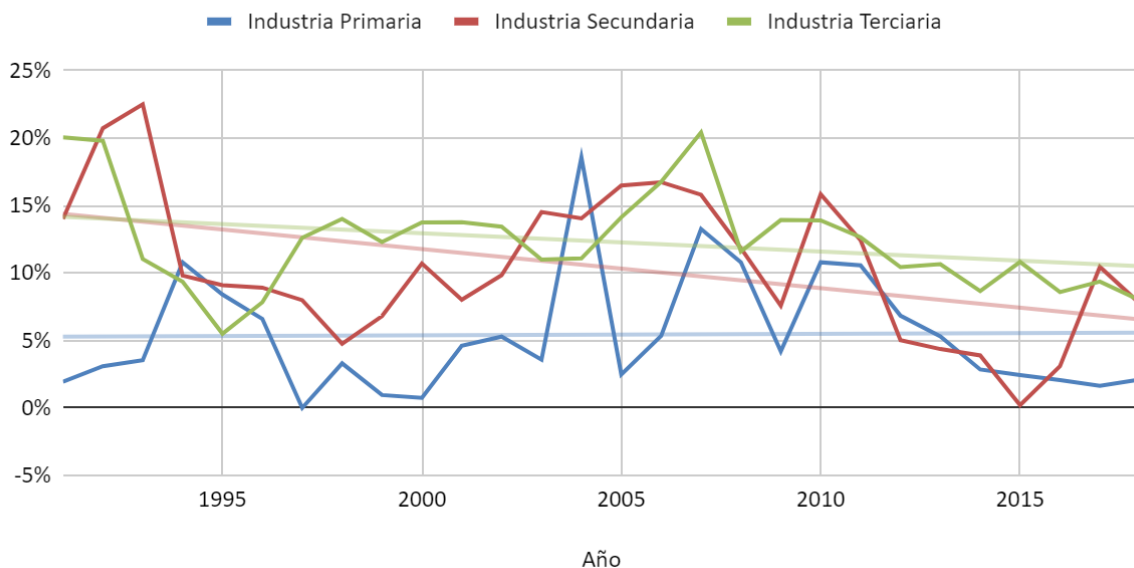
Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

En la gráfica 3, el producto interno pareciera la medida por excelencia para dictaminar la situación de la economía en China. Aquí podemos observar el sobrecalentamiento mencionado anteriormente para los años cercanos a 1990, así como los esfuerzos de recuperación de la crisis financiera del sureste asiático y la crisis del 2008, las cuales afectaron en menor medida a China o bien ésta era lo suficientemente fuerte como para soportar los choques. Las tasas son altas, 15% en promedio para todo el periodo, pero ¿son reflejo del cambio tecnológico como motivo primero del desarrollo en China?

Gráfica 4

Valor añadido por Sector Industrial en China

(crecimiento anual)



Elaboración propia con datos del National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>).

A primera vista en la gráfica 4 podemos observar que la industria primaria es la más volátil de las tres, posiblemente por la exposición a shocks externos debido a la orientación exportadora de productos con bajo valor agregado. Otra cuestión a resaltar es que, a pesar de contar con las tasas de crecimiento más bajas de entre las tres, es la que presenta una sutil tendencia creciente, lo cual podría ser reflejo de dos cuestiones: La primera es que China está transitando fuera de ser *La Fábrica del Mundo* muy lentamente, probablemente atendida a la

falta de absorción de conocimientos especializados, siguiendo con el modelo de grandes volúmenes de productos primarios para la exportación. Y la segunda es que exista una tecnificación significativa que explique el alza en las tasas de valor añadido en esta industria.

La industria secundaria presenta igualmente tasas muy variantes, sin embargo, su promedio de crecimiento es de 15.3%, mayor al 9.9% promedio de la industria primaria. En esta industria se sitúa la mayor parte del esquema productivo del sector de los semiconductores, en concreto el instrumento en sí. Recordemos que el escalamiento industrial para el caso de semiconductores se da en el siguiente sentido, abarcando desde el diseño de los instrumentos y las partes como la punta de la cadena de valor, hasta la producción de los insumos necesarios para su maquila en la parte más baja de la cadena.

La industria terciaria es donde se situaría el diseño de los semiconductores y se reflejaría el estado del arte de las tecnologías (propias o importadas) existentes en el país y los resultados que éstas están teniendo en la contribución al valor añadido del sector. El diseño es importante tanto en términos de que por tratarse de una actividad innovativa genera un mayor valor añadido comparada con actividades centradas en el *copycat*, pero también en términos de lo que implica poder llevar a cabo dicha actividad. Es resultado de un esfuerzo conjunto de las partes complementarias del sistema nacional de innovación.

Hace falta, en primera instancia, la importación de maquinaria ya existente para el diseño del *waffer* (Tokyo Electron, 2020), generalmente de la mano de personal altamente capacitado capaz de manejar los varios procesos metódicos que implica el diseño como lo son la preparación química del *waffer*, el recubrimiento y la fotoresistencia, la formación de las películas dieléctricas intercaladas y el pulido de las mismas, el sistema de metalizado del patrón, y finalmente su prueba y el corte del *waffer* en chips individuales.

Estos procesos, como se ha mencionado antes, involucran maquinaria específica para cada instancia y que, generalmente, no cumplen otra función más que la indicada en los pasos

específicos, así como personal específico para las mismas. Por ello la importancia de la integración de los diferentes niveles en juego en el sistema nacional de innovación, por la necesidad de contar con conocimientos previos y quienes puedan absorberlos.

Son varias las conclusiones que podemos obtener de este primer apartado a partir de las nociones generales de los cambios demográficos y sus implicaciones en la dinámica productiva y económica del país. Por ejemplo, nos encontramos en primer lugar con un crecimiento de la población urbana; las personas siguen poblando las ciudades a un ritmo al que, aunque ahora menor que en décadas anteriores, no le sobra importancia dado que es en las ciudades donde encontramos las mayores dinámicas productivas, comerciales, de investigación, entre otras; es decir, las personas siguen migrando porque las ciudades siguen creciendo.

Lo anterior es un signo, si bien no de plena estabilidad económica, del resultado positivo de las políticas para la transformación económica revisadas en el capítulo anterior. China sigue adoptando cada vez más el camino del capital privado, prueba de ello es el crecimiento del empleo en firmas privadas como principal fuente de trabajo, en contraposición del fuerte decremento del empleo en firmas estatales.

Es la apertura al conocimiento exterior lo que también impulsa al desarrollo interior de la tecnología, como lo hemos visto en el capítulo 1, es necesaria la asimilación en primer lugar de tecnología para, posteriormente, replicarla o incluso modificarla. En este sentido, vemos cómo el impulso tecnológico está creando un fortalecimiento en las actividades primarias en términos de su valor añadido, creando así una manufactura alejada de la idea anterior de China como fábrica del mundo, y sobretodo, como fábrica de productos de baja calidad.

Por ello, además del innegable crecimiento del PIB y del trabajo de control de precios internos, es que China ha sabido balancear sus dinámicas a favor, aprendiendo de los

episodios anteriores y replanteando sobre la marcha sus objetivos. Es gracias a esta vigilancia que veremos en las secciones siguientes el éxito del posicionamiento como líder comercial a nivel mundial, y en el desarrollo tecnológico en la industria de los semiconductores, ambos logros en un periodo extraordinariamente corto, reconfigurando la economía mundial, en algunos casos, a favor de China.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Datos

En el capítulo 2 revisamos cómo el proceso mismo de la fabricación de las distintas etapas de los semiconductores ayuda a visualizar el estado del arte de la tecnología existente en el país productor, así como el nivel de desarrollo industrial y la cantidad de valor añadido que este obtiene dependiendo de qué fase del producto esté desarrollando.

Para este tercer capítulo realizamos el ejercicio del cálculo del índice HH, así como máxima entropía para el caso de los 50 principales países productores de semiconductores. Así también, escogimos los nueve números de identificación de producto explicados en el capítulo tercero, a partir de la base de datos de COMTRADE, los cuales corresponden a las distintas fases de producción de los semiconductores que mencionamos anteriormente.

Las claves de los productos más una breve descripción son los siguientes:

- HS 8486: Equipo para la manufactura de dispositivos semiconductores (Máquinas y aparatos para manipular los materiales semiconductores y ensamblar las obleas, los circuitos integrados (CI's) y cristales semiconductores, como los de las pantallas LED.
- HS 848610: Aparatos y máquinas para manipular los materiales semiconductores y armar las obleas y cristales.
- HS 848640: Aparatos y máquinas para manipular las retículas en la fabricación de dispositivos semiconductores o CI's.

- HS 851981: Aparatos para almacenamiento o reproducción de información, como tarjetas SD, memorias USB con reproductor o iPods, ya que contienen una memoria basada en dispositivos semiconductores I2C o Flash. También, p. ej., grabadores de CD, que graban sobre dispositivos ópticos usando diodos láser.
- HS 8541: Dispositivos semiconductores que conforman el ensamble de dispositivos mayores, ensamblados o no. Por ejemplo, celdas de un panel solar, diodos y paneles de diodos emisores de luz (LEDS) (en pantallas, semáforos, tiras de leds, lámparas), cristales y arreglos de cristales piezoeléctricos (para micrófonos y relojes de alta precisión, micro-motores, giróscopos, cosechadores de energía, entre otros).
- HS 854150: Dispositivos semiconductores o aparatos, ensamblados o no, no clasificados en 8541, fotosensibles, tales como las celdas solares o los sensores de cámaras fotográficas (CCD (Charge Coupled Device) o CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)) y espectrómetros PDA (photodiode array), entre otros.
- HS 854190: Aparatos o partes para construir diodos, transistores y dispositivos semiconductores y fotosensibles similares, tales como materiales auxiliares, encapsulados y alambres, entre otros.
- HS 903082: Aparatos e instrumentos para medir o verificar la construcción de obleas o dispositivos semiconductores.
- HS 903141: Instrumentos ópticos y accesorios para inspección de la fabricación de obleas de semiconductor, o dispositivos para inspeccionar foto-máscaras y retículas utilizadas en la fabricación de dispositivos semiconductores. Por ejemplo, detectores de partículas contaminantes o huecos en la película superficial de la foto-máscara por luz láser.

Se construyó un estudio reducido para todas las clases que corresponde a las redes de comercio entre los primero 21 países con el fin de observar la dinámica comercial general

entre estos en las distintas fases de la producción. Por ejemplo, las clases 848610 y 848640 son en específico maquinaria para la fabricación de los semiconductores, es decir, de las estancias más bajas en la cadena de valor, es la maquila del producto más no el diseño ni procesos de alta tecnología.

3.2 Diversificación y entropía

A partir de datos obtenidos de COMTRADE se construyeron matrices correspondientes a las clases HS 8486 y HS 8541, con los 50 países con mayor volumen de comercio; así como los primeros 20 países para la clase HS 903 (integrada por los HS 903082 y 903141) para 2008 y 2018. Se calculó el porcentaje de participación de las exportaciones de cada país para con los 49 restantes, así como el total de las exportaciones a los 50 países con relación al resto de su comercio mundial total, así como la participación de los 50 países como unidad con relación al total de las exportaciones mundiales de la clase.

Para la construcción del índice HH y de entropía se tomaron solamente dos clases, la 8486, que corresponde a la suma de aquellos productos utilizados en los proceso manuales de la fabricación de los semiconductores y cuya función en este estudio es caracterizar las fases de valor agregado más bajo, y la 8541, que corresponde a dispositivos intermedios que serán parte del ensamble en un dispositivo mayor y cuyo objetivo en el estudio es visualizar la fase intermedia en cuanto a complejidad requerida y por la posibilidad de estar presentes en una gran variedad de productos mayores pertenecientes a industrias diversas, siendo entonces de carácter transversal.

El índice **Herfindahl-Hirschmann** es entendido en este estudio como:

$$\text{índice Herfindahl - Hirschmann} = \sum_{i=1}^n P_i^2$$

donde P_i es la proporción de las exportaciones del país i con respecto al total de sus exportaciones y n el número de vínculos bilaterales de exportaciones del bien.

Con este indicador mediremos la diversificación y la concentración a partir de que valores que tiendan a cero son resultado de un comercio diversificado, es decir, como una distribución igualitaria de sus exportaciones entre los países con los que se comercia, mientras que valores altos son resultado de una economía concentrada hacia pocos países (Organización de las Naciones Unidas, 2016).

De igual manera, a partir del índice de **Entropía** encontramos la distribución de las exportaciones de los 50 países para cada bien seleccionado. El índice se construyó de la siguiente manera:

$$\text{índice Entropía} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln(p_i)$$

donde P_i es la proporción de las exportaciones del país i con respecto al total de sus exportaciones y n el número de vínculos bilaterales de exportaciones del bien. Dado el total de vínculos del comercio en cada país, un valor alto de este índice refleja una distribución igualitaria, es decir, mayor diversidad. Por el contrario, valores bajos establecen una distribución concentrada.

La idea de la utilización de ambos índices, además de la facilidad del cálculo, es que deben ser coincidentes en los resultados obtenidos para el caso particular de cada país, y de cada bien en ambos años para reforzar las conclusiones.

3.3 Centralidad de Grado

Ahora se presenta la necesidad de analizar estos vínculos comerciales a partir de redes sociales, con el objetivo de no sólo visualizar las características bilaterales de cada país sino de la red del comercio de semiconductores en conjunto. Es decir, estudiaremos la interacción en sí de cada país o *nodo* con respecto a la totalidad de la red, con el objetivo de ponderar, además del resultado de la interacción, los vínculos como tal.

Para ello utilizaremos un modelo propuesto por Opsahl, et. al (2010) donde se toman

dos medidas de centralidad, el grado y el peso del nodo, que nos ayuden a identificar las características de la red de comercio de semiconductores y principalmente si un nodo (país) es central en el comercio. La idea de este modelo es partir de la limitante que presenta analizar el grado y el peso por separado, donde por un lado se obtiene una medida en términos de qué tan conectado está el nodo con respecto a la totalidad de la red (grado), mientras que por el otro se obtiene una medida que nos dice qué tan importantes son las conexiones con las que cuenta el nodo (peso).

El autor propone el uso de un *alpha* como ponderador o sintonizador, otorgando una importancia relativa a uno de los dos indicadores combinados. El modelo es el siguiente:

$$C_D^{w\alpha}(i) = k_i \times \left(\frac{S_i}{K_i} \right)^\alpha = k_i^{(1-\alpha)} \times S_i^\alpha$$

donde α es un sintonizador positivo ajustado al propósito de la investigación, k_i es la medida de grado para cada nodo y S_i es el peso de cada nodo.

De esta manera, atribuir un valor positivo de α entre 0 y 0.5 favorece la importancia de la diversificación del comercio sobre la fuerza ó importancia del vínculo. Para sopesar las combinaciones o posibilidades de análisis entre los distintos α , hemos considerado tres valores para el estudio, $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.75$ y, $\alpha = 1$, donde este último atribuye la total importancia al peso de las conexiones.

En el caso de nuestro estudio es importante discernir entre el absoluto de conexiones y diversificación encontradas en el ejercicio del HH y máx. entropía, y la importancia de dichas conexiones. Por ello reiteramos el valor de este modelo para considerar los efectos que el peso de un nodo tiene en la red en conjunto y las conclusiones a las que nos llevaría dicho resultado.

3.4 Clúster por *K-medias*

Para la representación, hicimos uso de Stata para el tratamiento estadístico de las variables, y de Ucinet y NetDraw para exposición gráfica de los resultados.

En primera instancia, clasificamos los distintos valores de alfa para cada país en cuatro grupos, por medio de un análisis multivariable de *K-medias*, donde el algoritmo tiene como objetivo clasificar los objetos en grupos que presenten la mayor cantidad de parecido intragrupo, y la mayor cantidad de diferencias extragrupo, para lograr así obtener cuatro clusters que representan la dinámica comercial de los países.

Como es sabido, este algoritmo presenta la necesidad de replicarse varias veces dado que la elección de las configuraciones finales varían de acuerdo al método de elección del centroide, teniendo como resultado distintos agrupamientos finales. Por ello, fue replicado múltiples veces con dos opciones distintas para la determinación de los centroides, ambos para cuatro grupos.

Imagen 1

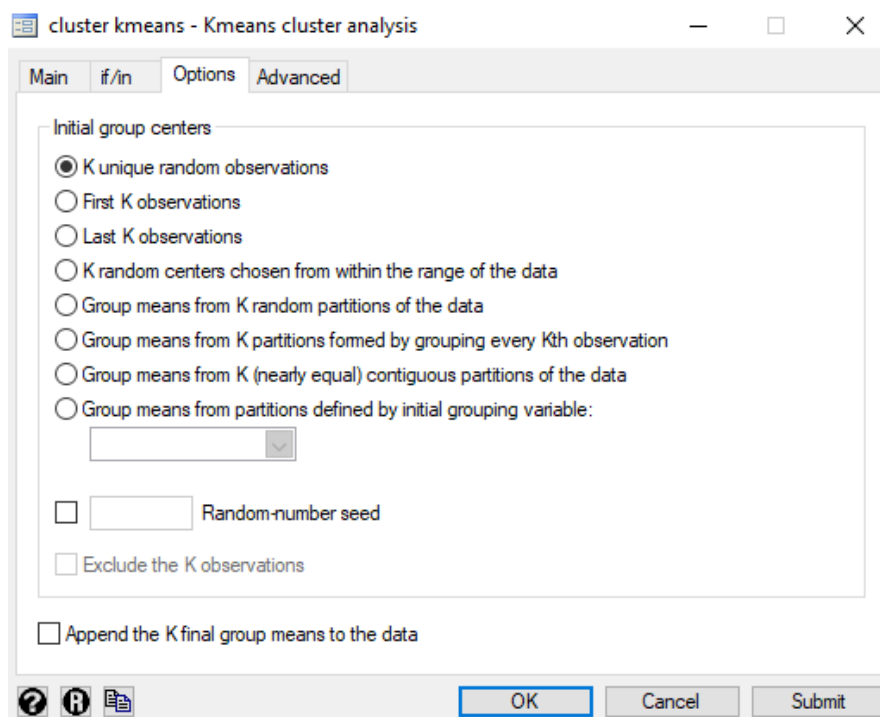
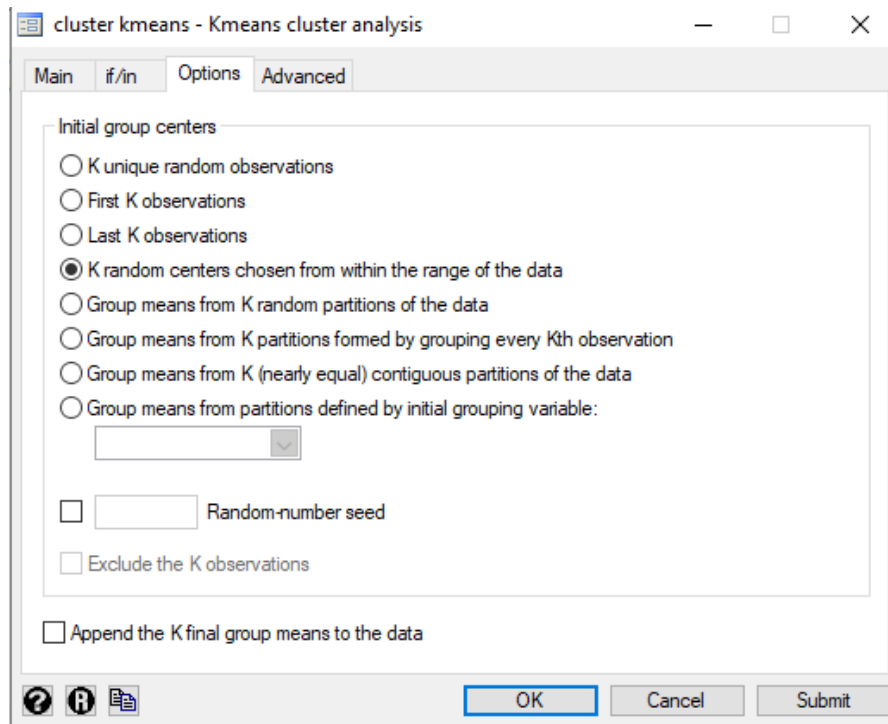


Imagen 2



La diferencia fundamental entre ambas opciones es el punto de partida para la selección aleatoria de los centroides de cada uno de los cuatro grupos a construir. Dado que ninguna es mejor que otra en términos simples, se construyeron varias opciones para ambos métodos y se seleccionó el más adecuado de acuerdo a los resultados anteriores del análisis de HH, máx. entropía, las características propias de su comercio, y los resultados de los alfas.

A partir de ello, seleccionamos el clúster que mejor se adapta a la representatividad de las dinámicas comerciales de la red para cada caso y para cada año y nos dispusimos a ingresarlas en Ucinet y NetDraw para obtener una visualización del conjunto de resultados obtenidos hasta ahora.

Como mencionamos anteriormente, clasificamos en cuatro clusters la totalidad de actores de la red en términos de su semejanza, en este caso, su volumen de comercio, número de conexiones, y la centralidad de grado de las conexiones, con ello obtenemos una primera diferenciación en términos de concentración del comercio de acuerdo al número de integrantes de cada clúster, es decir, a mayor concentración menores miembros de los clusters

líderes.

Tenemos, además de cuatro grupos, clasificado el tamaño de los nodos de acuerdo al promedio de los distintos alfas para cada país, esto con el fin de diferenciar que aún dentro de cada clúster los países presentan dinámicas comerciales distintas entre ellos, teniendo un impacto en la cantidad de socios comerciales y en la importancia de dichas conexiones con respecto al total del comercio global, siendo ambas medidas de impacto en la construcción de los distintos valores de alfa y la obtención del promedio de las medidas de centralidad de grado para cada país.

Por último, los valores de alfa promediados fueron resultado de la utilización de 0.5, 0.75, y 1 como parámetro sintonizador en el análisis.

CAPÍTULO 4. COMERCIO Y PRODUCCIÓN DE SEMICONDUCTORES EN CHINA

4.1 Introducción

A continuación, nos adentraremos al comercio de China, sus potencialidades y características, así como su papel en el comercio mundial y en las cadenas globales de valor, para más adelante llevar a cabo la revisión de su comercio de semiconductores a partir de la noción del *upgrading* revisada en el primer capítulo reflejado en el tipo de producto y la cantidad del mismo que está comerciando.

Por último, llevamos a cabo un análisis en varias dimensiones sobre el comportamiento de la red de comercio de semiconductores para vislumbrar el papel que China juega hoy en él. Utilizamos la metodología explicada en el capítulo anterior y proporcionamos evidencia gráfica de los resultados.

4.2 Potencialidades del comercio de China

Hoy en día China es la región comercial con mayor peso en el mundo, tanto si revisamos su volumen de comercio como si revisamos la distribución y diversificación del mismo. Es decir, China ha ido escalando posiciones desde la última fase de su apertura comercial en 2001 a la fecha, rebasando a Estados Unidos en los albores de la crisis del 2008, y hoy posicionándose en primer lugar, seguida por este último y Alemania.

El otro punto importante es el poder de mercado que China ha adquirido, siendo de los países con mayor presencia comercial mundial a través de la distribución geográfica de sus productos, y de su presencia global a través de la gran variedad de productos hechos en China, siendo principalmente los insumos electrónicos y productos electrónicos finales.

Dentro de la región del Este Asiático, China destaca por sobre otras potencias tradicionales como lo son Japón y Corea del Sur, cuyos índices de concentración de mercado son mucho más altos que los de China, indicando que no tienen presencia en una mayor cantidad de países, pero, por el contrario, países como Singapur o Tailandia tienen mayor diversificación, lo cual indica presencia en un mayor número de países, incluidas las potencias regionales.

Este primer análisis del comercio mundial a partir de datos de COMTRADE y el cálculo del índice Herfindahl-Hirschman (HH) y el principio de Entropía nos ayuda a conocer, por ejemplo, en qué medida los países comercian entre sí, quiénes son aquellos países que tienen mercados más concentrados o que se rigen por relaciones de tipo cercanía geográfica o acuerdos políticos, cuáles son aquellos países cuyo producto tiene mayor presencia entre la totalidad de países comerciantes.

Desde 1995 hasta 2018 China escaló diez lugares para posicionarse hoy como el país con mayor volumen de comercio, y de un modo similar Corea del Sur escaló siete lugares y Hong Kong tres para posicionarse como el quinto y sexto lugar respectivamente. La

diferencia fundamental entre estos tres países es que China, a diferencia de los dos restantes, ha transitado hacia una desconcentración de su mercado, mientras que Corea del Sur y Hong Kong han hecho lo contrario.

Claro está que a partir del cálculo del índice HH para el comercio general no podemos determinar con certeza el por qué ya que carecemos de un análisis por producto o por industria, sin embargo, sí podemos visualizar hacia quiénes se ha concentrado el mercado para estos países. En el caso de Corea del Sur los tres primeros países a quienes exporta son China, Estados Unidos, y Hong Kong, mientras que en el caso de este último son China, Estados Unidos, e India. Esto nos indica que, a pesar de ser de los principales países en cuanto a volumen de comercio, dependen sus exportaciones hacia los países con un volumen de comercio mayor inmediato.

Ahora bien, replicando el cálculo para datos obtenidos de la base de datos de UNCTAD-Eora para Cadenas Globales de Valor, obtenemos indicadores en función de quién crea el valor y quién lo exporta en última instancia, es decir, un valor alto del índice HH indicaría una mayor exportación del valor añadido por parte un mismo país o pocos países, mientras que un valor menor significa que el valor añadido está siendo exportado en mayor medida por otros varios países.

Retomando el caso de Corea del Sur y Hong Kong, ambos exportan aproximadamente el 70% de su valor creador, sin embargo, China les exporta el seis y el ocho por ciento respectivamente de su valor creado, siendo su principal socio exportador. Esto indicaría que ambos países surten de bienes intermedios a China para sus procesos industriales, posiblemente de tecnologías.

Vemos también que China exporta el 66% de su propio valor, mientras que su mayor exportador de valor creado en China es Alemania con un cuatro por ciento. Además, no presenta una alta concentración del valor creado, lo cual indica que tiene numerosos socios

clave como Alemania, Holanda, Hong Kong, Estados Unidos, entre otros, quienes son los principales exportadores de entre el uno y cuatro por ciento de su valor creado.

Fortaleciendo lo anterior, cuando vemos la distribución porcentual del comercio general de China confirmamos los fuertes lazos comerciales que comparte con estos países. En el Diagrama 1 observamos que tan sólo con Estados Unidos comparte el 21.46% de sus exportaciones, seguido de un 13.55% para Hong Kong, 6.59% para Japón, 4.88% para Corea del Sur, y 3.49% para Alemania. Estos cinco países corresponden la mitad de las exportaciones de China.

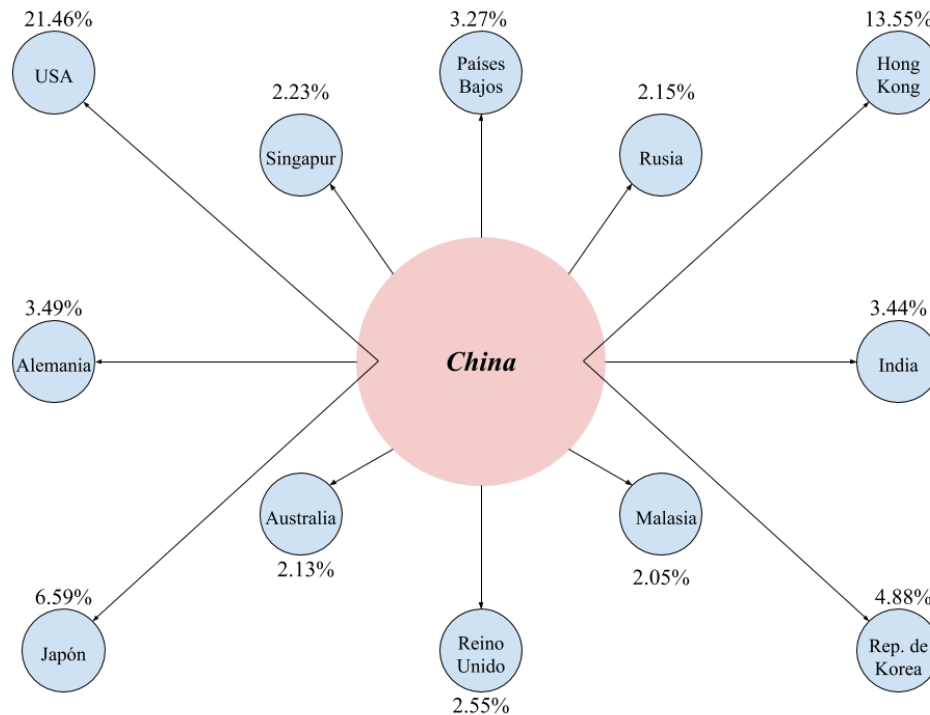
En resumen, China se sitúa hoy en el centro del comercio mundial, gracias tanto a las fuertes relaciones comerciales que conserva con países importantes como lo son Estados Unidos y Alemania, como a la cercanía geográfica con la región del sudeste asiático y la facilidad del comercio que ello conlleva.

Es decir, por un lado, si nos concentramos en el comercio mundial, se sitúa como un competidor fuerte llegando a estar por sobre las potencias mundiales, además de ser un enclave geográfico importante. Por el otro lado, es tanto proveedor como exportador de valor agregado de países del sudeste asiáticos que, más adelante veremos, muchas veces concentran su producción en función de la demanda directa de la industria China.

Cabe destacar que, dada la limitación de ambas bases de no conocer acerca de los productos y las conclusiones generales que eso nos lleva, debemos profundizar el análisis hacia un nivel de producto o conjunto de productos. A continuación repetiremos el ejercicio para el caso de la industria de los semiconductores, en específico para ciertos productos relacionados que se explicarán más adelante.

Diagrama 1

Exportaciones generales de China para 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

4.2.1 Potencialidades de la industria de los semiconductores

Como hemos explorado en los capítulos anteriores, los semiconductores forman parte de una industria particularmente transversal, es decir, cruzan por el complejo tejido de la producción industrial en muchos y muy distintos sectores a distintos niveles a la par de ser por sí mismos un producto como tal. Esta condición brinda a los países interesados una buena oportunidad para el desarrollo de políticas tecnológicas basadas, por ejemplo, en el escalamiento industrial de los semiconductores.

Por otro lado, es también de vital importancia tratar acerca de la complejidad de las redes de comercio global dado que son estas las que parecieran estar definiendo a países protagonistas y secundarios en materia de la producción de semiconductores en sus distintas etapas.

Esta separación o nombramiento de “principales y secundarios” obedecen a una distinción entre países que concentran casi en su totalidad la producción de las distintas

etapas en la elaboración de los semiconductores como se verá más adelante en este estudio, además de ser también los principales exportadores por una gran diferencia llegando a acaparar hasta un 90% de las exportaciones entre poco más de diez países para el caso de estudio.

Piccardi y Tajoli (2018) demuestran la correlación positiva entre la complejidad de los productos y la centralización de la producción de los mismos. Por supuesto, en el caso de los semiconductores es particularmente llamativo ya que algunas ramas son meros insumos para futuros procesos y otras son productos listos para usuarios finales, sin embargo, los países avanzados abarcan el amplio abanico de posibilidades al exportar tanto piezas iniciales del proceso como productos finales.

Ahora bien, dicha centralización tiene motivos tecnológicos por sobre otros, un país productor de alta tecnología, como hemos visto en capítulos anteriores, necesita forzosamente, y además de la importación o el desarrollo de los medios físicos necesarios (vid. Tokyo Electron. 2020), todo un aparato científico, académico, y empresarial capaces de llevar a cabo las etapas desde el desarrollo conceptual o el diseño hasta la elaboración final del producto. Por ello, a pesar de que algunas partes pudieran ser ensambladas en mercados externos, es el país exportador final el que contabiliza el mayor valor agregado del producto.

Un estudio acerca de las características de la configuración de redes de comercio globales llevado a cabo por Maluck y Donner (2015) apunta hacia la importancia de la proximidad geográfica y política como factores determinantes en la formación de enlaces comerciales, es decir, en el caso de China pareciera exhibir una política de comercio de ambos rieles.

Por un lado, existe la cercanía geográfica con los países del Este de Asia, quienes compran productos elaborados en China y que a su vez son muchas veces proveedores de materiales necesarios para la fabricación de éstos, así también, existe una relativa cercanía

geográfica con países conectados al Océano Pacífico, sobre todo en Sudamérica, quienes se dedican al intercambio entre bienes primarios en su mayoría contra productos tecnológicos provenientes de China.

Por el otro lado, en los países de África y Europa, así como algunos aliados estratégicos en la zona del Golfo Pérsico y Asia central, corresponde a China llevar a cabo, además de un intercambio comercial de productos tecnológicos, proyectos incluso de reforma infraestructural como la construcción de puertos, vías de comunicación, bases armadas, entre otras que van encaminadas a una agenda de conexión global.

Otro punto importante a considerar son las Cadenas Globales de Valor (CGV), las cuales enriquecen el análisis al trazar dinámicas de comercio y producción complejas. El ejemplo más conocido es el *outsourcing* y la *fragmentación de la producción* según Xiao et al. (2017), donde no sólo importa el comercio de los bienes finales sino las redes complejas de distribución de los bienes intermedios.

El estudio de los autores es de suma utilidad al presentar la construcción y medición de cuatro categorías presentes en las CGV:

1. *“DVA (Domestic Value Added Absorbed Abroad)*
2. *RDV (Domestic Valued Added First Exported then Returned Home)*
3. *FVA (Foreign Value Added)*
4. *PDC (Pure Double Counted Terms)”*

Entre los resultados del análisis podemos destacar que:

- El DVA de China superó al de Japón hacia 2011, convirtiéndose en el nuevo centro neurálgico de la región Asia-Pacífico y compartiendo fortaleza con Alemania y Estados Unidos.
- Para el caso del RDV, cuya constitución son bienes intermedios, Estados Unidos se mantiene como el principal absorbedor de Valor Añadido, sobre todo de exportaciones que regresan desde China. Es decir, los productos

finales contruidos con bienes intermedios estadounidenses provienen de fábricas chinas.

- El valor añadido extranjero (FVA) presenta una amplia segregación en la red, al tratarse de bienes de bajo valor agregado en su mayoría se configuran relaciones de orden geográfico en su mayoría, configurando así zonas concretas como Estados Unidos teniendo lazos con México y Canadá; China conectada con los países del Este de Asia; Alemania conectando la región europea.
- La red de PDC ilustra cómo China se ha convertido en la “Fábrica del Mundo”, creando puentes que en primera instancia conectaban la región Asia-Pacífico con Estados Unidos y la región Europea, sin embargo, en la actualidad su influencia ha crecido al grado de ya no ser solamente un puente sino el mayor participante en la red.
- China muestra la mayor participación en las siguientes categorías: DVA, RDV y FVA, así como una participación importante en la PDC cuyas características reflejan una jerarquía en la constitución de la red.

Empezamos ahora a observar algunas consideraciones sobre la propia configuración de la red del comercio de semiconductores y la relevancia de China dentro de ella. En una primer exposición, viendo a China en términos de magnitudes numéricas lo podemos nombrar como el absoluto en muchas categorías, como el caso del DVA, RDV, y FVA, donde en algunos casos ha superado a potencias regionales, como lo es Japón, y en otros se encuentra cerca de superar a potencias mundiales, como es el caso de Estados Unidos.

El caso del DVA ilustra muy bien la ahora poca competencia que representa el histórico gigante asiático que era Japón, y cómo en la actualidad es China quien absorbe el mayor valor añadido fuera de sus fronteras. Más adelante, veremos que esto se debe, en gran

medida, a la fragmentación de su producción a través del outsourcing y la reubicación de sus centros de producción en enclaves geográficos estratégicos.

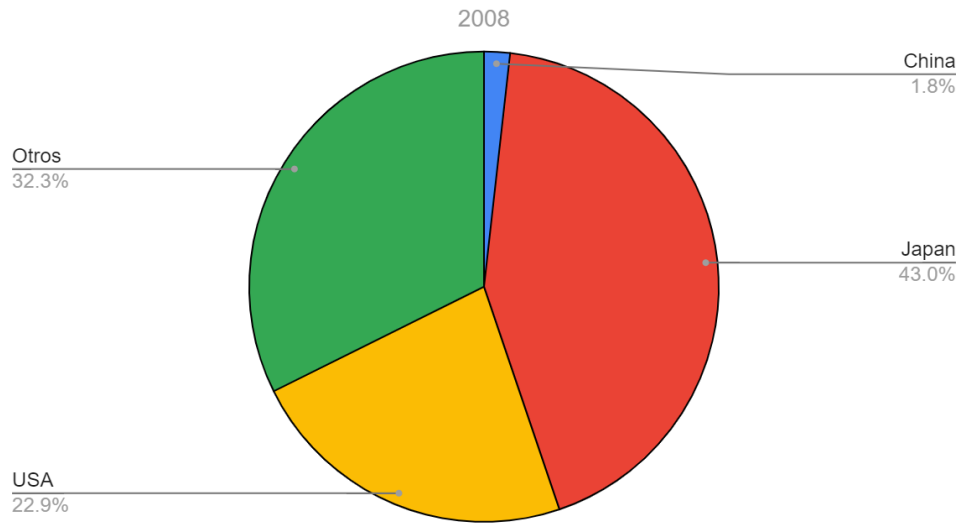
En cuanto al RDV, aún siendo temprano el análisis podemos adelantar la propuesta de que, la aparente falta de condición de China frente a Estados Unidos, al ser China quien “termina” los bienes para Estados Unidos, pudiera tratarse del proceso mismo de aprendizaje y absorción de conocimientos de los bienes estadounidenses por parte de China; como veremos más adelante, China tiene muy bien definido y dominado una parte del comercio y producción de los semiconductores, cuya inherente capacidad tecnológica destaca la ya muy desarrollada industria tecnológica China.

4.3 Análisis de industria de los semiconductores en China

En los Diagramas 6 y 7, acerca de la proporción compartida de las exportaciones mundiales del HS 8486 para los tres principales países por volumen de comercio, vemos la evolución entre el 2008 y 2018, donde existe un evidente debilitamiento de las exportaciones de Japón, pasando de exportar el 43% del total del HS 8486 en 2008, a poco más de la mitad de dicha cantidad para 2018 con 28.4%. Estados Unidos pierde, de igual forma, fortaleza, al pasar de contar con el 22.9% para 2008 a un 20.9% para 2018.

Diagrama 6

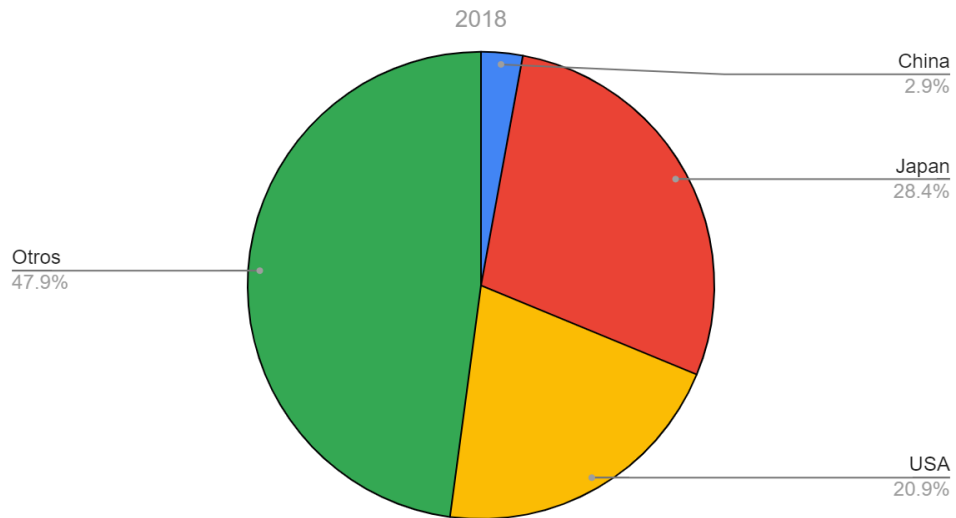
Distribución de exportaciones HS 8486



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Diagrama 7

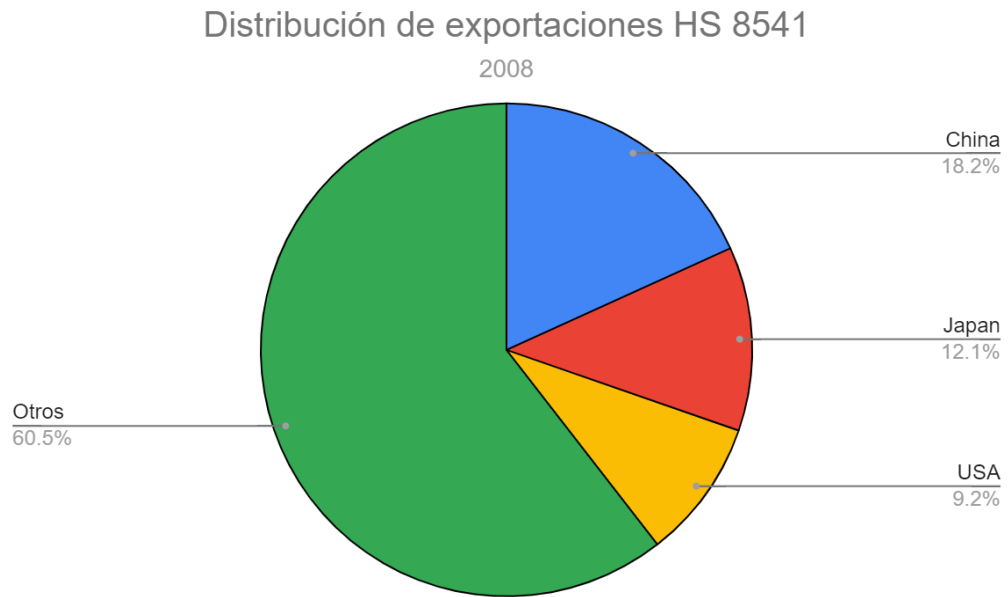
Distribución de exportaciones HS 8486



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

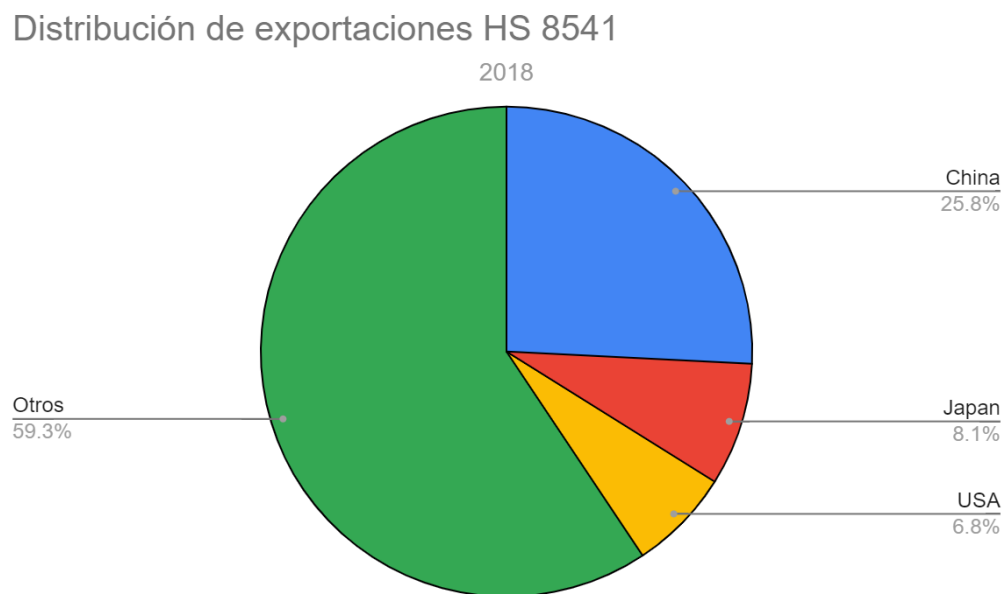
Por otro lado, China se fortalece con un crecimiento de solamente un 1.1%, lo cual indica un poco interés particular para esta clase. Al mismo tiempo que, el resto del mundo (comprendido en *Otros*) crece del 32.3% para 2008 a 47.9% para 2018, indicando una fuerte diversificación o acceso a los conocimientos necesarios para la producción de dicha clase por parte de muchos más países.

Diagrama 8



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Diagrama 9

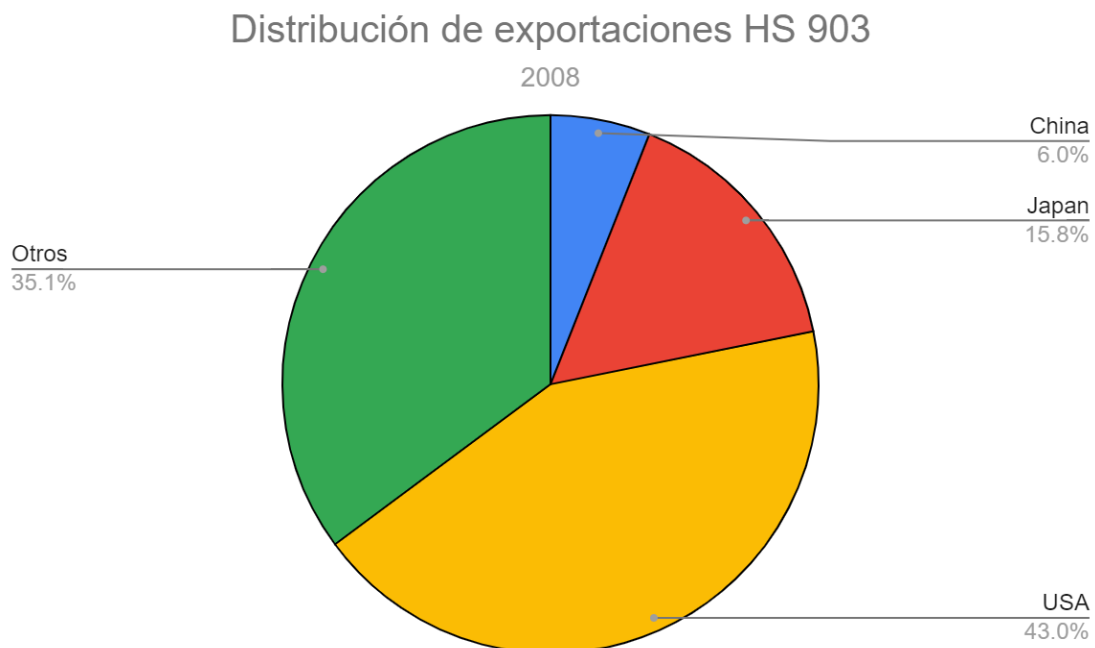


Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Para el caso del HS 8541 observamos en las Gráficas 8 y 9 una serie de movimientos muy distintos a los del bien anterior. En primer lugar, aunque poco, la proporción del resto de los países baja, pasando de 60.5% para 2008 a 59.3% para 2018, indicando una mayor concentración en un menor número de productores; de igual manera, Japón y Estados Unidos pierden participación entre 2008 y 2018, pasando de 12.1% a 8.1% y de 9.2% a 6.8% respectivamente.

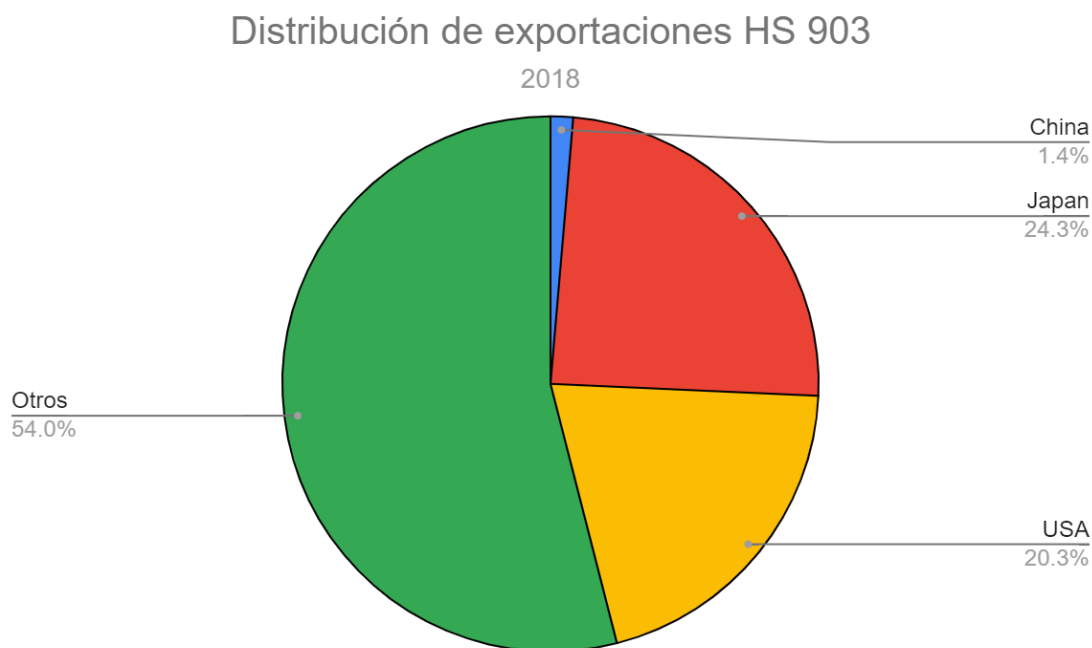
China, por su parte, crece en grandes términos, contrarrestando, y posiblemente motivando, los movimientos anteriores. En 2008 exportaba el 18.2% del total mundial del HS 8541, cuando para 2018 exporta el 25.8%. Un crecimiento evidente, posiblemente signo temprano en nuestro análisis de la existencia de una especialización hacia los semiconductores como bien intermedio.

Diagrama 10



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Diagrama 11



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Para este tercer código podemos observar a partir de las Gráficas 10 y 11 una amplia diversificación de productores para 2018, dado que el porcentaje correspondiente a Otros era de 35.1% para el 2008, creciendo hasta el 54% para 2018. Al mismo tiempo, existe un amplio crecimiento de la proporción para Japón, pasando de un 15.8% en 2008 a un 24.3% para 2018, es decir, un cuarto del comercio mundial del HS 903 es exportado solamente por Japón.

Estados Unidos, por su parte, pierde más de la mitad de su comercio, al pasar de 43% para 2008 a 20.3% para 2018. De igual manera, China pierde drásticamente, al pasar de un 6% en 2008, a un 1.4% para 2018.

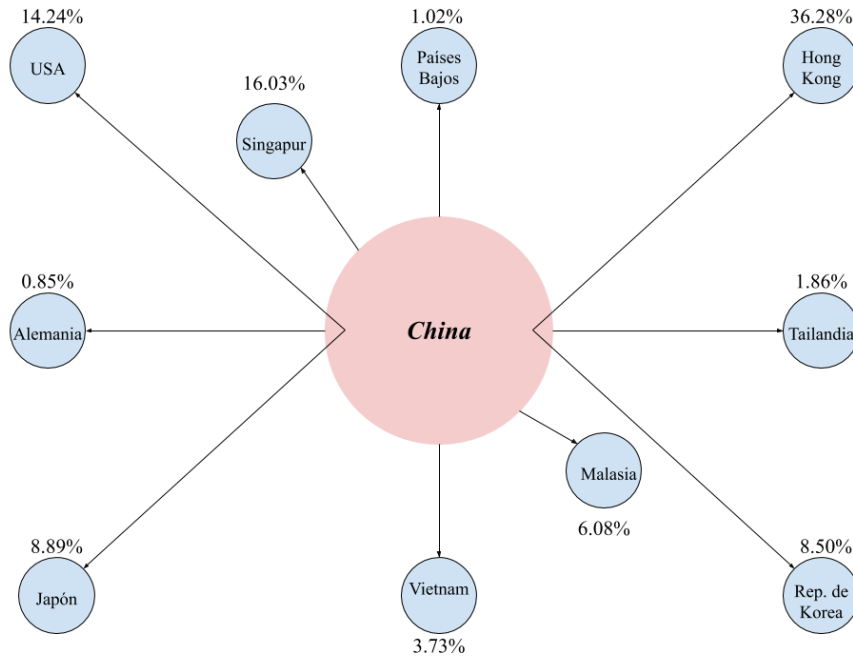
Por un lado, el hecho de que estas dos potencias renuncien a grandes cantidades de su comercio para este tipo de bienes nos habla de la preferencia mundial por los productos japoneses, al menos para el HS 903, así como una nueva configuración de actores, posiblemente del sureste asiático o zonas geográficas que sean de estrategia comercial, quienes se encuentran repartidos en Otros.

Por otro lado, y como veremos a continuación, dicha aparición de una amplia variedad de países pertenecientes a distintas zonas geográficas y necesidades comerciales, nos permite entrever el nivel de diversificación del comercio de China. En otras palabras, además de la configuración estratégica existe también una configuración extensiva del alcance de los productos chinos que contempla el objetivo de la totalidad del comercio y es a su vez motivo y resultado del desarrollo tecnológico de los productos chinos, en este caso, los semiconductores y bienes circundantes a su producción.

Para los casos del HS 8486 y HS 8541, a partir de los 50 países más influyentes en el comercio de ambos códigos, obtenemos la distribución porcentual del comercio de China. En el primer caso (*HS 8486*), vemos cómo a partir del Diagrama 2 que China comparte el 36.28% tan solo con Hong Kong, siendo este su principal socio comercial seguido por Singapur con 16.03% y Estados Unidos con 14.24%. Al tratarse de maquinaria para el manejo y fabricación de semiconductores, es un reflejo de la capacidad tecnológica de China para la fabricación de bienes de capital, necesarios para la fabricación misma de los semiconductores, capaces de competir en el mercado global.

Diagrama 2

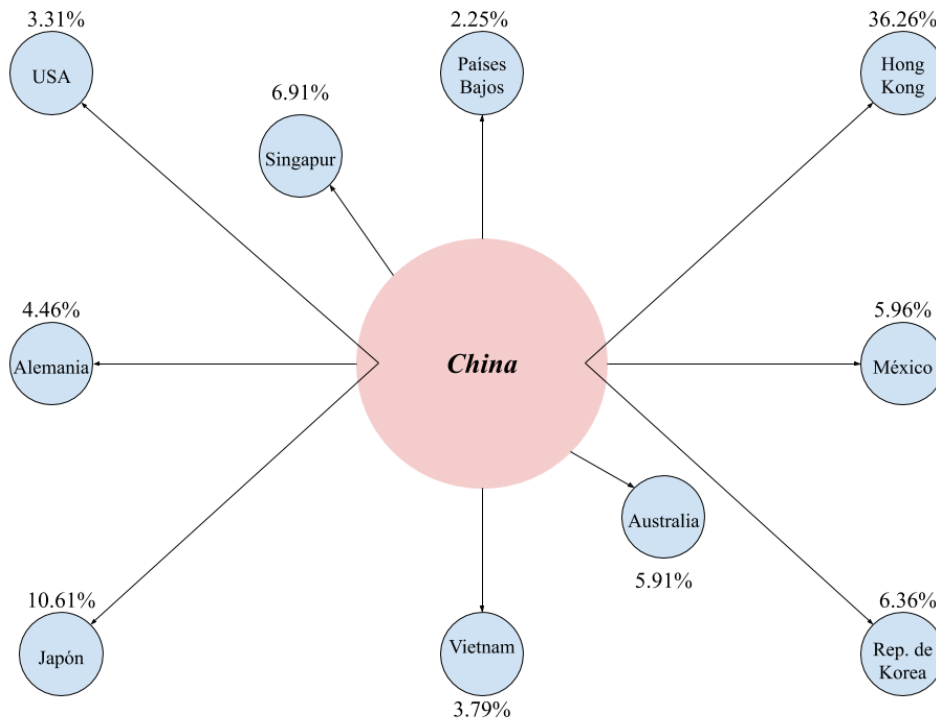
Exportaciones de China para el HS 8486: Equipo para la manufactura de dispositivos semiconductores para 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Diagrama 3

Exportaciones de China para el HS 8541: Dispositivos semiconductores que conforman el ensamble de dispositivos mayores, ensamblados o no para 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

En el segundo caso (HS 8541), el Diagrama 3 muestra que Hong Kong vuelve a tener

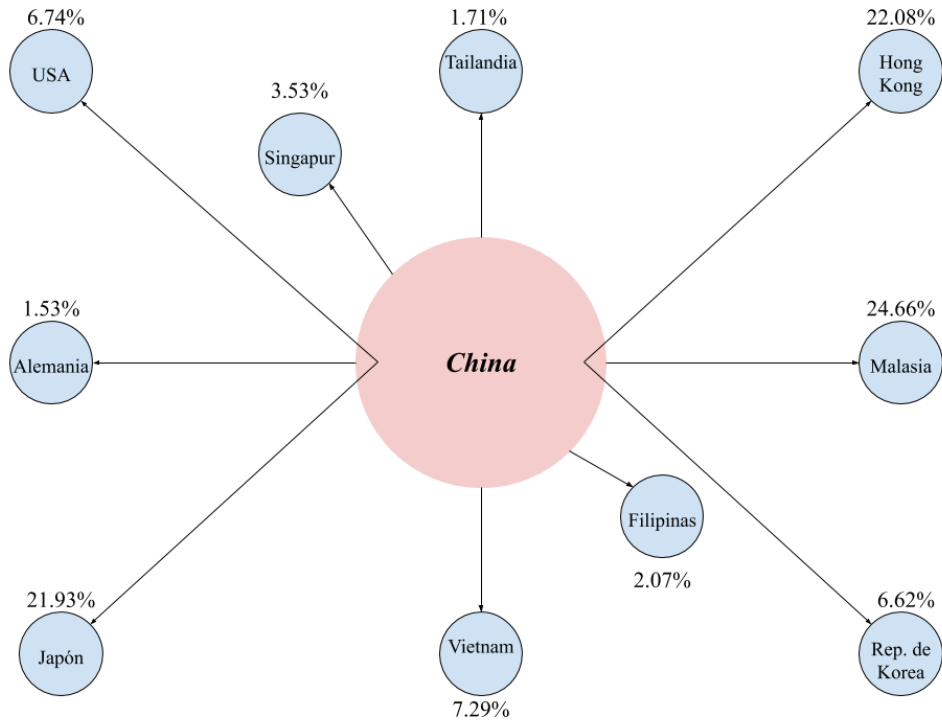
la mayor participación con un 36.26%, seguido por Japón, Singapur, Corea del Sur, y México, con 10.61%, 6.91%, 6.36% y 5.96% respectivamente. Es evidente el descenso en la participación de Estados Unidos dado que no depende de la importación de estos bienes intermedios para la fabricación de bienes mayores, por ende, se infiere que Estados Unidos cuenta con una alta capacidad para producir sus bienes. Caso contrario, Hong Kong depende de la importación de estos productos para la elaboración de sus bienes mayores.

Este ejemplo puede ser ambivalente dado que puede darse el caso de países que destinan la importación de estos bienes intermedios para poder concentrarse en procesos de mayor valor agregado, como el diseño, al relegar la fabricación de sus componentes a China. Por ejemplo, la aparición de Japón como segundo país importador de China podría corresponder a la lógica anterior, así como el caso de Corea del Sur.

Al ser el HS 8541 altamente modular entre las industrias, es decir, que dichos componentes pueden ser usados en una gran variedad de productos finales pertenecientes a industrias tan diversas que van desde la tecnología de la información hasta la medicina, es muy probable que sea coincidente la idea de relegar la fabricación de bienes intermedios a regiones o países con una cultura laboral flexible por parte principalmente de firmas privadas que buscan asegurar menores costos de producir para terminar con la importación de dichos bienes y el ensamble en productos de mayor valor agregado.

Diagrama 4

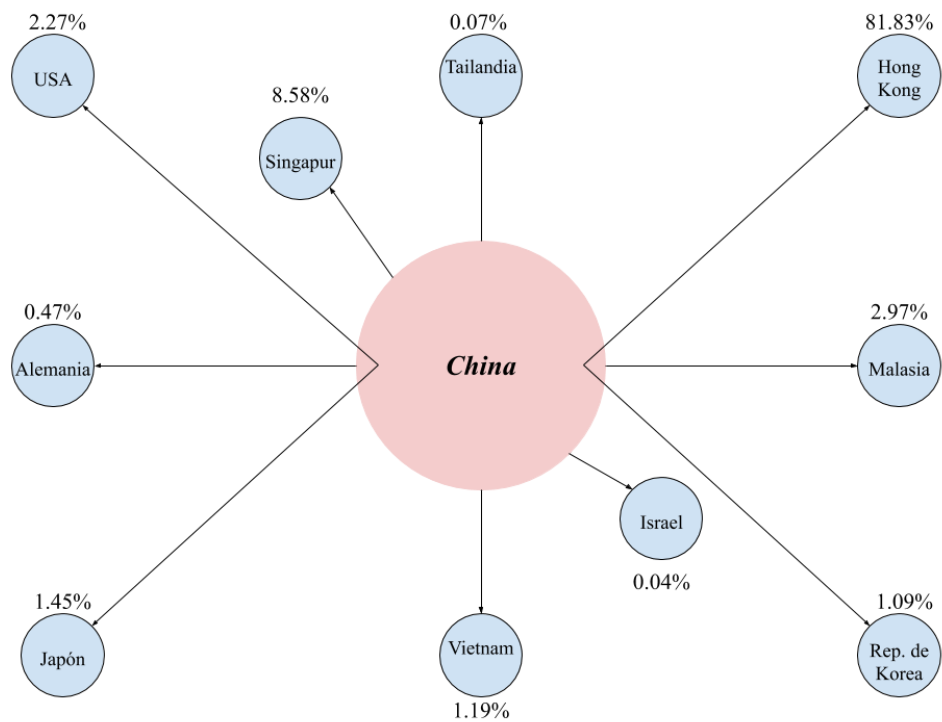
Exportaciones de China para el HS 903082: Aparatos e instrumentos para medir o verificar la construcción de obleas o dispositivos semiconductores para 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Diagrama 5

Exportaciones de China para el HS 903141: Instrumentos ópticos y accesorios para inspección de la fabricación de obleas de semiconductor, o dispositivos para inspeccionar foto-máscaras y retículas utilizadas en la fabricación de dispositivos semiconductores para 2018.



Para el caso del HS 903082 y HS 903141 y teniendo en cuenta que estos dos códigos se redujo la matriz a 20 principales países, códigos referentes a maquinaria y/o accesorios para la inspección de obleas y aparatos semiconductores vemos cómo a partir del Diagrama 4, para el HS 903082, se empieza a observar la concentración del comercio de China con países de la región del sudeste asiático, concretamente Malasia, Hong Kong, Japón, Filipinas, Corea del Sur, Singapur, Vietnam y Tailandia.

Más que una concentración regional pareciera una nueva configuración de actores en las distintas fases de la producción de semiconductores. Es decir, al estar China exportando tanto bienes de capital, como semiconductores y a su vez dispositivos de inspección a los mismos países de la región se empieza a consolidar un círculo de producción donde seguramente los productos finales terminan regresando a China y ésta a su vez exportando bienes mayores de alto valor agregado a países dependientes tecnológicos.

Esto se fortalece al revisar la relación que persiste entre China y Hong Kong y que se hace evidente en el caso del HS 903141, donde este último acapara el 81.83% de las exportaciones de los primeros 20 países, seguido por Singapur con 8.58%. Se configura entonces, junto con Malasia, una red de comercio y fabricación a distintos niveles de semiconductores o bienes particulares de su proceso de producción para terminar siendo reimportados por firmas chinas y exportados como bienes mayores de alta tecnología hacia el resto del mundo.

Como sugerimos en el apartado 4.2, por un lado, la situación geográfica de China favorece en gran medida a la configuración actual del comercio de semiconductores, por un lado, permitiéndole exportar bienes de capital tanto para la fabricación de semiconductores como para el chequeo de los mismos a países maquiladores de la región, como es el caso de sus relaciones comerciales con Malasia, Singapur, y Hong Kong, y al mismo tiempo concentrar sus esfuerzos en la producción misma de los semiconductores, formando así una

red que, como veremos más adelante, tiene implicaciones importantes en el desarrollo sólido de bienes de alta tecnología.

4.3.1 Resultados HH y Entropía

Como primer resultado podemos destacar la diversificación de China para años recientes, dado que el índice HHI, calculado para el HS 8486, para 2008 daba como resultado un valor de 0.209, el cual cambió a 0.164 para 2018. Esto quiere decir que efectivamente China ha pasado a formar más vínculos comerciales en el transcurso de 10 años, distribuyendo bienes de capital mismos para la fabricación de semiconductores y sus partes, es decir, una gran parte de los semiconductores a nivel global estaría siendo producida a partir de maquinaria china.

De igual manera, podemos corroborar la aseveración con los resultados arrojados en el cálculo por entropía, donde para 2008 China arrojaba un valor de 4.26 bits, lo que en sí refleja mayor diversidad comercial, mientras que en 2018 aumenta a 4.86 bits. La distribución del HS 8486 proveniente de la manufactura china es un hecho.

Veamos el caso de algunos países líderes en el comercio del HS 8486 y cómo se ha reconfigurado el comercio dado el crecimiento de China. Por ejemplo, Alemania contaba con un HH de 0.09 y máxima entropía de 4.60 bits para 2008, que derivaron en 0.12 y 4.52 para 2018 respectivamente. Si bien la caída no es abrupta dado que se mantiene como principal proveedor de la zona euro, es evidente que existe una menor participación. El caso de Estados Unidos presenta un movimiento muy sutil, al igual que Alemania, pasando de HH 0.14 a 0.16, y de 4.77 bits a 4.80 bits para el mismo periodo anterior. Estados Unidos es el segundo país con mayor número de vínculos, por debajo de China.

Un rival regional, Japón, presenta un desplazamiento de HH 0.21 a 0.24 y su max. ent. se mantiene en 4.07. Por otro lado, Hong Kong presenta una fuerte aceleración en la diversificación de su comercio. Tenemos valores de HH 0.91 y max. ent. 2.83 bits para 2008,

y para 2018 presenta HH 0.37 y max. ent. 3.61 bits. Si bien es cierto que incrementó en 20 países su comercio, también hemos de puntualizar que el 58.4% de su comercio lo lleva a cabo con China.

Pasando al HS 8541, determinado como los semiconductores en sí, observamos el caso de China. Para 2008 teníamos valores de HH 0.14 y max. ent. 5.17 bits, mientras que en 2018 presenta HH .10 y max. ent. 5.31 bits. De nueva cuenta, una mayor diversificación para China, esta vez podemos observar que ya para 2008 China era la mayor potencia en fabricación de semiconductores, diodos, transistores, leds, entre otras piezas. Mientras que Alemania distribuía su comercio entre 169 países para 2008, China ya lo rebasaba por siete países. Además, para 2018 las brechas se acrecientan aún más dado que China es quien comercia con el mayor número de países con 202, contra 178 de Alemania y 175 de Estados Unidos, sus principales competidores.

Aquí destacamos la aparición de la participación de Malasia en el comercio global del HS 8541. En 2008, Malasia presentaba un HH de 0.15 y max. ent. de 4.17 bits, es decir, era un país competitivo en términos de diversidad de socios comerciales, incluso cercano a China. Para 2018, Malasia se mantiene ligeramente por arriba de esos indicadores con un HH de 0.11 y una max. ent. de 4.54 bits. Esto nos indicaría que, si bien es cierto que China ha ganado terreno como el principal proveedor de semiconductores, Malasia sigue siendo un enclave importante y las dinámicas de comercio han decidido mantenerla así, incluso puntualizando el hecho de que el 15.3% de sus exportaciones están destinadas a China.

Otro país que presenta un caso parecido es Singapur quien, al pertenecer a la misma región que Malasia, comparten muchas características comerciales. En 2008 presentaba un HH de 0.12 y max. ent. de 4.17 bits, mientras que para 2018 se ubica con un HH de 0.10 y max. ent. de 4.71 bits.

Es evidente entonces el alcance que tienen los productos chinos, la importancia de la industria de los semiconductores chinos es innegable, desde su impacto regional, su alcance internacional, la diversificación de sus productos, las dinámicas bilaterales y la configuración de zonas de comercio específicas por tipo de bien. Pero, más aún y retomando la idea sobre el estado tecnológico planteado por Arthur (2009) revisada en el *Capítulo 1*, podemos observar un alto nivel tecnológico en China dada la separación de sus procesos productivos, en este caso, de los distintos bienes componentes de la industria de los semiconductores.

Recordando, una economía que tiene la capacidad de separar o diversificar las aplicaciones de las nuevas tecnologías en unidades funcionales o *módulos* es una economía tecnológica, y China apunta directamente a ello. Tenemos ya un primer panorama de cómo China presenta una participación líder en el comercio de bienes de capital para la fabricación de los semiconductores, como en el comercio mismo de los semiconductores.

Este apartado nos permite dar un primer vistazo a la idea de la configuración tecnológica de China; en los dos apartados siguientes daremos con evidencia más a fondo de cómo China puede estar sujeta al proceso de expansión de la economía que plantea Arthur (2015).

4.3.2 Características de la red de comercio de semiconductores

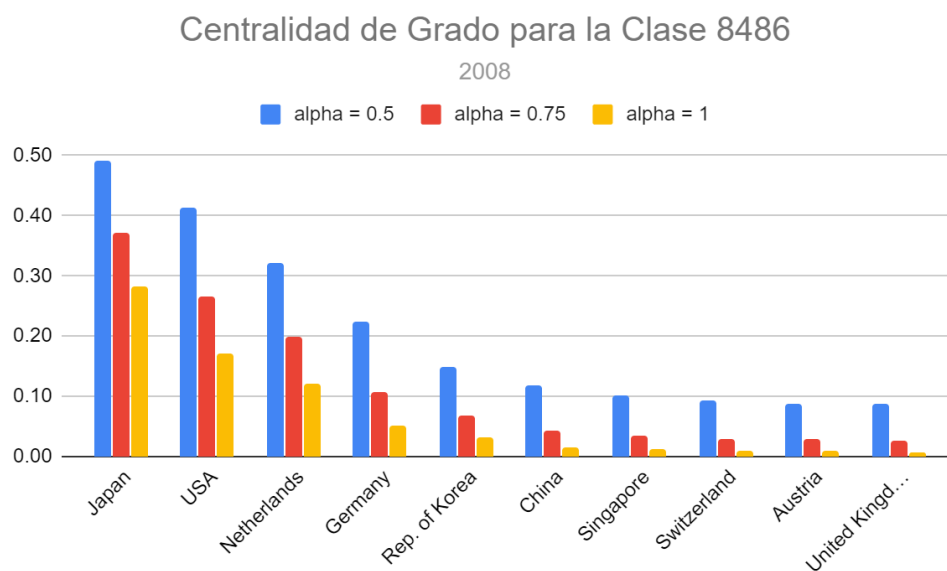
Hasta ahora, el análisis del comercio que hemos llevado a cabo nos ha permitido conocer las características propias de la distribución de las exportaciones de semiconductores de algunos países en términos de su diversificación y concentración.

Como resultado de este análisis hemos presentado el liderazgo de China en cuanto a diversificación de su mercado se refiere, siendo el país que, acelerando su producción de 2008 a 2018, hoy lidera y abarca más vínculos comerciales con más países que ningún otro, superando en unos pocos años a las potencias históricas y posicionándose como el centro de gravedad de la producción de semiconductores, tanto en términos de cercanía geográfica

como de especialización.

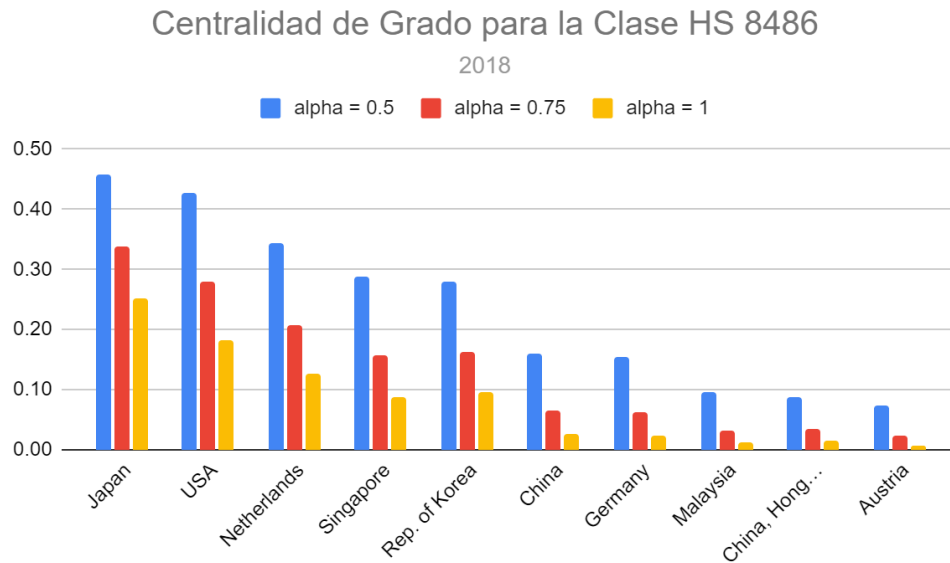
De igual manera, hemos visto cómo países líderes como Alemania, Estados Unidos, y Japón, han seguido muy de cerca los movimientos de China y se han mantenido cerca de sus posiciones a pesar del desplazamiento que este último ha provocado. Otro punto importante es la importancia de la región del sureste asiático como bastión en la producción de semiconductores, siendo países como Malasia y Singapur un enclave para una multiplicidad de actores entre los cuales se encuentran los líderes en la producción de semiconductores.

Gráfica 5



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 6



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Las gráficas anteriores muestran a los primeros diez países en términos de volumen de comercio de semiconductores para la clase 8486 en 2008 y 2018, tomando los tres valores de alfa mencionados anteriormente.

A primera vista resalta el salto de China del sexto puesto al primero en el transcurso de los diez años del periodo estudiado, así como la caída de Estados Unidos del segundo al séptimo puesto, además de los movimientos sutiles de Alemania, Países Bajos, Japón y Corea del Sur.

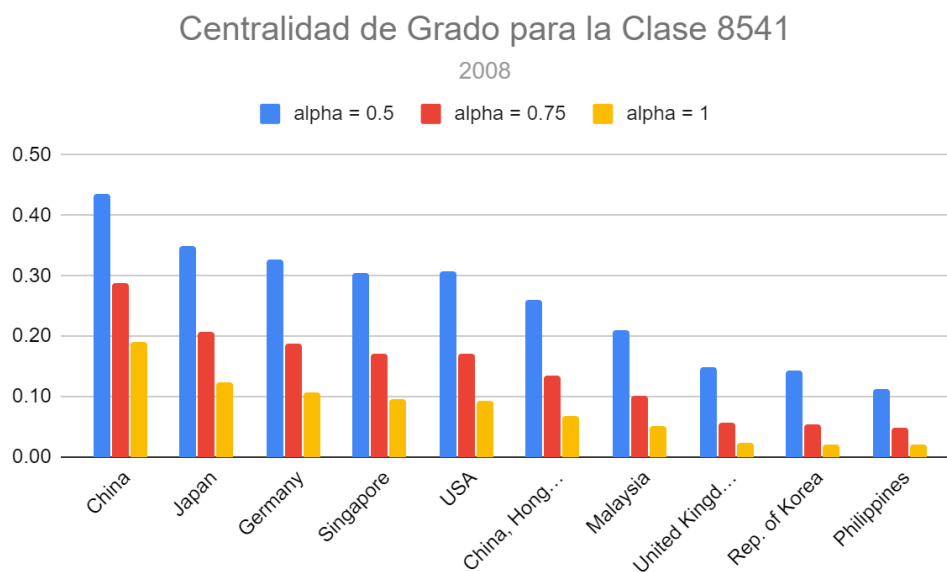
Entrando en materia del estudio, es evidente cómo caen los valores para algunos países más que para otros cuando se pondera la fuerza de sus conexiones por sobre la cantidad de vínculos que poseen.

El caso de China, el país con mayor cantidad de vínculos y sujeto del estudio, es un buen ejemplo. Para 2008, cuando tomamos un alfa de 0.5 obtenemos un valor de 0.12, mientras que un alfa de 1 nos arroja un valor de 0.02, es decir, la caída es abrupta, y se repite para 2018, donde un alfa de 0.5 nos arroja un valor de 0.16, y un alfa de 1 coincide con una caída fuerte hasta un 0.03. Es decir, empezamos a notar cómo las conexiones de China, a pesar de numerosas, en ambos años caen en un 85% aproximadamente.

Japón, un rival histórico y geográfico, tiene redes más resilientes al sintonizador. Su caída para 2008 entre alfa de 0.5 y 1 es solamente del 42.73%, mientras que, en los mismos términos para 2018, su caída es del 45.27%. Esto nos habla de que, a pesar de que China lo haya desplazado del primer puesto que ocupaba en 2008, Japón conserva un vínculo más fuerte con sus socios comerciales del que presenta China.

Alemania es un caso parecido a China, a pesar de tener numerosos vínculos comerciales, la fortaleza de estos está en duda cuando presenta caídas del 77.59% y 84.17% para 2008 y 2018 respectivamente. Por otro lado, Corea del Sur es un país que ha fortalecido sus vínculos a lo largo del periodo, cuando para 2008 presentaba una caída del 78.70% entre extremos de los valores de alfa, para 2018 solamente cae en un 65.79%.

Gráfica 7

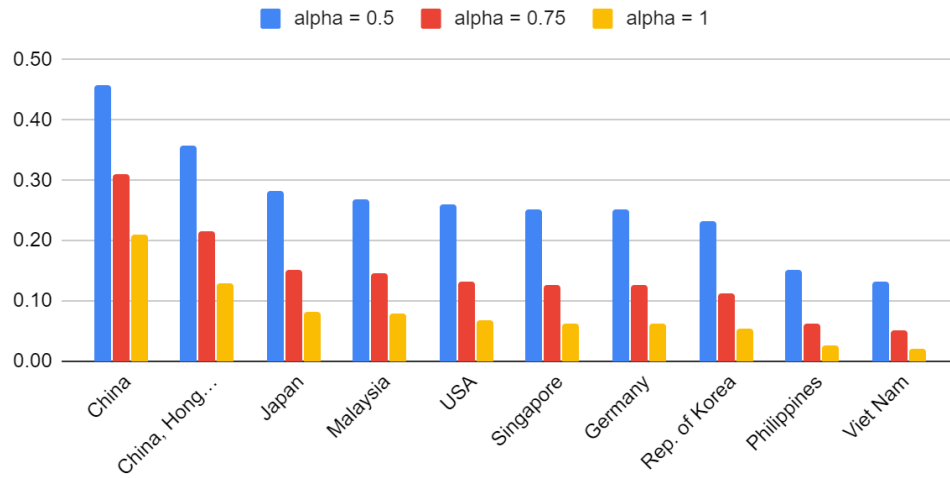


Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 8

Centralidad de Grado para la Clase 8541

2018



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Para el caso de la Clase 8541 notamos en primer lugar la presencia de países del este asiático como Hong Kong, China, Corea del Sur, y Japón, así también del sureste asiático como Malasia, Singapur, y Filipinas. La minoría geográfica es representada por Alemania, Austria, Países Bajos y Estados Unidos, teniendo como resultado una clase con una fuerte participación y presencia de producción focalizada en las regiones asiáticas antes mencionadas.

Es en esta clase donde China muestra su mayor fortaleza, en primer lugar, es el líder en exportaciones para ambos años; en segundo lugar, su caída entre los valores de alfa 0.5 y 1 es la menor entre los principales diez países; en tercer lugar, ha fortalecido sus vínculos en un 2.14% entre 2008 y 2018. China es entonces el principal exportador, el más fuerte, y el que presenta la tendencia más favorable para el HS 8541.

Hong Kong muestra un crecimiento muy favorable de igual manera, pasando del sexto al segundo puesto en el periodo analizado. La fortaleza de sus vínculos es innegable, teniendo en 2018 valores de 0.36 y 0.13 para un alfa de 0.5 y 1 respectivamente, seguido de cerca por Japón con 0.28 y 0.08 para los mismos valores de alfa.

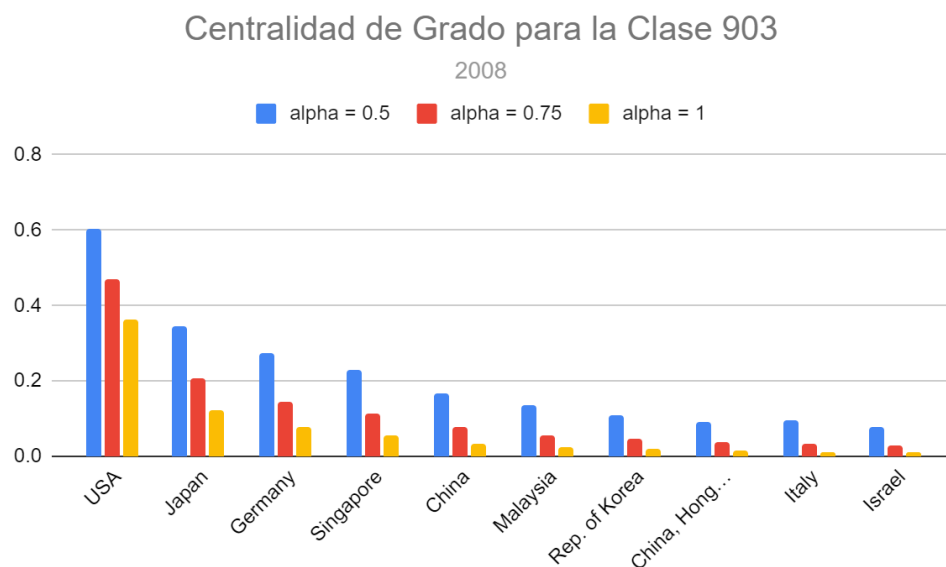
Es interesante cómo China y Hong Kong se encuentran a la cabeza en términos de la

fortaleza de sus vínculos y de la diversificación de su comercio, al mismo tiempo que, recordando el diagrama 3, Hong Kong es el principal socio comercial de China para esta clase.

Otros países que presentan crecimientos importantes son Malasia, Corea del Sur y Filipinas, fortaleciendo la idea de un enclave geográfico importante en la producción de semiconductores por parte de los países del este y sureste asiático.

Estados Unidos por su parte se mantiene prácticamente uniforme entre ambos años, presentando una caída muy sutil en la fortaleza de sus vínculos para 2018. Alemania presenta una caída en ambos indicadores, tanto en la fortaleza como en la cantidad de sus vínculos efectivos, perdiendo escalones en el top de países productores e influencia directa de sus producciones.

Gráfica 9

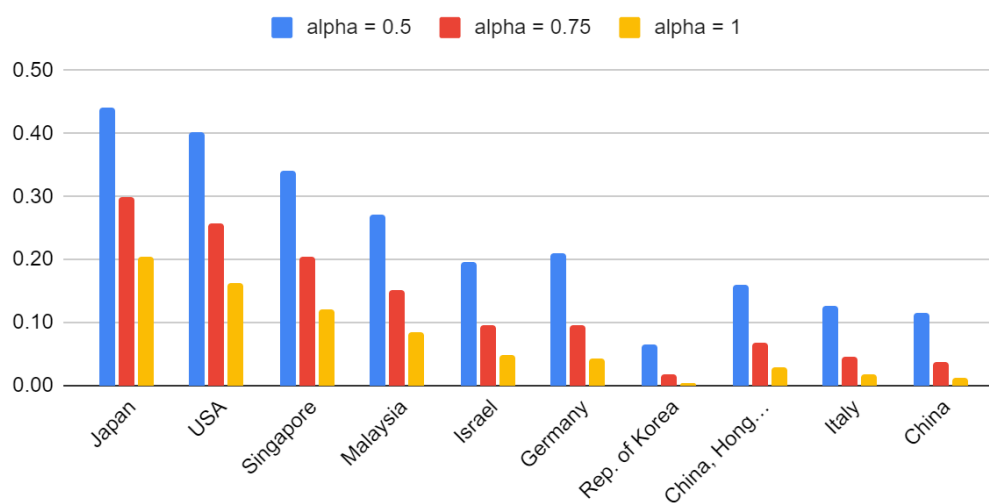


Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 10

Centralidad de Grado para la Clase 903

2018



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Para el cálculo del indicador de centralidad en la Clase 903, compuesta por los HS 903082 y 903141, se tomaron en cuenta los 20 países con mayor volumen de comercio dada la alta concentración que presentan estos bienes, es decir, al ser bienes especializados no existe una amplia gama de oferentes. En las gráficas 9 y 10 se representan los diez países más importantes para los años 2008 y 2018.

Observamos que entre ambos años han disminuido en general los valores del indicador, una primera consideración que nos indicaría la importancia cada vez mayor de la propia relación que de la cantidad de relaciones establecidas. Las posiciones presentan cambios significativos hacia los primeros puestos, dado que Estados Unidos cede el primer lugar y se ve rebasado por Japón, además de que existe una distribución mucho más normalizada en 2018 que en 2008, donde la diferencia entre puntajes era amplia.

La consolidación del comercio para 2018 presenta a Japón liderando, seguido por Estados Unidos y el bloque Singapur y Malasia, así como Israel y Alemania muy cercanos el uno del otro, tanto en indicador como en la influencia geográfica. China pareciera estar relegado al décimo puesto por ser, al mismo tiempo que uno de los principales exportadores,

uno de los clientes potenciales para los primeros lugares de esta clase.

En el Diagrama 5 podemos observar cómo la relación entre China y Hong Kong es sumamente estrecha, por ello podemos inferir que existe un rebote de mercancías entre ambas partes que terminan en la exportación de bienes intermedios o finales por parte de China, mucho más elaborados que las partes comerciadas entre ambos. Esta idea se fortalece si tenemos en cuenta que Hong Kong obedece en gran medida las directrices comerciales de China continental.

Dado que entre 2008 y 2018 China bajó de posición y pareciera que le cediera el lugar a Hong Kong, podemos deducir que existe una relegación de la producción de este bien hacia Hong Kong, o podría darse el caso de una especialización mayor, donde gran parte de estos bienes terminarían retornando a China una vez trabajada en Hong Kong.

Dicha partición del proceso productivo de bienes para el chequeo de los semiconductores obedece a lo planteado en el apartado anterior sobre la capacidad de un país tecnológico de diversificar la producción, donde en este caso dicha diversificación se da en términos del comercio de bienes variados circundantes a la industria de los semiconductores, en particular tres tipos: los bienes de capital para la manufactura de los semiconductores, los dispositivos semiconductores destinados a bienes mayores y, los bienes de capital para el chequeo de obleas y semiconductores.

De igual manera, esta diversificación dirige nuestra atención a lo planteado por Goes, y van Dijk (2012) en el *Capítulo 1*, donde nos hablan de cómo no solamente interesa la diversificación de las actividades *per se*, sino por la estrecha relación que guardan con la aportación al valor agregado de las mismas. Recordando, nos refieren a las actividades de empaquetado y cortado como actividades en el extremo de bajo valor agregado, y al diseño, la investigación y desarrollo, y la producción de waffers como actividades de alto valor agregado.

Si observamos las gráficas 7 y 8 podemos dar certeza de la solidez de la industria productora de los semiconductores en China, dado que es el HS 8541, dedicado a la producción de semiconductores destinados a bienes mayores, una actividad de alto valor agregado que requiere, en primer lugar, de la previa absorción de conocimientos destinados a la comprensión de la tecnología existente; en segundo lugar, maquinaria necesaria para la producción misma y personal calificado para su operación; y en tercer lugar, la modificación y/o el diseño de la nueva tecnología a partir de los conocimientos previos para la nueva producción. China cumple con los requisitos, convirtiéndose en líder comercial y tecnológico.

Además de ello, en breve ilustraremos la red del comercio de semiconductores para los países más importantes, y con ello, llegar a nuevas conclusiones que ayuden a reforzar las ideas sugeridas en el presente apartado.

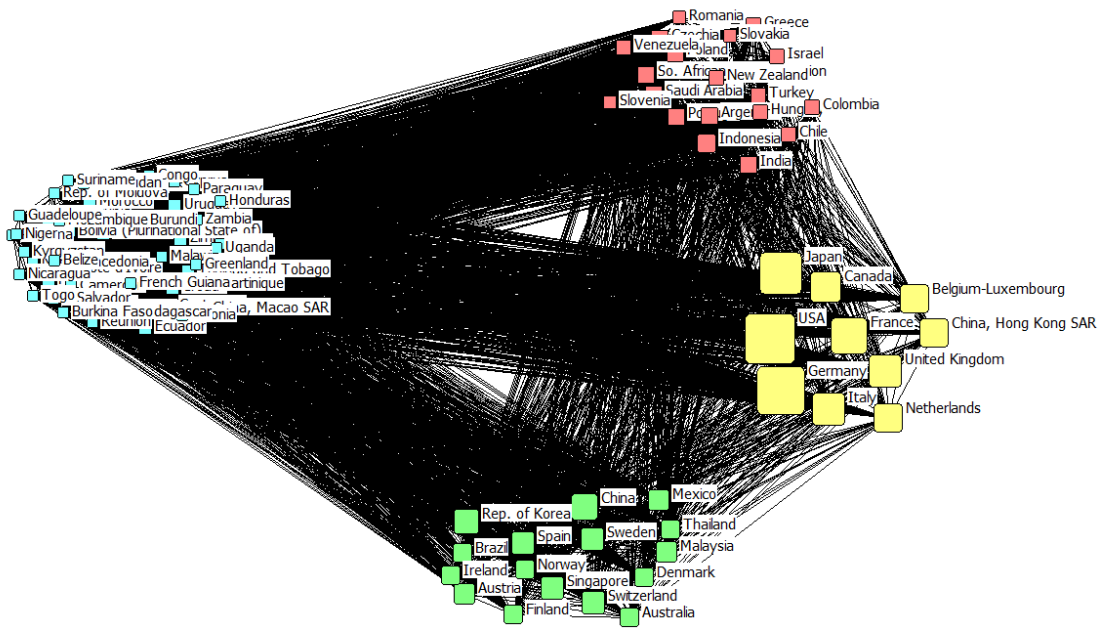
4.3.3 Análisis de clúster para el Comercio General y el Comercio de Semiconductores

A continuación, presentaremos las conclusiones gráficas de los análisis anteriores y, de igual manera, procederemos a explicar en suma las partes hasta ahora dispersas entre sí de los distintos indicadores calculados a lo largo de este capítulo.

Las siguientes son las gráficas resultado del análisis de clúster llevado a cabo donde el tamaño de cada nodo representa el comercio de exportaciones del país etiquetado; las líneas negras los vínculos dirigidos del comercio entre países; y los colores agrupan a los cuatro clusters obtenidos según el caso. Recordamos rápidamente que los clúster fueron obtenidos a partir del análisis de K-medias, con cuatro grupos escogidos a partir del ajuste y la repetición del cálculo.

Gráfica 11

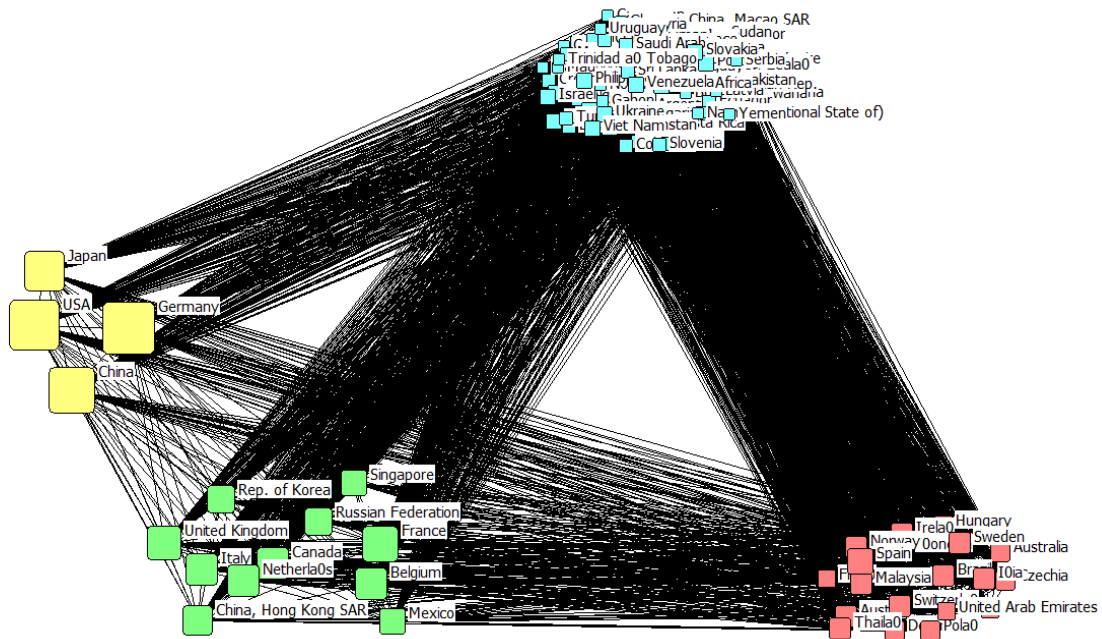
Comercio mundial, exportaciones de 1995.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 12

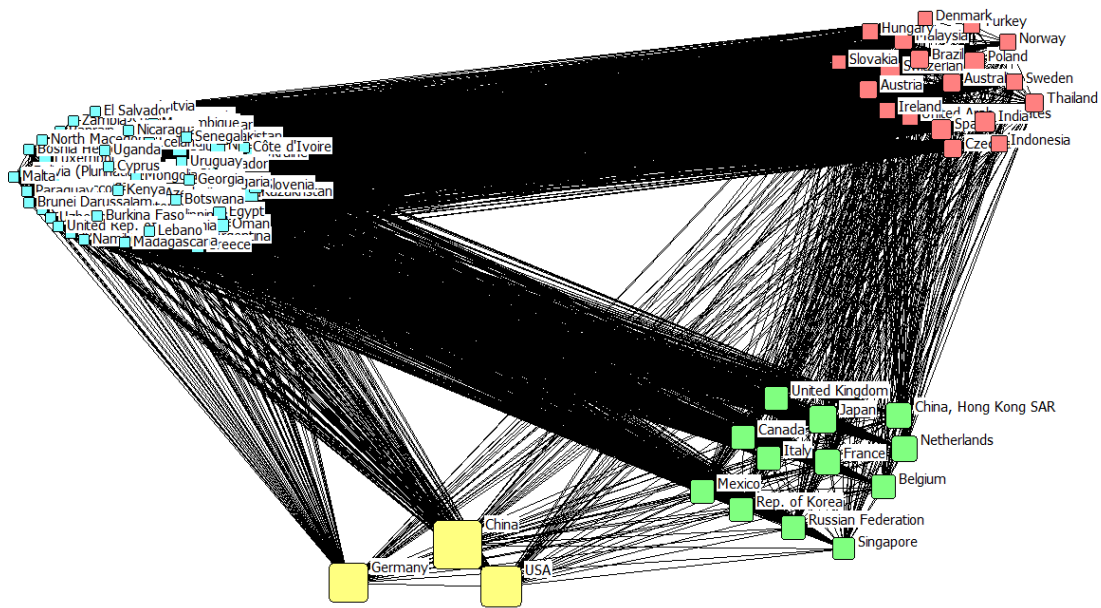
Comercio mundial, exportaciones de 2005.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 13

Comercio mundial, exportaciones de 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Comenzaremos analizando el cambio en la configuración del comercio mundial entre los años 1995, 2005 y 2018. El primer resultado observado entre las Gráficas 11, 12 y 13, es la polarización del comercio mundial. En la Gráfica 11, diez eran los países líderes que se agrupaban en el clúster color amarillo, donde sorprende la cercanía característica del comercio entre ellos, sobre todo entre Alemania, Estados Unidos y Japón, quienes lideraban el comercio mundial en 1995. Observamos la aparición de países del bloque europeo y de Hong Kong, cuyas dinámicas son muy parecidas entre sí y no presentan diferencias significativas entre ellos.

En un segundo clúster, color verde, observamos un bloque de países en desarrollo muy cercanos entre sí, de entre los cuales destaca China como líder, seguido de cerca por Corea del Sur. Por otro lado, países como México, Brasil, Tailandia, Malasia, Singapur, países europeos como Austria, Suiza, Dinamarca, y España, se encontraban disputando la permanencia en el clúster y la posible transferencia a un tercer clúster rosa, donde tenemos economías de todo el mundo.

Este tercer clúster guarda una relación estrecha con el cuarto clúster, color azul, dado

que es un clúster intermedio entre países aspiracionales al liderazgo comercial y países con muy poco comercio, de entre los cuales la gran mayoría son pertenecientes a la región de centroamérica y al continente africano. Observaremos cómo en los años siguientes, el clúster rosa no cambia significativamente de tamaño, reforzando la idea de un clúster intermedio o de paso; contrario al clúster azul, el cual se agranda hacia el último año del análisis, concentrando una mayor cantidad de países con un comercio mucho menor, muy probablemente dependientes de los flujos comerciales de los clúster de países líderes y los inmediatos a ellos (amarillo y verde).

En el gráfico 12, correspondiente al año 2005, vemos una diferencia significativa en los miembros de cada clúster, sobretodo en el clúster amarillo. Japón ha sido rebasado por China para entonces, y este último se acercaba muy rápidamente a Alemania y Estados Unidos. En los diez años entre el gráfico anterior y el presente podemos observar una polarización mucho mayor de los países líderes, al haberse reducido el número de integrantes del clúster amarillo de diez miembros a sólo cuatro.

De igual forma, el clúster verde, al que hemos llamado de *países aspirantes*, pasa de 16 miembros a sólo 11 entre 1995 y 2005. Destacamos a Hong Kong, Reino Unido, Canadá, Países Bajos, Francia, Italia, y Bélgica como los países que abandonan el clúster superior y se integran al inferior inmediato, y son estos quienes presentan los vínculos más fuertes y por ende el tamaño de sus nodos es mayor que el del resto de los países del clúster, de entre los cuales, es importante mencionar que México, Corea del Sur y Singapur son los únicos países que logran mantener su posición entre ambos años.

En el tercer clúster, color rosa, observamos algunos países del sureste asiático como Malasia y Tailandia, y el resto está compuesto por países europeos, salvo el caso de Emiratos Árabes, Australia y Brasil. Muchos de estos países, recordaremos, estaban integrados en el segundo clúster, color verde, para 1995, y fueron desplazados hacia 2005. El cuarto clúster,

color azul, crece y mantiene una mayoría de países africanos, de Asia central, y América.

Para 2018, representado en el gráfico 13, tenemos una concentración muy alta de las dinámicas del comercio en sólo tres países, de entre los cuales China es el líder en términos de volumen de comercio, cantidad de vínculos (socios comerciales), y fortaleza de los mismos, es decir, es el líder mundial en comercio. Seguido están Estados Unidos y Alemania, quienes han logrado mantenerse en la punta pero viéndose claramente superados por China.

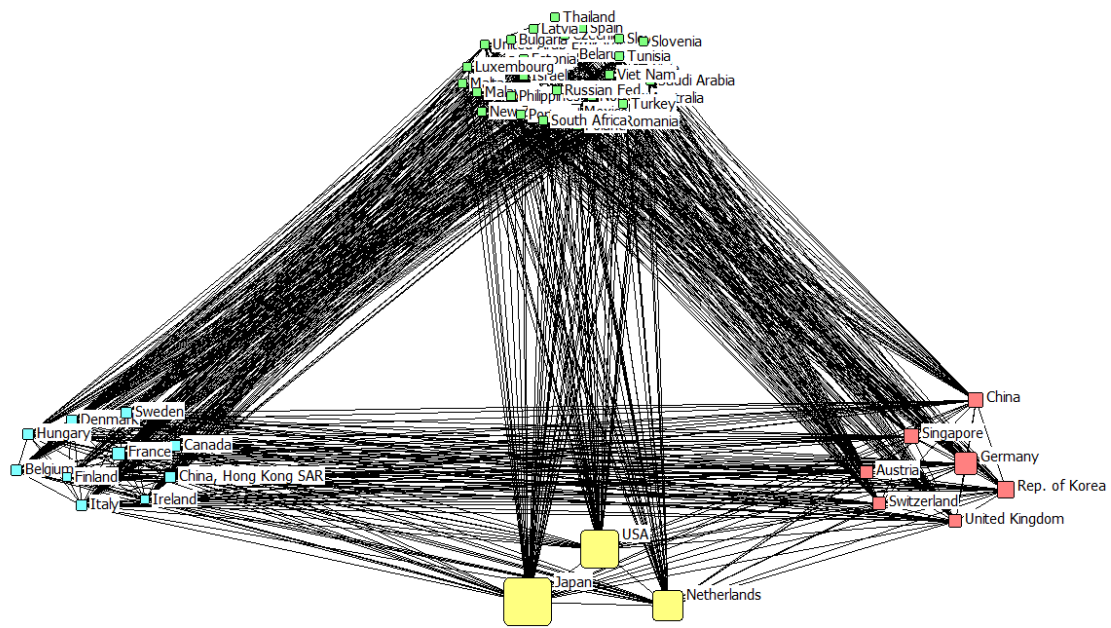
El segundo clúster, color verde, se mantiene intacto salvo por la anexión de Japón al grupo, quien fuera superado ya en 2005 por China, y ahora se encuentra en el liderato del segundo clúster, aunque cabe decir que no existe una diferencia significativa entre las características particulares de los miembros de este clúster.

El tercer y cuarto clúster presentan dinámicas parecidas a los años anteriores, salvo la aparición de una mayor cantidad de países dado el crecimiento del comercio mundial, que de igual manera, pertenecen a las regiones antes mencionadas en 2005.

A continuación, presentaremos las dinámicas comerciales por producto correspondientes al HS 8486, HS 8541 y la clase compuesta HS 903 (agregado del HS 903141 y HS 903082). Para el caso de las primeras dos claves se tomaron 50 países para la representación gráfica de la red, mientras que para el HS903 se tomaron 20 países al ser un bien de escasa producción en países de bajo nivel de industrialización. Sin embargo, los cálculos de centralidad de grado referentes al tamaño de los nodos y su significancia están calculados con respecto al total de la red, es decir, todos los países que tienen comercio del bien incluidos los 50 mostrados.

Gráfica 14

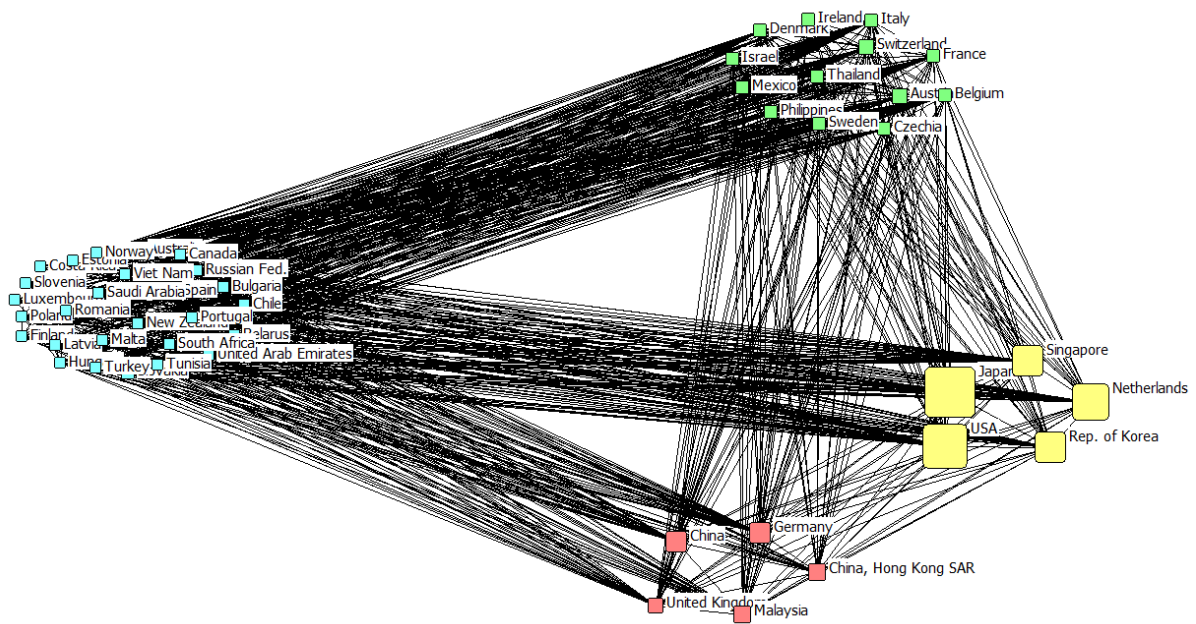
HS 8486, exportaciones de 2008.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 15

HS 8486, exportaciones de 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

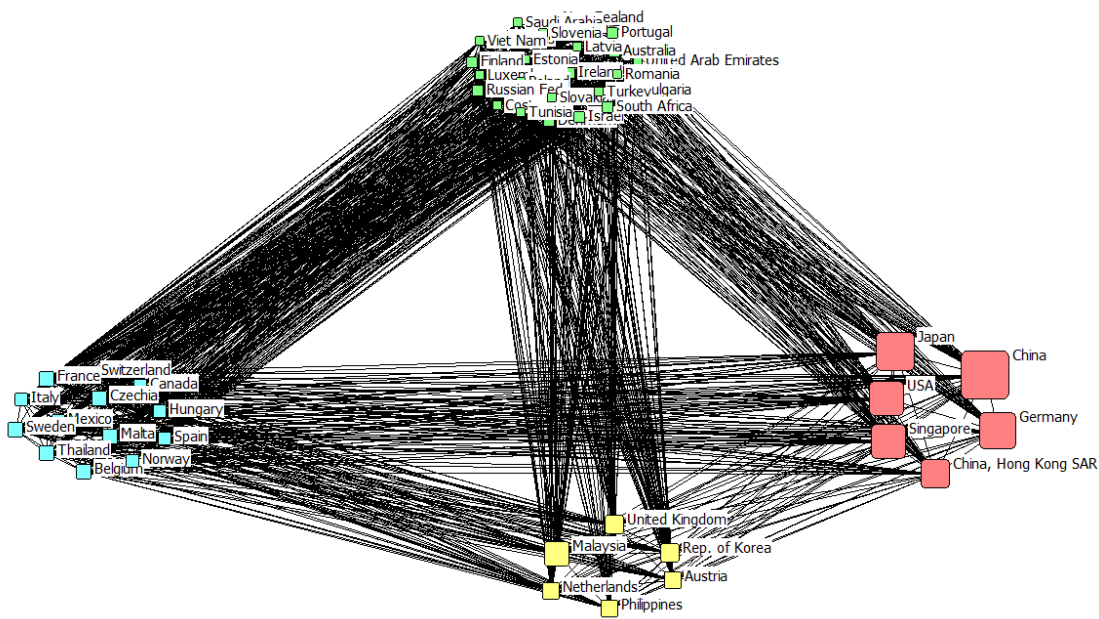
Entre la gráfica 14 y la gráfica 15 observamos dos series de movimientos interesantes donde, en primer lugar, tenemos la adición de Corea del Sur y Singapur, al clúster color amarillo en dónde se encuentran los países líderes, específicamente Japón, Estados Unidos, y Países Bajos, quienes están muy por sobre el volumen de comercio y de conexiones a

comparación de los países sucesivos. Este salto nos habla de una especialización mayor de estos países en la producción de máquinas para la fabricación de semiconductores.

En segundo lugar tenemos la consolidación de un segundo clúster, color rosa, donde los integrantes presentan una cercanía significativa entre ellos, de entre los cuales destacamos a China como líder del clúster, por sobre potencias productoras de este bien como Alemania, Hong Kong, Malasia y Reino Unido. Así, a pesar de ser líder en este cluster, no presenta señales de una pronta ascensión al siguiente clúster por la amplia diferencia con respecto a los países líderes.

Gráfica 16

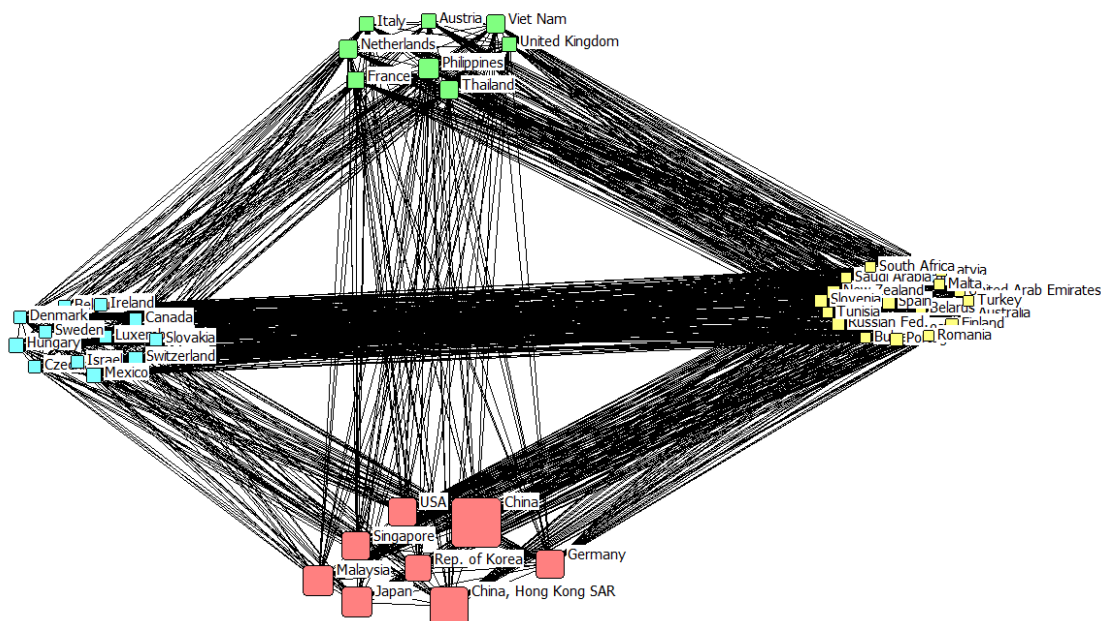
HS 8541, exportaciones de 2008.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 17

HS 8541, exportaciones de 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

El siguiente par de gráficas (Gráfica 17 y Gráfica 18) corresponden al HS 8541, diodos, transistores, y dispositivos semiconductores, para el ensamble de bienes mayores. Es en esta clase que China destaca muy por sobre sus competidores. En ambos años se posiciona en primer lugar; lo interesante es la fortaleza que ha desarrollado para 2018, donde además de crecer sus relaciones comerciales, también presenta vínculos más sólidos, creciendo el tamaño del nodo como representación de ello.

China es seguido por Hong Kong como segundo gran exportador del HS 8541 y se posicionan lejos de sus competidores más cercanos como lo son Malasia, Singapur, Japón, Alemania, Estados Unidos, y Corea del Sur. Además, en el diagrama 3 vimos cómo el principal socio comercial de China para esta clase es Hong Kong, consolidando así una dupla comercial muy fuerte que sería difícil de desintegrar o superar dada la cercanía geográfica, cultural, y política entre ambas partes.

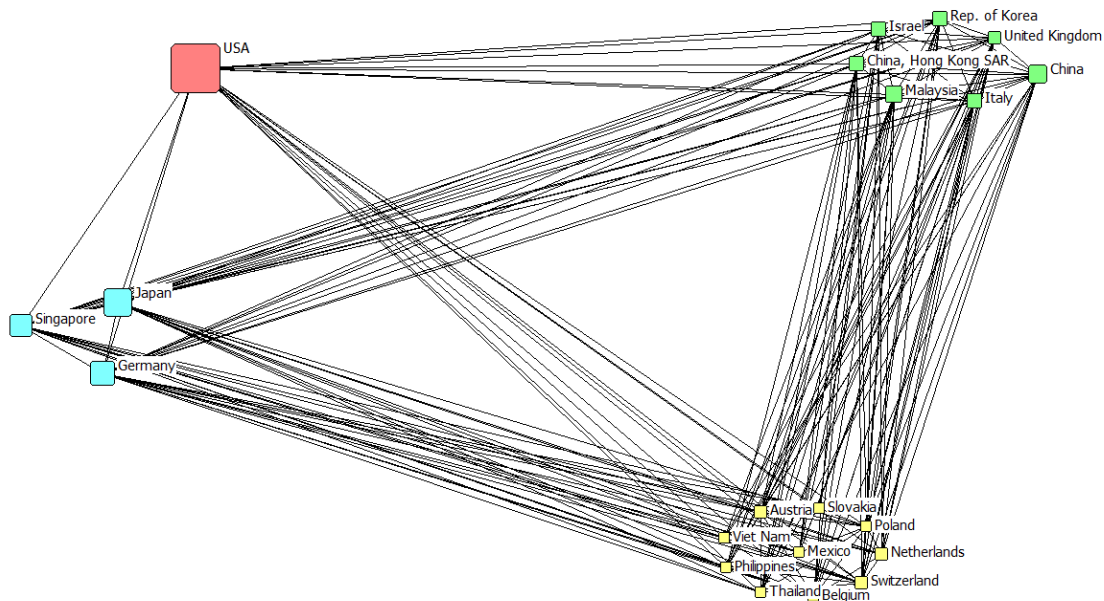
Posiblemente la región de Malasia y Singapur pudieran seguirle los pasos a China y Hong Kong en este sentido, sin embargo, el análisis de cadenas de valor llevado a cabo anteriormente en la sección 3.3 nos indica más bien que se trata de una región enclave

encargada de la fabricación para compañías propias de los países más grandes, por el contrario de China, cuyo poder de consolidación interna hace posible no sólo ser el primer gran exportador, sino también consolidar tecnologías propias.

Es decir, China tiene la gran capacidad de desarrollar alta tecnología, sobretodo en cuestión del diseño de semiconductores y la fabricación de los mismos como es evidente en esta clase, y es esta capacidad de actividades de alto valor agregado, más la gran planta productiva desde la cual exporta a la mayor cantidad de países por sobre sus competidores, y la fortaleza de estos vínculos con respecto al total mundial del comercio de semiconductores lo que la posiciona, hoy, en la punta de lanza del comercio y producción mundial de semiconductores.

Gráfica 18

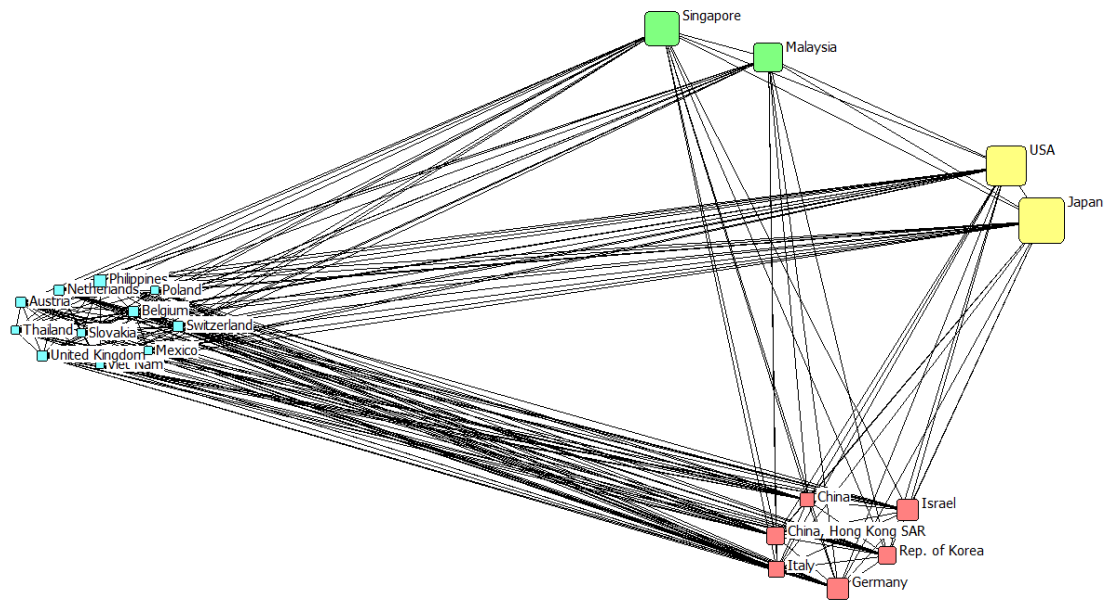
HS 903, exportaciones de 2008.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

Gráfica 19

HS 903, exportaciones de 2018.



Elaboración propia con datos obtenidos de COMTRADE (<https://comtrade.un.org/data>)

La clase HS 903, compuesta de máquinas para la inspección de obleas, semiconductores y retículas previos al proceso de fabricación de dispositivos semiconductores presenta una evolución interesante. En 2008, Estados Unidos se situaba muy por sobre cualquier competidor, tanto en volumen de comercio como en la fortaleza del mismo, era seguido por un clúster, color azul, de solamente tres países (Japón, Alemania, Singapur), muy alejados de la capacidad productiva del líder entonces.

Para 2018, Estados Unidos se ve superado por Japón en capacidad productiva y en la solidez de sus interacciones, además, pareciera que hubiera apostado al máster en estos bienes por sobre los demás, posiblemente aprovechando la cercanía geográfica con China y la gran demanda que existe de este país para la producción de sus semiconductores.

Un segundo clúster sigue muy de cerca los pasos del primero, es el caso de la región de Malasia y Singapur, los cuales han sido un enclave del cual hemos venido repitiendo su importancia. Nuevamente es en la producción de bienes de capital que destacan su participación, lo cual corresponde a una sólida especialización en ello dada la evidencia del análisis que hemos llevado a cabo.

Convendría seguir la pista a esta región y evaluar si esta especialización deriva en un

desarrollo tecnológico y upgrading, o si conllevaría a un estancamiento y una dependencia de la exportación de sus bienes hacia los países desarrollados, quienes hacen pleno uso de los mismos en las distintas etapas del proceso de fabricación de semiconductores.

China se mantiene en un tercer clúster con poco movimiento entre el periodo, y este hecho nos habla de cómo se ha preferido abandonar las actividades de poco valor agregado en el proceso de los semiconductores, recurriendo a la importación, en aras de consolidar una planta productiva de alta tecnología como lo vimos en el caso del HS 8541.

China apuesta a la modularidad, dado que son los bienes integrantes del HS 8541 aquellos que entrecruzan una amplia gama de industrias y aplicaciones diversas. La fortaleza en la producción de semiconductores destinados para bienes mayores también puede verse en el sentido inverso, el de los países importadores de semiconductores chinos, donde, como hemos visto en las gráficas 16 y 17, es el principal y más fuerte competidor, seguido de cerca por Hong Kong.

Esto nos habla de la preferencia de los países por los productos chinos dado que reflejan el estado del arte tecnológico del país, es decir, son evidencia de un nivel tecnológico alto, y por ende, resultado de la absorción previa de conocimientos y de la efectividad del sistema nacional de innovación chino, al menos, dentro del desarrollo tecnológico de los semiconductores.

Conclusiones

El objetivo de esta tesis era enfatizar la importancia del cambio tecnológico y la innovación en el reciente crecimiento de China y definir si existe o no posibilidades de continuar con la trayectoria actual a través de los resultados obtenidos; así también, una aportación al análisis del crecimiento a partir de la selección de variables de comercio para su incorporación al modelo de redes sociales.

La adopción de los semiconductores como industria analizada obedece a la asociación

de los mismos con la innovación; como revisamos a lo largo de los tres capítulos que componen este documento, primeramente la innovación obedece al conjunto de conocimientos teóricos y técnicos disponibles para el mejoramiento, modificación, o la transformación de la tecnología actual.

Seguido de ello, enfatizamos la necesidad de una coherencia en política económica para crear, fortalecer, e incentivar un sistema de innovación en el país y, con ello, crear el clima que permitirá la creación de nuevos paradigmas económicos a través de la innovación. En este caso se revisó el devenir de las políticas de apertura comercial a la par del casamiento de las mismas con las políticas de cambio tecnológico.

Al estar estrechamente relacionadas ambas magnitudes, pudimos llevar a cabo un análisis, paso por paso, de las magnitudes macroeconómicas de China, y en concreto del comercio de los semiconductores, vistas desde la óptica del cambio tecnológico, destacando la particularidad de la industria de semiconductores como una industria modular, es decir, cuyos bienes son transversales a otras industrias, y que son, a la vez que bienes finales, bienes intermedios destinados a bienes mayores (siendo aquí donde conciliamos la idea y la importancia de la modularidad).

Dada la pertinencia de China en el comercio mundial y la significancia de los semiconductores dentro de las industrias de alta tecnología, nos pareció pertinente y muy necesario contextualizar el papel que China juega en ambas magnitudes. Ambas obedecen a órdenes y motivos distintos, sin embargo, tienen un entrelazamiento estrecho cuando tomamos en consideración el rol que la especialización y el upgrading, en este caso en alta tecnología, tienen en el crecimiento y desarrollo del país en cuestión.

Por un lado, en términos generales, China se convirtió, al día de hoy, en el mayor exportador del mundo, rebasando en tiempo récord a sus rivales regionales y a potencias históricas, estando ahora muy por sobre sus competidores, y sin mostrar señales de que esto

cambie o revierta su tendencia de crecimiento. Además de ello, pudimos comprobar que el comercio de China está basado, en su gran mayoría, en la extensión de sus enlaces, es decir, en una filosofía de *vender a todos*, en otras palabras, se busca la manera de tener vínculos comerciales con la mayor cantidad de países posibles.

Esto, además, crea la necesidad de, como vimos en el segundo capítulo, no solamente exportar impensadamente, sino transitar fuera del estigma de China como *Fábrica del Mundo* exportador de bienes de bajo valor agregado y, con ello, establecerse como el nuevo centro de investigación y desarrollo, y producción de alta tecnología en el mundo.

Por consiguiente, China ha tomado una posición muy clara con respecto a qué produce, y lo vemos claramente en los resultados obtenidos del comercio de las tres clases de semiconductores que hemos escogido para el análisis, de los cuales el HS 8541, la clase que refleja los semiconductores como bien intermedio necesario para completar la arquitectura de un bien mayor, y de cierta forma obligado o destinado.

La especialización de China en esta clase en particular nos revela muchas conclusiones cruciales para el análisis, en concreto, acerca del estado del arte de la tecnología productora de semiconductores y, por consiguiente, causas y motivos de su notable posición en el comercio mundial revelando de manera aún más clara la naturaleza de la red de comercio.

En concreto, a través del HS 8541, encontramos a China como un país líder en su volumen de comercio, con la mayor cantidad de vínculos pero también con los vínculos más fuertes muy por sobre sus competidores, lo que refleja inmediata confianza en los semiconductores chinos, en consecuencia, resultado de las prácticas tecnológicas previas. Es una clara manifestación de los principios y bases teóricas mencionadas a lo largo del documento; cómo el sistema nacional de innovación, a través de políticas enfocadas a la absorción de conocimiento externo para la posterior manipulación y transformación del

mismo ha tenido grandes resultados, al grado de posicionar hoy a China, como un referente tecnológico a nivel mundial.

En suma, China sí cuenta con las capacidades, las instituciones, y los actores necesarios para lograr una exitosa política de cambio tecnológico, y, en el caso de los semiconductores como bienes intermedios, analizados a través de los vínculos de comercio y las características de la red misma, puede decirse que se ha logrado posicionar a la industria china ante y por sobre cualquier otra.

Bibliografía

Arthur, W. Brian. (2009). *The Nature of Technology: What it Is and How it Evolves*. Allen Lane.

Arthur, W. Brian. (2015). *The Economy Evolving as Its Technologies Evolve*. En Arthurh, W. Brian. *Complexity and the Economy*. Oxford University Press 2015

Barletta, Florencia., Pereira, Mariano., y Yoguel, Gabriel. (2014). De Schumpeter a los post-schumpeterianos: las viejas y nuevas dimensiones analíticas. En Barletta, F. [et. al]. *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, (pp. 33-49). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento; Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Boeing, Philipp., y Sandner, Philipp. (2011) : *The innovative performance of China's national innovation system*, Working paper series. Frankfurt School of Finance & Management, No. 158.

Chen, An. 2013. *The Voice from China*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013. pp.407-445.

Cohen, Wesley M.,y Levinthal, Daniel A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. En *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. (Mar., 1990). pp. 128-152.

Consultar para definiciones de las actividades de investigación:

www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2013-en/08/01/01/index.html?itemId=/content/chapter/factbook-2013-60-en

Fagerberg, Jan. (2010). The changing global economic landscape: the factors that matter En Sollow, Robert M., y Touffut, Jean-Philippe, *The Shape of the Division of Labour: Nations, Industries and Households*. (pp. 6-31). The Cournot Centre for Economics Studies Series.

Fu, Xiaolan. 2015. Innovation in China since the reforms: An overview. En Fu, Xiaolan. 2015. *China's Path to Innovation*. Cambridge University Press. pp.15-39.

Gao, Jian, y Liu, Xielin. 2014. China. En Kahn, Michael, de Melo, Luiz-Martins, de Matos, Marcelo G. Pessoa. 2014. *Financing Innovation*. Routledge. pp.163-200.

Goes, Paul, y van Dijk, Meiner Pieter. (2012). *Global Competition in the Semiconductor Industry: A Comparative Study of Malaysian and Chinese Semiconductor Value Chains* en van Dijk, Meiner Pieter, y Trienekens, Jacques [Eds.], *Global Value Chains: Linking Local Producers from Developing Countries to International Markets*. Amsterdam University Press.

Guan, Qingling, Xie, Xiang, Zhou, Jing. 2015. *The Influence of Government Policy on University Technology Transfer in China*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015.

Henderson, Rebeca M., Clark, Kim B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), Marzo de 1990, pp. 9.

Jin, Zongzhen, y Liu, Haibo. 2016. Invention Patents Are Not for Everyone: Developing Less Industrialized Regions in China with 'Light' Intellectual Property. En Prud'homme, Dan, y Song, H. (eds). 2016. *Economic Impacts of Intellectual Property-Conditioned Government Incentives*. Springer Science+Business Media Singapore 2016.

Lin, J. Yifu. y Yu, Miaojie. (2015). *Industrial Upgrading and Poverty Reduction in China*. En Naudé, Wim. [et al.] (2015). *Structural Change and Industrial Development in the BRICS*. Oxford University Press.

Lundvall, Bengt-Åke. (2016). National Innovation Systems and Globalization En Lundvall, Bengt-Åke, The Learning Economy and the Economics of Hope. Anthem Press.

Lundvall, Bengt-Åke., Johnson, Björn., Andersen, Esben Sloth., y Dalum, Bent. (2001). National systems of production, innovation and competence building. Department of Business Studies, Aalborg University.

Maluck, Julian, y Donner, Reik, V. 2015. A Network of Networks Perspective on Global Trade. PLoS ONE 10(7): e0133310. doi:10.1371/journal.pone.0133310

MarketLine. (2020). Global - Semiconductors. Abril 2020. C.R. MLIP3133-0003. Recuperado el 06 de Noviembre del 2020 desde: www.marketlineinfo.com.

Mazzacuto, Mariana. 2018. Mission-orientes innovation policies: challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change. 2018. Vol. 27. No. 5. pp. 803-815. Oxford.

Molnar, Margit, y Xu, Hui. 2019. Who patents, how much is real invention and how relevant? - A snapshot of firms and their inventions based on the 2016 SIPO China Patente Survey. Economics Department Working Papers. No. 1583. OCDE.

Opsahl, Tore, Agneessens, Filip, y Skvoretz, John. (2010). Node Centrality in Weighted Networks: Generalizing Degree and Shortest Paths. Social Networks - SOC NETWORKS. 32. 245-251. 10.1016/j.socnet.2010.03.006.

Organización de las Naciones Unidas. 6 de Mayo de 2016. Framework Convention on Climate Change, *The concept of economic diversification in the context of response measures. Technical paper by the secretariat.* Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/2016/tp/03.pdf>

Palacios, Octavio A., (2005). Los Evolucionistas o Neoschumpeterianos. CIECAS. Instituto Politécnico Nacional. Junio.

Patil, Asavari, Kumar, Vineet. (2020). Epitaxial wafer market for compound semiconductor: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2027. Allied Market Research. Recuperado el 06 de Noviembre del 2020 desde: www.alliedmarketresearch.com

Pelkmans, J. Intereconomics (2018). China's "Socialist Market Economy": A Systemic Trade Issue. doi: [10.1007/s10272-018-0764-1](https://doi.org/10.1007/s10272-018-0764-1)

Piccardi, Carlo, y Tajoli, Lucia. 2018. Complexity, centralization, and fragility in economic networks. PLoS ONE 13(11): e0208265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208265>

Rodríguez, M. (1995). Reformas económicas en China : de una economía socialista a una economía de mercado. Estudios de Asia y África, 30(2), 357-377. Recuperado de <https://estudiosdeasiayafrika.colmex.mx/index.php/ea/article/view/1391/1391>

Romera, Felipe. (2017). Una aproximación histórica y apasionada al sistema de innovación andaluz desde el parque tecnológico de andalucía. Discursos y conferencias de académicos. Académica Andaluza de Ciencia Regional. Recuperado de: <http://www.acacr.es/discursos/2017-4%20Discurso%20Felipe%20Romera.pdf>

Schumpeter, Joseph A. (1997). Teoría del desenvolvimiento económico: Una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico (Jesús Prados Arrarte, trad.). México: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1944). pp.76.

Tewari, Divyanshi, Kumar, Vineet. (2020). Compound semiconductor market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2027. Allied Market Research. Recuperado el 06 de Noviembre del 2020 desde: www.alliedmarketresearch.com

Tokyo Electron. 2020. *How Semiconductor is made*. Nanotec Museum. Recuperado el 23 de Junio del 2020 de <https://www.tel.com/museum/exhibition/process/process1.html>

Van Someren, Taco C.R., y van Someren-Wang, Shuhua. 2013. Innovation Policies in China, the USA, and the EU. En Van Someren, Taco C.R., van Someren-Wang, Shuhua. 2013. Innovative China: Innovation Race Between East and West. Springer-Verlag Berlin

Heidelberg 2015.

Vence, Xavier D. (1995). Innovación y Desarrollo Económico: La Inflexión Schumpeteriana. En Vence, Xavier D., *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, (pp. 106-116). Siglo Veintiuno de España Editores, S.A.

VerWey, John. (2019). Chinese Semiconductor Industrial Policy: Past and Present. *Journal of International Commerce and Economics*. Julio de 2019. Recuperado el 06 de Noviembre del 2020 desde: <https://www.usitc.gov/journals>

Xiao, Hao, Sun, Tianyang, Meng, Bo, Cheng, Lihong. 2017. Complex Network Analysis for Characterizing Global Value Chains in Equipment Manufacturing. PLoS ONE 12(1): e0169549. doi:10.1371/journal.pone.0169549

Yoguel, Gabriel., Pereira, Mariano-Alberto, y Barletta, Florencia. (2017). Los aportes de tres corrientes evolucionistas neoschumpeterianas a la discusión sobre políticas de innovación. *Rev. Bras. Inov, Campinas (SP)*, 16 (2), Julio-Diciembre. pp. 381-404.