



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

La competencia entre Estados Unidos y China.

El caso de los semiconductores (2000-2021).

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Pablo Izcoatl López Fosado

TUTOR:

Dr. Enrique Dussel Peters

Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dra. Yolanda Trápaga Delfín

Facultad de Economía, UNAM

Dra. Seyka Verónica Sandoval Cabrera

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Jorge Basave Kunhardt

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Dr. Sergio Efrén Martínez Rivera

Facultad de Economía, UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción General.....	6
Capítulo 1. Marco teórico del comercio internacional y la metodología de las cadenas globales de valor ..	9
1.1 Antecedentes de la teoría del comercio internacional	10
1.1.1 Modelo de David Ricardo	10
1.1.2 Modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson (HOS).....	11
1.1.3 Economías de escala.....	13
1.1.4 Modelo de competencia imperfecta	14
1.1.5 Comercio intra-industria	15
1.2 Las cadenas globales de valor	16
1.2.1 Competitividad sistémica.....	19
1.2.2 Endogeneidad territorial.....	20
1.3 Conclusiones preliminares.....	20
Capítulo 2. La cadena global de valor de semiconductores (CGVS) en el contexto de las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China.....	24
2.1 ¿Qué es un semiconductor y cuál es su clasificación?	24
2.1.1 Semiconductores lógicos	25
2.1.2 Semiconductores de memoria	26
2.1.3 Semiconductores discretos, análogos y otros (DAO).....	26
2.2 La cadena global de valor de los semiconductores (CGVS).....	27
2.2.1 Segmento superior; investigación y desarrollo (I+D) precompetitivo.....	28
2.2.2 Segmento intermedio: diseño y fabricación	29
2.2.3 Segmento inferior: ensamble, pruebas y embalaje	31
2.2.4 Descripción del valor agregado por segmento de la CGVS	32
2.3 Modelos de negocios de la CGVS.....	32
2.4 Competencia de Estados Unidos en las etapas de la CGVS	34
2.5 Competencia de China en las etapas de la CGVS	38
2.6 Competitividad por país en la cadena global de valor de semiconductores	41
2.7 Políticas de inversión en la CGVS de Estados Unidos y China.....	42
2.12 Conclusiones preliminares.....	48
Capítulo 3. El comercio internacional en la CGVS 2000-2021	53
3.1 Definición de la CGVS en el Sistema Armonizado	53
3.2 Comercio de EU y China con el mundo de la CGVS.....	56
3.2.1 Tendencias generales del comercio de EU y China con el mundo por partida	59
3.3 Comercio bilateral entre Estados Unidos y China de la CGVS	62
3.3.1 La CGVS de EU con China	63
3.3.2 La CGVS de China con EU	64
3.4 Tendencias de las principales subpartidas importadas por China de Estados Unidos	66

3.5 Principales tendencias en las importaciones de China desde 8 países seleccionados	67
3.5.1 Importaciones de China; partida 8486 (equipo de fabricación de semiconductores).....	69
3.5.2 Importaciones de China; partida 8541 (dispositivos semiconductores).....	71
3.5.3 Importaciones de China de la partida 8542 (circuitos electrónicos integrados).....	72
3.6 Importaciones de la CGVS de China como país destino	74
3.7 Conclusiones preliminares.....	74
Capítulo 4. Conclusiones Generales	77
Bibliografía.....	84

Índice de anexos, cuadros, esquemas, figuras y gráficas

Anexo 1	90
Anexo 2	90
Anexo 3	91
Anexo 4	94
Anexo 5	96
Anexo 6	99
Cuadro 1. Valor añadido por segmento de la CGVS 2019	32
Cuadro 2. Modelo de negocios por capacidad industrial y ventas de la CGVS	33
Cuadro 3. Principales compañías de semiconductores IDM y <i>fabless</i> por ingreso en 2018.....	35
Cuadro 4. Principales compañías de herramientas de diseño de semiconductores por ingreso 2018	36
Cuadro 5. Principales compañías OSAT por ingreso en 2018	40
Cuadro 6. Competitividad por países en la CGVS.....	41
Cuadro 7. Fondos públicos de inversión en la CGVS de EU y China	42
Cuadro 8. Políticas industriales orientas a la CGVS de la Unión Europea, Corea del Sur y Japón	43
Cuadro 9. Principales acciones de EU hacia China en la guerra tecnológica	45
Cuadro 10. Acuerdos entre gobiernos liderados por Estados Unidos de la CGVS	46
Cuadro 11. Acuerdos entre gobiernos liderados por China de la CGVS	47
Cuadro 12. Valor agregado de la CGVS de EU y China (2019-2021).....	47
Cuadro 13. Estados Unidos estructura exportadora e importadora al mundo de las partidas de la CGVS (2000-2021) (en porcentaje)	60
Cuadro 14. China estructura exportadora e importadora de las partidas de la CGVS (2000-2021) (por porcentaje).....	61
Cuadro 15. Intercambio bilateral entre EU y China de la CGVS (2021).....	62
Cuadro 16. Comercio de EU con China como porcentaje del total de la CGVS de EU (2000-2021) (en porcentaje).....	64
Cuadro 17. Comercio de China con EU como porcentaje del total de la CGVS de China (2000-2021) (en porcentaje).....	65
Cuadro 18. Importaciones de China provenientes de países seleccionados como porcentaje de su total de importaciones de la CGVS (partidas 8486, 8541 y 8542) (2000-2021)	69
Cuadro 19. Importaciones de China provenientes de países los seleccionados como porcentaje de su total de importaciones de la partida 8486 de la CGVS (2007-2021)	70
Cuadro 20. Importaciones de China provenientes de países seleccionados con respecto al total de sus importaciones de la partida 8541 de la CGVS (2000-2021)	72
Cuadro 21. Importaciones de China provenientes de países seleccionados con respecto al total de sus importaciones de la partida 8542 de la CGVS (2000-2021)	73
Cuadro 22. Tratado de libre comercio China y Corea del Sur	80

Esquema 1. Una simple cadena de valor en cuatro pasos básicos	19
Esquema 2. Segmentos de la cadena global de valor de semiconductores	27
Esquema 3. Proceso de fabricación de semiconductores por etapas y los productos del Sistema Armonizado producidos en ellas	55
Figura 1. Las seis dimensiones del análisis de las CGV	18
Gráfica 1. Exportaciones totales de EU y China de la CGVS en MDD (2000-2021)	57
Gráfica 2. Importaciones totales de EU y China de la CGVS en MDD (2000-2021)	57
Gráfica 3. EU: porcentaje de las exportaciones de la CGVS con respecto al total de sus exportaciones (2000-2021)	59
Gráfica 4. China: porcentaje de las exportaciones de la CGVS con respecto al total de sus exportaciones (2000-2021)	59
Gráfica 5. EU: porcentaje de las importaciones de la CGVS con respecto al total de sus importaciones (2000-2021)	59
Gráfica 6. China: porcentaje de las importaciones de la CGVS con respecto al total de sus importaciones (2000-2021)	59
Gráfica 7. Cinco principales subpartidas importadas por China desde EU como porcentaje de las importaciones totales de la CGVS en 2021.....	67
Gráfica 8. China: importaciones de la partida 8486 (porcentaje sobre las importaciones mundiales) (2007-2021)	74
Gráfica 9. China: importaciones de la partida 8541 (porcentaje sobre las importaciones mundiales) (2000-2021)	74
Gráfica 10. China: importaciones de la partida 8542 (porcentaje sobre las importaciones mundiales) (2000-2021)	74

Introducción General

La industria de semiconductores ha cobrado una relevancia significativa entre las empresas, conglomerados y naciones que compiten de manera intensa por la innovación tecnológica. Los semiconductores han sido la base de profundos cambios productivos, por ejemplo, en la automatización de procesos industriales, telecomunicaciones, en el desarrollo de equipo médico, tratamientos, vacunas, equipo militar entre otros. A la vez, dichos dispositivos representan un componente esencial para una amplia gama de productos electrónicos de uso masivo como computadoras personales, teléfonos inteligentes, automóviles, y de tecnologías como el 5G, Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas.

Aunado a la notoria rentabilidad de la industria de semiconductores (Burkacky et al. 2021, Mari Tottoc 2021), existen grandes barreras a la entrada. Es decir, para construir una planta que manufacture semiconductores, son necesarias enormes sumas de dinero lo que implica, casi necesariamente, el financiamiento público en las compañías de la industria. Un reporte de la OECD calcula que entre 2014 y 2018, al menos 21 grandes firmas de semiconductores de Estados Unidos (EU), Corea del Sur, China y otros, recibieron un monto superior a los \$50,000 millones de dólares en apoyos gubernamentales (OECD 2019).

China, el mayor eje de fabricación de electrónica (Varas et al. 2021: 42) y el mayor consumidor de semiconductores del planeta desde 2005 (IC Insights 2021), ha priorizado el escalamiento¹ en la cadena global de valor de semiconductores hasta llegar a un nivel umbral de autosuficiencia

¹ Para un análisis más detallado del escalamiento tecnológico de China medido por su canasta de exportaciones desde la década de 1990, véase (Rodrik 2006).

producida con fuentes nacionales (State Council 2015:17) y desde 2014, ha impulsado un ambicioso plan para lograrlo.

Hay un conjunto de países con presencia significativa en la industria de semiconductores, entre ellos, EU que tiene ventajas importantes sobre actividades intensivas en investigación y desarrollo, pero que ha visto erosionada su capacidad de manufactura la cual pasó de 37% a principios de la década de 1990, a solo 12% hoy en día (SIA 2022). EU ha echado andar una serie de medidas comerciales y programas de financiamiento público para proteger e incrementar sus capacidades en la industria en pugna directa con China, uno de sus principales competidores.

Por lo anterior, este trabajo pretende analizar la competencia de las importaciones en el mercado de semiconductores de China, en particular, las provenientes de EU en el periodo 2000-2021 y mostrar si ha existido un desplazamiento de dichas importaciones comprobando que ha habido un escalamiento cuantitativo y cualitativo de China en la cadena global de valor de semiconductores (CGVS). Específicamente, la necesidad de explorar esta CGV emerge de la importancia de los semiconductores como parte fundamental de maduras y nuevas tecnologías, así como de la competencia entre potencias en esta cadena.

Para cumplir el objetivo se presentan cuatro capítulos. En el primero, se presenta el marco teórico y metodológico haciendo una revisión que permita analizar el comercio internacional globalizado de hoy. Se revisarán las teorías hegemónicas convencionales como la teoría de David Ricardo y el modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson. Se abordarán otros enfoques del comercio más allá de las teorías tradicionales como las economías a escala, el modelo de competencia imperfecta y el comercio intra-industria. Se introducirán las CGV como enfoque metodológico

y su importancia en el entendimiento del comercio internacional moderno. Finalmente, se brindarán las conclusiones preliminares del capítulo.

En el segundo capítulo, se presenta una revisión bibliográfica de la CGVS. Primero, estableciendo por definición qué es un semiconductor y sus características, los segmentos que conforman la CGVS y un análisis de los segmentos que dominan las potencias involucradas en este trabajo. Además, se analizan los mecanismos que utilizan los países para escalar en los segmentos de la CGVS con las consecuencias comerciales correspondientes.

En el tercer capítulo se presenta un análisis estadístico con las principales características del comercio global de semiconductores, las características de las importaciones y exportaciones entre EU y China en el periodo 2000-2021, tomando como base el análisis de las partidas 8486, 8541 y 8542 con sus respectivas subpartidas a seis dígitos del Sistema Armonizado.

Por último, el capítulo final integrará las conclusiones sobre los escenarios que se recogieron a lo largo del trabajo y plantear algunas discusiones sobre el futuro de la CGVS en el marco de las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China.

Capítulo 1. Marco teórico del comercio internacional y la metodología de las cadenas globales de valor

La interdependencia geográfica de la producción, los flujos de inversión extranjera, el rol de las multinacionales y la capacidad de inversión del sector público en industrias globales, los acuerdos y bloqueos comerciales, la estructura territorial, las políticas industriales entre otros factores, complejizan el estudio del comercio internacional contemporáneo.

Como se estableció en la introducción general, en este capítulo se discutirán estructuras clásicas y neoclásicas (Modelo de Ricardo y HOS respectivamente). Estas han sido las más socorridas en temas de comercio internacional en el ámbito académico por sus aportaciones basadas en el intercambio de bienes terminados y la especialización de los países en la producción disímil de productos y sus ventajas comparativas. Se revisará, también, la nueva teoría del comercio (economías de escala y competencia imperfecta) por su relevante aporte teórico complementario al modelo HOS. Además, será importante mencionar el comercio intra-industria debido a la contradicción explícita a buena parte de la teoría del comercio convencional al incorporar el análisis del intercambio simultáneo de dos países en bienes propios de la misma industria.

Las CGV examinadas hacia la parte final del capítulo (con sus limitantes), conforman un marco metodológico de interés en aras de comprender aspectos locales, regionales y globales que integran el proceso de producción de las firmas, elementos que afectan el comercio internacional y que las teorías mencionadas arriba pudieran dejar fuera de su análisis.

Así, la estructura de este capítulo se divide en tres. Primero, en el siguiente subcapítulo se abordarán los antecedentes de la teoría del comercio internacional, empezando por el modelo ricardiano y en el segundo apartado el modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson. En el tercer y cuarto

apartado se abordan las nuevas teorías del comercio, economías de escala y competencia imperfecta, respectivamente. En el quinto apartado, se describirá el comercio intra-industria. En el segundo subcapítulo se aborda la metodología de análisis de las CGV y aspectos metodológicos complementarios. Y, en el último subcapítulo, se brindan las conclusiones preliminares.

1.1 Antecedentes de la teoría del comercio internacional

1.1.1 Modelo de David Ricardo

Hace más de doscientos años, a principios del siglo XIX David Ricardo realiza una de las primeras aproximaciones de la teoría económica clásica en la que sostiene que el comercio internacional se debe, fundamentalmente, a las diferencias de la productividad del trabajo (Krugman y Obstfeld 2006).

Específicamente, el modelo ricardiano introdujo el concepto de ventaja comparativa en la elaboración de un bien, cuando el costo de su producción en términos de otros bienes es inferior en un país de lo que lo es en otros países. De esa forma, en un sistema de comercio internacional perfectamente libre cada país dedicará lógicamente su capital y su trabajo a aquellas producciones que son las más beneficiosas para él (David Ricardo 1817:115).

Krugman asegura que el patrón de comercio tenía mucho sentido en cuanto a la ventaja comparativa clásica al examinar la Gran Bretaña en vísperas de la Primera Guerra Mundial. Es decir, una nación densamente poblada con abundante capital, pero con escasas tierras, productos manufacturados exportados e importaciones de materia prima (Krugman 2009).

El modelo de Ricardo plantea los siguientes supuestos para introducir el papel de la ventaja comparativa en el patrón del comercio internacional: 1) Dos países y dos bienes, 2) El trabajo

como único factor de producción el cual es móvil al interior del país pero sin libre movilidad entre países, 3) La tecnología de la economía del país está dada por la productividad del trabajo en cada industria, 4) La tasa salarial de cada sector será igual al valor de lo que produce cada trabajador en una hora, 5) No existen costos de transporte ni trabas en el comercio (Krugman y Obstfeld 2006).

En suma, el modelo ricardiano determinará, que cada país produzca bienes de diferentes industrias en los que tenga ventajas comparativas, como lo dijo David Ricardo (1817:115) “que el vino se elabore en Francia y Portugal, el cereal se cultive en América y Polonia y los productos de ferretería y otros se fabriquen en Inglaterra.”

1.1.2 Modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson (HOS)

Derivado de la idea de la ventaja comparativa, el modelo HOS plantea que dicha ventaja estará determinada por la abundancia relativa de los factores de producción entre países. Es decir, un país exportará el bien que utiliza intensivamente el factor que es relativamente abundante en ese país y que se refleja en una diferencia de precios de los bienes entre países en una situación de autarquía, es decir, antes de que se produzca el comercio (León 2000:6).

En este modelo los supuestos son los siguientes: 1) Existen dos países, dos bienes y dos factores de producción, capital y trabajo, 2) Existe libre comercio y completa movilidad internacional de los bienes, no existen costos de transporte, ni otra traba para el comercio, 3) Perfecta movilidad de factores dentro del país, pero nula movilidad de factores entre países,

4) Idénticas demandas relativas de bienes entre ambos países ante iguales precios relativos, 5) Igual tecnología y diferencia en dotación de recursos. Un país tiene abundancia de trabajo y el otro de capital, 6) Rendimientos constantes a escala en el modelo en su forma simple, y

decrecientes cuando el factor aumenta y el resto se mantiene constante, 7) La intensidad de uso de los factores es la misma, cualquiera que sea el precio de los factores, 8) Competencia perfecta, los mercados de bienes y de factores se vacían a los precios de equilibrio.

Entonces, la producción de cada bien utiliza los factores productivos con diferente intensidad, supongamos lo siguiente:

L. Es la oferta de trabajo de la economía.

T. es la Oferta de tierra en la economía

a_{Lt} . Es la cantidad de trabajo que se utiliza para producir tela.

a_{Tt} . Es la cantidad de tierra que se utiliza para producir tela.

a_{La} . Es la cantidad de trabajo que se utiliza para producir alimentos.

a_{Ta} . Es la cantidad de tierra que se utiliza para producir alimentos.

$$\frac{a_{Lt}}{a_{Tt}} > \frac{a_{La}}{a_{Ta}} \dots (1)$$

La fórmula anterior manifiesta que la relación entre el trabajo y la tierra utilizadas en la producción de telas, por ejemplo, es mayor que la relación entre el trabajo y la tierra utilizadas en la producción de alimentos (Krugman y Obstfeld, 2006: 56).

Con base en este modelo se pueden desprender las siguientes conclusiones: Ante un aumento de un factor (por ejemplo, el trabajo), la producción de un bien (X), que utiliza más en términos relativos dicho factor, aumentará más que proporcionalmente si se mantienen los precios constantes. Esto, a su vez, provocará una disminución en términos absolutos en la producción del otro bien (Y), el cual utiliza el factor capital de forma más abundante en términos relativos. Esto conducirá a que la expansión de las posibilidades de producción de cada país sea de forma sesgada (Cárdenas Castro 2009:8).

En 1948, Samuelson aportó el teorema de igualación de precios de los factores a este modelo, el planteamiento del teorema es que, si hay libre comercio de bienes, entonces se dará la igualación de los precios de los factores. Por ello, al modelo se le conoce como Heckscher-Ohlin-Samuelson (Fragoso Castañeda 2017:14).

1.1.3 Economías de escala

Los modelos basados en la ventaja comparativa parten de un supuesto de rendimientos constantes a escala. No obstante, en la práctica, muchas industrias se caracterizan por tener economías de escala. En otras palabras, la presencia de rendimientos crecientes se da cuando al duplicar los factores de producción de una industria provoca que la producción aumente más del doble (Krugman y Obstfeld 2006:120).

Una característica particular de las economías es que el incremento de la producción descrita anteriormente conlleva una caída de los costos medios. Para analizar los efectos de las economías de escala sobre la estructura de mercado, es necesario clarificar qué tipo de incremento de la producción es necesario para reducir el costo medio. Las economías a escala se clasifican en economías de escala externas y economías de escala internas. Las economías de escala externas se producen cuando el costo unitario depende del tamaño de la industria, pero no necesariamente del tamaño de cada una de sus empresas. Las economías de escala internas se producen cuando el costo unitario depende del tamaño de una empresa individual, pero no necesariamente del de la industria (Krugman y Obstfeld 2006:121).

Para Krugman y Obstfeld (2006:122) la industria en la que solo existan economías a escala externas (en las que no hay ventaja de gran tamaño entre empresas) estará formada por muchas empresas pequeñas y serán de competencia perfecta, las economías de escala internas, por el

contrario, proporcionan a las grandes empresas una ventaja de costos sobre las pequeñas y conduce a una estructura de mercado de competencia imperfecta.

1.1.4 Modelo de competencia imperfecta

El asumir imperfecciones de mercado (lo cual viola uno de los supuestos de los modelos clásicos de competencia perfecta) da lugar para discutir, entre otras, la teoría de la competencia imperfecta. Este tipo de competencia caracteriza tanto a las industrias en las que existen sólo unos pocos productores muy importantes, como a las industrias en las que los consumidores perciben el producto ofrecido por cada productor como un producto diferenciado de los de las empresas rivales (Krugman y Obstfeld 2006:122).

En el extremo, encontramos el caso del monopolio puro y a partir de este se derivan otros análisis como el del oligopolio y la competencia monopolística que llevan a comprender el caso de la diferenciación del producto. Características del monopolio puro: La existencia de un único productor de un tipo de producto, la demanda a la que se enfrenta el productor es la demanda de la industria en su totalidad, y su curva tiene pendiente negativa lo que indica que la empresa sólo puede vender más unidades del producto si el precio de este desciende. Consecuentemente, el ingreso marginal para el monopolista es siempre menor que el precio (siempre situado por debajo de la curva de demanda). La relación entre ingreso marginal y el precio depende de dos factores: de la cantidad de productos que la empresa ya este vendiendo, y de la pendiente de la curva de demanda (la elasticidad de la demanda), la cual indica cuánto el monopolista debe reducir su precio para vender una unidad adicional (León 2000: 16).

Una empresa que obtiene altos beneficios atrae normalmente a competidores. Así, las situaciones de monopolio puro son raras en la práctica (Krugman y Obstfeld 2006). Por lo cual es pertinente hablar la diferenciación del producto y después recalcar en la competencia monopolística.

La diferenciación del producto según León (2000: 17) pueden venir de dos grandes fuentes. La primera de ciertos rasgos del producto mismo como; patentes exclusivas, marcas registradas, marcas industriales, forma de presentación, o particularidades de calidad, diseño, color o estilo. Y, la segunda fuente de diferenciación surge de las condiciones en que se vende la mercancía, por ejemplo, la localización del vendedor, el aspecto, reputación y atención del establecimiento, facilidades de pago y la falta de información sobre sus sustitutos.

La competencia monopolística, por otro lado, tiene dos supuestos fundamentales. El primero consiste en suponer que cada empresa puede diferenciar su producto del de sus rivales. Es decir, esta diferencia le garantiza a la empresa un monopolio en su producto particular dentro de una industria aislada en cierta medida de la competencia. Y, el segundo, supone que cada empresa acepta los precios de sus rivales como dados. Por lo que, este modelo supone que, aunque cada empresa se enfrenta en realidad a la competencia de otras empresas se comporta como si fuese un monopolista (Krugman y Obstfeld 2006:125-126).

Lo anterior da la pauta para justificar la existencia del comercio internacional con base en la diferenciación del producto. Es decir, un productor exporta incluso tratándose de una clase de bienes que ya se producen en el país importador (León 2000:18) lo cual nos coloca en la posibilidad de hablar del comercio intra-industria.

1.1.5 Comercio intra-industria

Múltiples estudios durante la década de 1960 encontraron que las importaciones y las exportaciones simultáneas de bienes de la misma industria ya eran relativamente altas durante la última parte de la década de 1950 (Grubel y Lloyd 1975).

Los vacíos de las principales corrientes del comercio, sus supuestos y afirmaciones en torno a, por ejemplo, la producción de un solo producto perfectamente homogéneo (comercio inter-industria), la competencia perfecta, los retornos constantes a escala, el tamaño de las plantas de producción y sus costos asociados, entre otros, encontraban serias dificultades en la evidencia empírica para mantenerse (Grubel y Lloyd 1975).

El comercio intra-industria se define como las exportaciones de una industria que se igualan con el valor correspondiente al de las importaciones, o viceversa.

Grubel y Lloyd (1975) desde la década de 1970, afirmaron que, aunque este tipo de comercio no era nuevo, el concepto de comercio intra-industria y su medición estadística eran nuevos para la mayoría de los economistas y, que dentro de la principal teoría económica del comercio no había nada que pudiera usarse fácilmente para el análisis del caso.

El comercio intra-industria permite conocer el grado de integración del comercio exterior entre dos unidades económicas en términos absolutos, tendencias y tasas de crecimiento. Pero, por sí mismo, no tiene mayor valor explicativo, ya que es un reflejo de tipos de comercio y organización industrial y no está relacionado con un mayor o menor valor de desarrollo o de valor agregado. Es decir, no es bueno o malo, solo refleja características específicas del comercio entre naciones (Cárdenas Castro y Dussel Peters 2011).

1.2 Las cadenas globales de valor

Este subcapítulo aborda las CGV, además de un par de aspectos metodológicos complementarios. ¿En qué consiste la contribución de la CGV? La cadena de valor describe el rango completo de actividades que las firmas y trabajadores realizan para elaborar un producto desde su concepción hasta su uso final y más allá, enfocándose en la secuencia tangible e intangible de actividades de

valor añadido (Gereffi y Fernandez-Stark 2016). El término CGV considera el alcance de que una cadena de valor pueda cruzar fronteras, especialmente, fronteras continentales en la integración de los componentes de valor añadido para elaborar, por ejemplo, un solo producto (Sturgeon 2013).

De acuerdo con Gereffi y Fernandez-Stark (2016) hay seis dimensiones básicas de las CGV:

- 1) Estructura de entrada y salida. Esta describe el proceso de transformación de materias primas en productos finales.
- 2) El ámbito geográfico. El cual explica como la industria está globalmente dispersa y en qué países se llevan a cabo las diferentes actividades de la CGV.
- 3) Estructura de gobierno. Lo que explica como las empresas controlan la cadena de valor.
- 4) Escalamiento. Describe el movimiento dinámico dentro de la cadena de valor examinando cómo los productores se mueven (escalán) entre diferentes etapas (o segmentos) de la cadena.
- 5) Contexto institucional. En el que la cadena de valor de determinada industria se integra a los elementos económicos y sociales locales.
- 6) Grupos de interés de la industria. Describe como los actores locales de la cadena de valor interactúan para lograr un escalamiento dentro de la misma.

El primer conjunto (1, 2 y 3), se refiere a elementos internacionales determinados por la dinámica de la industria a nivel global. Y, el segundo conjunto de dimensiones (4, 5 y 6), explica como los países de manera individual participan en una CGV determinada. En la Figura 1, se encuentra representado lo anterior.

Figura 1. Las seis dimensiones del análisis de las CGV



Fuente: adaptado de Gereffi y Fernandez-Stark (2016).

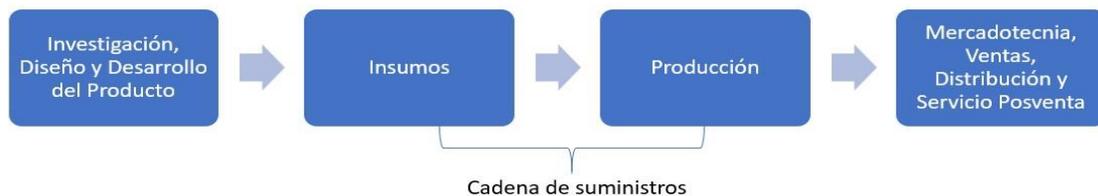
Las dimensiones globales analizan, por ejemplo, como las firmas líderes gobiernan sus redes de afiliados y proveedores a escala mundial. Es decir, la gobernanza es un concepto clave que se enfoca en las firmas líderes y la organización de industrias internacionales sobre las CGV. Por otro lado, las dimensiones locales, por ejemplo, se preguntan cómo sus decisiones de negocio afectan la trayectoria de escalamiento económico y social en países y regiones específicos. El escalamiento en las CGV se define como “el proceso por el cual los actores económicos – naciones, firmas y trabajadores – se mueven de actividades con un bajo valor a actividades relativamente de alto valor en las redes de producción global” (Sturgeon y Gereffi 2009:7). El escalamiento incluye las estrategias usadas por los países, regiones y firmas y otros actores económicos a través del mejoramiento tecnológico, de conocimiento y habilidades con el objetivo de incrementar los beneficios o ganancias y mantener o aumentar sus posiciones en la economía global derivados de la participación en las CGV (Gereffi y Lee 2018). Para la profesora de la UNAM Seyka Sandoval, los elementos de la dimensión local determinan la posibilidad de escalar (o ascender en la cadena) a través de las ventajas locales en comunión con la organización de abajo hacia arriba o “bottom up” (Sandoval 2019:220).

Una implicación interesante en el análisis de las CGV observada por Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005:81) es que, en la práctica, aún las firmas más integradas verticalmente raramente

internalizan todas las capacidades tecnológicas y gerenciales que son requeridas para llevar un producto o servicio al mercado.

En su nivel más simple, una cadena de valor incluye una secuencia de funciones de valor añadido tales como el diseño, producción, marketing, transporte, logística, distribución y soporte y el servicio posventa para el consumidor final (Sturgeon 2013). El esquema 2 es la expresión más general de una CGV, los segmentos de investigación y desarrollo como apunta Dussel Peters (2018), pueden apropiarse de un valor agregado muy superior al segmento de ensamblaje de partes y componentes (producción).

Esquema 1. Una simple cadena de valor en cuatro pasos básicos



Fuente: adaptado de Sturgeon (2013).

En ese sentido, las CGV responden a las preguntas, ¿Quién a lo largo de una cadena de suministro tiende a tener el mayor poder para fijar los términos a las otras empresas? Y, ¿Quién está creando y capturando el valor a lo largo de la cadena? (Gereffi s/f).

1.2.1 Competitividad sistémica

Dos aspectos metodológicos tienen que ser mencionados para complementar la metodología de las CGV. El primero, es el aporte que el concepto de competitividad sistémica realiza alrededor del análisis del escalamiento y la gobernanza mencionados más arriba. Específicamente, la

importancia de integrar los niveles microeconómicos, mesoeconómico, macroeconómico y metaeconómico de la competitividad. Esta escuela del pensamiento como lo señala Dussel Peters (2018), destaca que la competitividad debe comprender de manera metodológica los cuatro niveles de análisis y, que el énfasis exclusivo en uno de estos lleva a una comprensión y a propuestas de políticas insuficientes y simplistas puesto que no reconocen la complejidad de los procesos socioeconómicos en tiempo y espacio. El aspecto mesoeconómico (usualmente olvidado por la literatura económica revisada en este texto) que comprende la revisión del tejido institucional público (nacional, estatal, municipal), los organismos empresariales y académicos y otros actores involucrados conforman un elemento clave para la competitividad (Dussel Peters 2018).

1.2.2 Endogeneidad territorial

El segundo aspecto metodológico complementario es la endogeneidad territorial. Esta incorpora aspectos de los respectivos territorios, su potencial de eficiencia colectiva en términos territoriales (Dussel Peters 2018), la forma específica en la que los territorios se integran a una determinada CGV, así como la configuración particular de competitividad sistemática que desarrollan al hacerlo. Además, la endogeneidad territorial aborda de manera explícita la importancia del análisis entre productos y procesos para producir una mercancía o servicio, lo cual es crucial para la comprensión de los segmentos de las CGV, redes de empresas y el concepto de escalamiento (Dussel Peters 2018).

1.3 Conclusiones preliminares

El primer modelo revisado en este capítulo fue el modelo ricardiano el cual está basado en la baratura de factores de producción y su relativa abundancia que llevan a los países a la

especialización productiva de un bien. Sin embargo, la dinámica del comercio internacional es mucho más compleja que la teoría ricardiana. Al ser un modelo estático, al menos un grupo de factores relevantes carecen de explicación en el modelo, a saber, el aumento de la productividad (o cambio tecnológico) y los factores de endogeneidad territorial. Si se presenta una mejora importante en la productividad que hiciera que el precio relativo de un bien bajara, en ese caso para Ricardo, “podría resultar beneficioso para los dos países cambiar sus industrias” (1817:117). Esta sugerencia simplista ante un cambio de la productividad omite, a la vez, el estudio de la endogeneidad territorial, esto es, como los territorios y los grupos de firmas dentro de estos se integran para la producción de un bien, su cadena de insumos y procesos para la fabricación, su marco institucional, y sus aspiraciones de escalamiento tecnológico que son básicos dados los objetivos de este texto. Y, por lo tanto, no se encuentran en la estructura teórica ricardiana de las ventajas comparativas.

Segundo, el modelo HOS. Este modelo analiza solo beneficios estáticos (es decir, no considera que los mercados se transforman y se adaptan ante choques) del comercio internacional y de la especialización industrial. Además, este modelo no refleja los problemas y las políticas sectoriales (por ejemplo, una política industrial creada por un gobierno nacional, regional o local) ya que son la dotación de factores, las ventajas comparativas de costos y los flujos subsecuentes de comercio quienes determinan la composición estructural de la economía de un país. En el modelo HOS (igual que el modelo ricardiano), las ventajas absolutas (producir lo que cuesta menos al interior de un país midiendo el valor de un bien en precios relativos en términos del trabajo) no son materia de estudio lo que lleva a ignorar que la política macroeconómica, políticas industriales competitivas y el seguimiento del desempeño sectorial son elementos importantes

para un desarrollo económico exitoso, independientemente de la relativa dotación de recursos (Dussel Peters 1997).

Otra limitante tanto en David Ricardo como del modelo HOS, es la tesis del comercio intra-industria revisada en el quinto apartado de este capítulo la cual muestra que desde mediados del siglo XX países con niveles similares de desarrollo comerciaban productos de la misma industria, que contraviene la especialización de la producción y comercialización inter-industria planteada en las estructuras teóricas previamente mencionadas.

En tercer lugar, las nuevas teorías del comercio que señalan la importancia de introducir las imperfecciones del mercado (economías de escala, la diferenciación del producto, el monopolio puro, la competencia monopolística, entre otros). Todos estos enfoques se desarrollan con limitaciones importantes en términos de aspectos de competitividad sistémica y endogeneidad territorial. Es decir, teóricamente, la relación entre las condiciones estructurales internas y externas, así como macro y microeconómicas para una integración exitosa al mercado mundial capitalista es oscura. Además, pasan por alto la importancia crítica de la organización industrial y de los retos básicos que han surgido debido a las nuevas formas de organización industrial (Dussel Peters 1997). Realizar un análisis de los retos del sector manufacturero en economías como la china bajo la estructura teórica de las nuevas teorías del comercio, podría resultar carente de sentido debido a las condiciones particulares de esta economía que desde una perspectiva de la nueva teoría del comercio serían tratadas como secundarias. Dicho en otras palabras, estas teorías no dan una adecuada importancia a la bibliografía que examina la organización industrial nacional e internacional en sus explicaciones de los procesos de industrialización y comercio exterior (Dussel Peters 1997).

Cuarto, el comercio intra-industria (CINTRA) es un complemento de algunos vacíos que deja la teoría neoclásica del comercio (HOS) corrigiendo la especialización y comercio interindustrial entre países. Sin embargo, el CINTRA no tiene ningún poder explicativo ya que es un reflejo de características específicas del comercio entre naciones, así como de la organización industrial y no está relacionado directamente a un mayor o menor valor de desarrollo o de valor agregado (Cárdenas Castro y Dussel Peters 2011). Si bien, puede ser interesante explorar el nivel de integración entre EU y China en la industria de semiconductores, sus tendencias y tasas de crecimiento, los objetivos de este trabajo (aunque pueden ser apoyados por lo anterior) trascienden a ello como buscaré explicar en el siguiente párrafo.

Finalmente, las CGV, la competitividad sistémica y la endogeneidad territorial. Desde estos tres enfoques metodológicos se pueden estudiar procesos y productos en tiempo y espacio, conociendo estructuras sociales, inter e intra-firma a nivel local, nacional y global. Es decir, en el ámbito “glocal”. Por lo tanto, las CGV junto con la competitividad sistémica y la endogeneidad territorial constituyen un marco metodológico amplio que facilita el análisis de procesos y productos en segmentos de una determinada CGV y permite un extenso y profundo estudio sobre las ventajas y especialización de territorios específicos en un marco glocal (Dussel Peters 2018). Destacando la importancia de los tipos de organización industrial local, nacional e internacional que explican procesos de industrialización en determinado territorio y los procedimientos de integración al comercio internacional.

Bajo el conjunto metodológico anterior, este documento pretende explorar la competencia entre EU y China en la CGVS y constatar o refutar procesos de escalamiento tecnológico medidos a través del desplazamiento de importaciones de un mercado a otro.

Capítulo 2. La cadena global de valor de semiconductores (CGVS) en el contexto de las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China

Como se dijo en la introducción, este capítulo presenta un análisis bibliográfico de la CGVS y contribuye al entendimiento de sus segmentos, etapas y procesos, además de presentar información de las acciones que EU y China toman en la CGVS. La organización de este capítulo está como sigue. La primera, segunda y la tercera sección presentan una revisión bibliográfica reciente de los semiconductores, de la CGVS y sus correspondientes modelos de negocios. La cuarta, quinta y sexta sección presentan los segmentos dominados por EU y China, y hace una revisión de las potencias tecnológicas en la CGVS. La séptima y octava sección, presenta un desglose de las políticas industriales de la CGVS EU y China, así como de un conjunto de países líderes de la CGVS. Las secciones nueve y diez se dedican a la revisión de las políticas internacionales y comerciales que EU y China han establecido durante la guerra comercial. Por último, en la sección decimoprimer, se hace una comparativa de corto plazo entre EU y China y el valor agregado que aportan en la CGVS para después, llegar a las conclusiones del capítulo.

2.1 ¿Qué es un semiconductor y cuál es su clasificación?

Los semiconductores son componentes altamente especializados que proveen la funcionalidad esencial de los dispositivos electrónicos para procesar, almacenar y transmitir información (Varas et al. 2021:9). Su nombre viene de sus propiedades eléctricas que combinan características de aisladores y conductores, permitiendo el control del flujo de corriente eléctrica (OECD 2019:11). Al conjunto de múltiples semiconductores que están integrados en circuitos cada uno cumpliendo una función específica dentro de un dispositivo electrónico comúnmente se les llama *chips* o circuitos integrados (CI). Los *chips* modernos son diminutos y empaquetan miles de millones de componentes electrónicos en un área de solo unos milímetros cuadrados. Los semiconductores

se pueden agrupar en tres grandes categorías: lógicos, de memoria, y discretos, análogos y otros (DAO) (Varas et al. 2021:9). A continuación, se describirán dichas categorías con información de SIA en (Varas et al. 2021).

2.1.1 Semiconductores lógicos

Los semiconductores lógicos son CI que funcionan en código binario (0 y 1) que sirven como bloques de construcción fundamentales o el cerebro de la informática (Varas et al. 2021:9). Dentro de este tipo de CI podemos encontrar la siguiente clasificación: Microprocesadores: son productos lógicos tales como unidades centrales de procesamiento (CPUs), unidades de procesamiento de gráficos (GPUs) y procesadores de aplicaciones (APs) que procesan instrucciones fijas almacenadas en dispositivos de memoria para ejecutar operaciones computacionales. Las aplicaciones incluyen procesadores de teléfonos móviles, computadoras personales, servidores, sistemas de IA y supercomputadoras.

Productos lógicos de propósito general: tales como la Matriz de Puertas Programables (FPGA) que no contiene instrucciones prefijas, lo que permite al usuario programar operaciones lógicas personalizadas.

Microcontroladores (MCUs): son pequeñas computadoras en un solo chip. Los MCUs realizan tareas computacionales básicas en miles de productos electrónicos tales como automóviles, equipos de automatización industrial o aparatos de consumo.

Productos de conectividad: tales como módems celulares, *WiFi* o *chips* de *Bluetooth* o controladores *Ethernet*, que permiten a los dispositivos electrónicos conectarse a una red inalámbrica o alámbrica para transmitir o recibir datos.

Los ingresos estimados de los semiconductores lógicos representan un 42% siendo los que más ingresos obtienen sobre la CGVS (Varas et al. 2021:9).

2.1.2 Semiconductores de memoria

Las computadoras procesan información almacenada en su memoria, la cual consiste en varios dispositivos de almacenamiento de datos. Las dos memorias de semiconductores más comúnmente utilizadas en la actualidad son memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM) y memoria NAND (de puerta lógica “*NOT AND*”).

DRAM: se encuentra en computadoras personales (PCs), servidores, teléfonos inteligentes y aplicaciones electrónicas de automóviles tales como sistemas de asistencia de conductores. En esencia, se usan para almacenar información o códigos de programas necesarios para la función del procesador de una computadora.

NAND: usada en el almacenamiento permanente de información. Sus aplicaciones incluyen discos de estado sólido (SSDs) o tarjetas digitales seguras (SD) en dispositivos portátiles.

Los ingresos estimados de los semiconductores de memoria representan un 26% del total (Varas et al. 2021:9).

2.1.3 Semiconductores discretos, análogos y otros (DAO)

Estos son semiconductores que transmiten, reciben y transforman información lidiando con parámetros continuos tales como la temperatura y el voltaje:

Discretos: incluyen diodos y transistores diseñados para realizar una sola función eléctrica.

Análogos: incluyen reguladores de voltaje y convertidores de datos que traducen señales análogas de fuentes como la voz en señales digitales. También, incluye circuitos integrados de

gestión de energía que se encuentran en cualquier tipo de dispositivo electrónico y semiconductores de radio frecuencia (RF) que permiten a los teléfonos inteligentes recibir y procesar radioseñales provenientes de estaciones base de redes celulares.

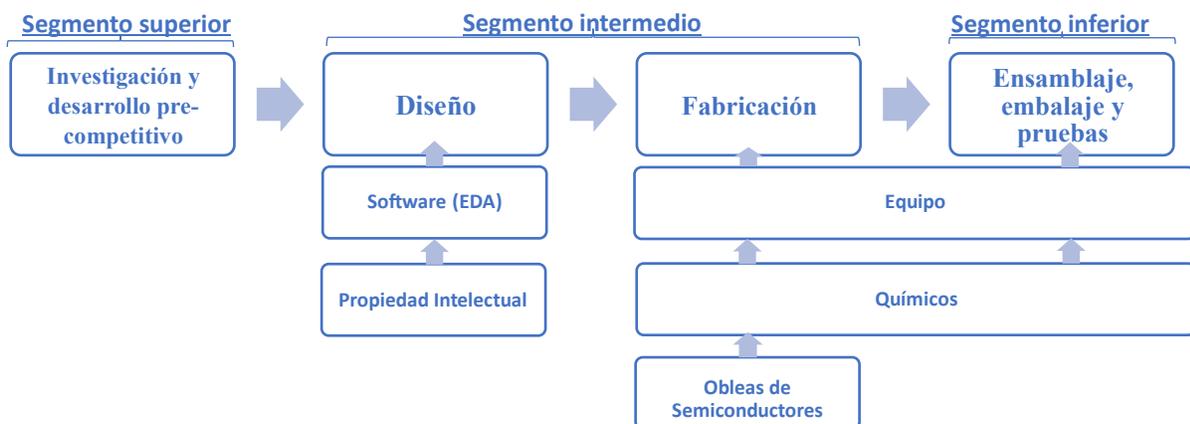
Otros: incluyen optoelectrónicos tales como sensores ópticos para detectar luz que utilizan las cámaras, así como una amplia variedad de sensores no ópticos y actuadores que pueden ser encontrados en todo tipo de dispositivos de Internet de las Cosas.

En conjunto los semiconductores DAO representan un 32% de los ingresos (Varas et al. 2021:9).

2.2 La cadena global de valor de los semiconductores (CGVS)

“Para la producción de un solo semiconductor de uso computacional comúnmente se requiere de más de 1,000 etapas pasando a través de fronteras internacionales 70 veces o más antes de llegar al consumidor final” (Khan et al. 2021:5). La compleja producción de semiconductores se divide en tres segmentos; el segmento superior, el segmento intermedio y el segmento inferior. Una descripción esquemática de dicha segmentación de la CGVS es la siguiente.

Esquema 2. Segmentos de la cadena global de valor de semiconductores



Fuente: adaptado de Kleinhands y Baisakova (2020:12).

2.2.1 Segmento superior; investigación y desarrollo (I+D) precompetitivo

Compañías, universidades y gobiernos, aunque participando en diferente grado han mostrado un éxito relativo en las colaboraciones de investigación básica (OECD 2019). El segmento de investigación y desarrollo es intensivo en conocimiento, está dirigido a la innovación en arquitecturas de diseño y tecnología de manufactura que permita próximos saltos en potencia y eficiencia computacional tomando como punto de partida la identificación de materias primas fundamentales y el procesamiento de químicos. Este segmento es típicamente el resultado de la investigación básica en ciencia e ingeniería los cuales general y ordinariamente son publicados y compartidos dentro de la comunidad científica. La investigación y desarrollo precompetitivo difiere cualitativamente del proceso de investigación y desarrollo (I+D) de la industria, ya que ambos son complementarios y no redundantes. De hecho, se ha encontrado que el desarrollo de investigación precompetitiva atrae y estimula la I+D de la industria (Varas et al. 2021). La producción de semiconductores constituye una de las actividades más intensivas en I+D y compite con otras industrias como la farmacéutica, la aérea y espacial y el desarrollo de software. El reporte de abril de 2021 de las agencias BCG y SIA encontró que los gobiernos tienen un papel fundamental en el avance de la investigación básica e identificaron al menos ocho grandes avances que surgieron de programas de investigación financiados por estos. La inversión en investigación básica de semiconductores del gobierno central de EU, por una parte, se ha mantenido plana durante los últimos cuarenta años, mientras que la inversión china ha venido cerrando la brecha en los últimos 20 años. Se calcula que solamente la I+D básica contribuye entre el 15 y 20% del total del valor añadido a la CGVS (Varas et al. 2021).

2.2.2 Segmento intermedio: diseño y fabricación

Diseño. La producción de semiconductores empieza con la etapa de diseño, donde grandes grupos de ingenieros utilizan *software* de diseño asistido por computadora para elaborar un mapa detallado de la miríada de componentes electrónicos que conforman un CI (OECD 2019). La etapa de diseño en la CGVS es en gran medida, intensiva en conocimientos y habilidades basada en *software* especializados, en particular, el uso del *software* de diseño electrónico altamente avanzado (EDA) y en los núcleos de propiedad intelectual (PI) (OECD 2019, Varas et al. 2021). EDA (*Electronic Design Automation*) es un segmento de mercado que consta de *software*, *hardware* y servicios con el objetivo de ayudar a la definición, planificación, diseño, implementación, verificación y posterior fabricación de dispositivos semiconductores. Sin este *software*, sería imposible diseñar y manufacturar los dispositivos semiconductores de hoy (Gianfagna 2021). Por otra parte, los núcleos PI juegan un importante rol en el proceso de producción de semiconductores, especialmente, en la etapa de diseño. Los núcleos PI son bloques de circuitos reutilizables y personalizables que los diseñadores de *chips* pueden combinar con circuitos de su propia concepción para producir circuitos integrados (CI) (OECD 2019:17). Los vendedores de EDA y proveedores de PI trabajan estrechamente para hacer coincidir un diseño con un proceso de producción particular en una planta de fabricación de semiconductores (Kleinhans y Baisakova 2020). De acuerdo con las agencias BCG y SIA, la etapa de diseño aporta el 53% de valor añadido de la CGVS (Varas et al. 2021).

Fabricación. Convertir diseños en circuitos integrados implica la utilización de equipo de fabricación de semiconductores junto con el empleo de materiales (Khan et al. 2021). El material básico utilizado en las plantas de fabricación de semiconductores son las obleas de silicio de alta pureza que se obtienen del cuarzo en bruto encontrado en la arena común. El proceso envuelve

un refinamiento extenso para que el silicio alcance niveles de pureza del 99.9999% que es una absoluta necesidad en la electrónica a nano escala donde la más mínima impureza puede causar mal funcionamiento de un *chip*. Una vez purificado, se forman lingotes de silicio que son cortados en obleas muy finas las cuales eventualmente se limpian, pulen y oxidan para su transformación en semiconductores (OECD 2019). Después, se dibujan patrones de circuitos en la superficie de la oblea de silicio a través de un proceso llamado fotolitografía, cuya maquinaria pasa luz a través de una fotomáscara (una placa transparente con un patrón de circuitos) para transferir ese patrón a una fotorresistencia o superficie de la oblea de silicio. Las máquinas de gravado tallan el patrón recién creado en una capa permanente debajo de la fotorresistencia y esta es posteriormente removida y el material tallado se limpia. Finalmente, la superficie completa es aplanada para permitir que una nueva capa sea añadida comenzando el proceso nuevamente (Khan et al. 2021). Los avances en el proceso tecnológico de manufactura son típicamente referidos como nodos. Generalmente, entre más chica sea la medida del nodo, el chip será más poderoso ya que más transistores pueden ser colocados en un área de la misma magnitud. Este es el principio detrás de la Ley de Moore que establece que el número de transistores en un semiconductor lógico se duplica en un periodo de 18 a 24 meses, dicho ritmo ha respaldado la mejora en el rendimiento y costo de un procesador desde 1965 (Varas et al. 2021). Sin embargo, la mencionada ley comienza a perder vigencia a medida que el tamaño de sus características microscópicas se aproxima a sus límites físicos. Por ello, se investigan alternativas para continuar aumentando el rendimiento del *chip*. Un camino potencial es sustituir el silicio por los llamados materiales de tercera generación como carburo de silicio y el nitruro de galio los cuales pueden transmitir más poder. En este sentido, la mayor atención se ha puesto sobre un grupo de técnicas generalmente conocidas como embalaje avanzado, heterointegración,

chipllets, embalaje a nivel de oblea, embalaje en 3D, etc (Zhang 2021). El descrito proceso de manufactura (*Front-End manufacturing*) de semiconductores es altamente intensivo en capital debido a la complejidad del equipo y espacios. Los proveedores de equipo de fabricación de semiconductores (*semiconductor manufacturing equipment SME*) que fabrican más de 50 tipos de sofisticados equipos de procesamiento y pruebas de obleas de silicio para elaborar semiconductores juegan un rol fundamental. Las herramientas de litografía representan uno de los grandes gastos en capital para los fabricantes, se calcula que una máquina de tecnología ultravioleta extrema (EUV) utilizada para fabricar *chips* de 7 nanómetros o menores puede costar \$150 millones de dólares. Así, la etapa de manufactura de semiconductores incluidos los productores de equipo para fabricar semiconductores aportan un 25% del valor añadido a la CGVS (Varas et al. 2021).

2.2.3 Segmento inferior: ensamble, pruebas y embalaje

Después del proceso de fabricación en planta, la oblea de silicio tiene muchos circuitos integrados pequeños que deben ser cortados, probados y empacados para protegerlos de cualquier daño, a dicho proceso se le denomina manufactura “*Back-End*” (Kleinhans y Baisakova 2020). Algunos materiales utilizados en este proceso incluyen marcos de plomo, sustratos orgánicos, paquetes de cerámica, resinas de encapsulación, cables de unión y materiales para troquelado. Estos materiales tienen menos barreras técnicas para producirse que los materiales utilizados en la fabricación de obleas. El proceso empieza cortando la oblea en *chips* separados, para después montar cada uno en un marco con cableado que conectará al *chip* con dispositivos externos y puesto en una carcasa protectora de resina. Esto produce el aspecto de rectángulo gris con pequeñas fijaciones metálicas alrededor (Khan et al. 2021). Después, los *chips* son sometidos a pruebas adicionales para asegurar su funcionalidad para integrarse dentro

de los equipos electrónicos. Los procesos *Back-End* son relativamente intensivos en trabajo. Por esa razón, fueron los primeros en la CGVS en subcontratarse a medida que la producción crecía en volumen y alcance (OECD 2019). Las firmas especializadas en estos procesos típicamente invierten el 15% de sus ganancias anuales en instalaciones y equipo. Además, el segmento contribuye con un 6% del total del valor añadido de la CGVS (Varas et al. 2021).

2.2.4 Descripción del valor agregado por segmento de la CGVS

El cuadro 1 resume el comportamiento que tuvieron los segmentos y etapas de la CGVS en 2019 y representa una forma esquemática el valor añadido en la CGVS.

Cuadro 1. Valor añadido por segmento de la CGVS 2019

Segmento de la CGVS	Segmento Superior	Segmento Intermedio	Segmento Inferior
Etapas	Investigación y desarrollo (I+D) pre-competitivo	Diseño (EDA, core IP) + Fabricación (Front-End) + SME	Ensamble, embalaje y pruebas (<i>Back-End</i>)
Suma		53% + 25%	6%
Porcentaje del valor añadido en la CGVS	15% - 20%	78%	6%

Fuente: elaboración propia con datos de Varas et al. (2021).

2.3 Modelos de negocios de la CGVS

Como se vio, la producción de semiconductores abarca tres grandes segmentos que agrupan diversas etapas. Si estas toman lugar en una sola firma donde existe una integración vertical en múltiples etapas de la CGVS se les denomina fabricantes integrados de dispositivos IDM (*integrated device manufacturer*) las cuales producen y venden el *chip* (Khan et al. 2021, Varas et al. 2021). Por otro lado, hay firmas especializadas y separadas en las etapas de la CGVS que

generan tres tipos de diferentes jugadores dependientes unos de otros. Las *fabless* (sin fabrica) especializadas en la etapa de diseño de semiconductores y subcontratan la manufactura, y las etapas de ensamble, pruebas y embalaje (Khan et al. 2021). Las *foundries/fabs* (fábricas) abordan las necesidades de fabricación de las *fabless* y de las IDM, ya que la mayoría de estas no tienen capacidad interna suficiente de manufactura, solo algunas IDMs con la capacidad suficiente pueden manufacturar *chips* para otros además de para ellas (Varas et al. 2021). Por último, las compañías OSAT (*outsourced semiconductor assembly and test*) se encargan de las etapas de ensamble, pruebas y embalaje del segmento inferior de la CGVS (Khan et al. 2021).

Cuadro 2. Modelo de negocios por capacidad industrial y ventas de la CGVS

	Diseño	Manufactura		% del total de la CGVS		
		Front-End (Fabricación de Obleas)	Back-End (Ensamblaje, pruebas, embalaje)	Capacidad (2019)	Ventas (2019)	
Fabricantes integrados de dispositivos (IDMs)	Intel, Samsung, Texas Instruments, Infineon, Micron, SK hynix, Analog Devices, Renesas			Lógicos	21%	53%
				Memoria	98%	98%
				DAO	94%	75%
				General	67%	71%
Fabless (diseño)	Qualcom, Nvidia, AMD, Mediatek	Las IDMs dependen de las foundries para una parte de sus necesidades de manufactura	Las Ms dependen de OSTAs para una proporción del proceso ATP			
Foundries (fábricas)		TSMC, Global Foundries, SMIC, UMC, Samsung		Lógicos	79%	47%
				Memoria	2%	2%
				DAO	6%	25%
				General	33%	29%

OSATs			JCET, Amkor, ASE			
-------	--	--	---------------------	--	--	--

Fuente: adaptado de Varas et al. (2021:24).

Como se observa en el cuadro 2, el modelo de las IDM tiene capacidades importantes de producción y por ello acapara buena parte de las ventas. Sin embargo, una proporción importante de firmas IDM es dependiente del sistema de empresas especializadas (*foundries* y OSAT) para solventar parte de sus necesidades de manufactura y procesos *Back-End*. Por último, mientras que el modelo *fabless/foundry* es fuerte en la producción de semiconductores lógicos, el modelo de las IDM lo es en la producción de semiconductores de memoria y DAO.

2.4 Competencia de Estados Unidos en las etapas de la CGVS

Diseño (IDM y *fabless*). En 2018, las veinte firmas con más ingresos en la CGVS obtuvieron el 81% del total global (Varas y Varadarajan 2020:26) lo cual es sinónimo de una alta concentración de mercado entre los vendedores de semiconductores. De esas veinte compañías las cinco primeras obtuvieron la mitad de los ingresos globales y solo entre esas primeras cinco, tres son estadounidenses; Intel, Micron y Broadcom (OECD 2019). EU, además concentra 10 de las 20 empresas IDM y *fabless*, entre ellas se encuentran, Qualcomm, Texas Instruments, Nvidia, Western Digital, Apple, AMD y Analog Devices. Solo estas, en 2018, tuvieron ingresos estimados de \$75,142 millones de dólares y una proporción del mercado del 15%. En ese año, EU generó ingresos por más de \$282 mil millones de dólares teniendo una proporción de mercado del 65% (OECD 2019).

Cuadro 3. Principales compañías de semiconductores IDM y *fabless* por ingreso en 2018

Clasificación	Nombre de la compañía	Ingresos en 2018 (en MDD)	Proporción estimada del mercado	País de origen
1	Samsung Electronics*	78 430	17%	Corea del Sur ²
2	Intel	70 848	15%	EU
3	SK Hynix	36 761	8%	Corea del Sur
4	Micron	30 391	6%	EU
5	Broadcom**	20 828	4%	EU
	Total (estimado del mercado global)	206 867	50%	

Fuente: adaptada de OECD (2019:20).

Notas de tabla: Los vendedores comprenden firmas IDMs y *fabless* únicamente. * Únicamente semiconductores. ** Broadcom domiciliada en Singapur hasta 2018 cuando se movió a los Estados Unidos (OECD 2019:20).

EDA y núcleos IP. Las firmas de EU son los proveedores exclusivos de software EDA con un espectro completo de capacidades que necesitan los ingenieros de compañías *fabless* e IDM para diseñar chips de vanguardia (Khan et al. 2021). Aproximadamente, el 90% de la industria de herramientas de diseño de chips (que generó \$8,500 millones de dólares en 2018) está dominada por solo cuatro empresas como se muestra en el cuadro 4, estas son Synopsys, Cadence Design Systems, Mentor Graphics y Ansys, todas ellas de EU (Ting-Fang y Li 2019).

² Las empresas sur coreanas tienen un peso preponderante en el modelo de fabricantes integrados de dispositivos (IDMs), solo dos firmas de ese país como Samsung y SK Hynix captaron, respectivamente un 17% y 8% en 2018, un 25% en total del mercado de las IDMs y *fabless* ese año. Un sector que dominan estas firmas es el mercado de los semiconductores de memoria DRAM cuyo mercado en 2019 ascendió a \$62,500 mil millones de dólares y solo 3 vendedores líderes de chips de memoria DRAM tuvieron una proporción de mercado combinado del 95%: Las sur coreanas Samsung y SK Hynix, y la estadounidense Micron. Adicionalmente, los semiconductores NAND o de memoria de almacenamiento permanente cuyo mercado en 2019 generó ingresos por \$46 mil millones de dólares está dominado por seis vendedores, entre ellos Samsung y SK Hynix que juntas obtienen un porcentaje similar al 40% de ese mercado (Kleinhans y Baisakova 2020).

Cuadro 4. Principales compañías de herramientas de diseño de semiconductores por ingreso 2018

Clasificación	Nombre de la compañía	Ingresos en 2018 (en MDD) *	Proporción estimada del mercado	País de origen
1	Synopsys	3 100	36.47%	EU
2	Cadence Design Systems	2 100	24.71%	EU
3	Mentor Graphics	1 300	15.29%	EU
4	Ansys	1 100	12.94%	EU
Total		7 600	89.41%	

Fuente: elaboración propia con datos de Ting-Fang y Li (2019).

Notas de la tabla: * El cálculo se hizo en base a la proporción del mercado por empresa y el valor de la industria de herramientas de diseño de chips reportado en (Ting-Fang y Li 2019).

Los núcleos PI. Vendedores de EU y el Reino Unido dominan el mercado. Nvidia (*fabless* en el diseño de semiconductores) de EU, hizo una oferta para adquirir ARM del Reino Unido, pero de capital japonés. Si se concreta, podría expandir su jurisdicción y controlar más del 90% del mercado de núcleos PI (Khan et al. 2021).

Manufactura (*foundries*). En 2018, en la etapa de manufactura solo diez compañías obtuvieron el 87% del total de ingresos de este segmento y las principales fábricas tienen su sede en Asia, particularmente en Taiwán³, China y Corea del Sur. Con la notable excepción de la norteamericana GlobalFoundries cuyos ingresos en 2018 fueron de \$6,200 millones de dólares

³ La empresa taiwanesa TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) en el segmento de las *foundries* es la firma que lidera la manufactura de semiconductores con proporciones de mercado en 2018 y 2019 superiores al 50% del mercado del segmento. Además, la manufacturera de Taiwán UMC (United Microelectronics Corporation) en 2018 se posicionó como la tercera firma que más ingresos tuvo (\$5,015 millones de dólares) y concentró un 8% del mercado en el segmento de las *foundries*. En 2019, la compañía obtuvo ingresos y una concentración de mercado similar (OECD 2019 & Kleinhans y Baisajova 2020).

el segundo lugar entre las primeras diez firmas y con el 10% del mercado, EU tiene poca competitividad en el mercado de las *foundries* o fábricas de manufactura (OECD 2019).

Equipo de fabricación de semiconductores (SME). Aunque hay docenas de categorías de SME, la mayoría se utilizan para la fabricación de *chips* y sus insumos. Estas herramientas incluyen aquellas para la manufactura y manipulación obleas y fotomáscaras, implantación de iones, litografía, deposición, grabado, limpieza, planarización mecánica química, procesos de control, incluso herramientas especializadas usadas para el ensamble, pruebas y embalaje. EU, Japón y Países Bajos⁴ dominan la producción de SME. Las estadounidenses Nautronix, Applied Materials, Nanonex, están entre las empresas que dominan la manufactura de obleas, el mercado de implantación de iones y la litografía respectivamente (Khan et al. 2021).

Ensamble, pruebas y embalaje (OSAT). El mercado global de este segmento se encuentra dominado principalmente por las economías de Asia. Con la notable excepción Amkor de EU, que en 2018 generó ingresos por \$4,316 millones de dólares con un 14% del mercado global de las OSAT, EU prácticamente no compite en el segmento (OECD 2019). Por esta razón, el gobierno estadounidense ha lanzado el llamado *CHIPS for American Fund* (parte del *CHIPS and Science Act 2022*) a través del departamento de comercio de EU canalizará 39 mil millones de

⁴ Europa encuentran una de sus escasas fortalezas en la CGVS con la empresa de Países Bajos ASML dedicada a la proveeduría de SME. Esta empresa tiene un monopolio en la última generación de equipos de litografía, específicamente, en equipos de litografía ultravioleta extrema (EUV). Debido a que Corea del Sur y Taiwán son las regiones más importantes del planeta de fábricas de semiconductores, también son la casa de los clientes más importantes de proveedores de equipo SME. En ese sentido, Corea del Sur y Taiwán compraron el 64% del total de ventas de ASML en 2019 (Kleinhans y Baisakova 2020). La firma de los Países Bajos también produce equipos de generaciones recientes, por ejemplo, equipos de litografía profunda ultravioleta (DUV) equipo usado para procesos de 30 nanómetros (nm) o más. El portal de noticias Business Korea señala que, debido a la restricción en importación de equipos de vanguardia, tales como los de la litografía EUV, las compañías chinas, en particular, el manufacturador chino número uno de chips SMIC, recompuso sus compras de equipos EUV a los DUV, ya que las importaciones de equipos EUV se volvieron imposibles. SMIC ha decidido gastar \$11 mil millones de dólares hasta 2023 para expandir sus líneas DUV en Shenzhen y Shanghai cuyos procesos actualmente utilizan más de 1,000 piezas de equipo DUV de la empresa ASML (Eun-jin 2021).

dólares en asistencia financiera para construir, expandir o modernizar instalaciones o equipos domésticos para la fabricación de semiconductores, ensamble, pruebas y embalaje avanzado (US Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation 2022). Con ello, EU intenta contener la pérdida de competitividad en el segmento inferior de la CGVS a manos de las economías de Asia, principalmente de China.

2.5 Competencia de China⁵ en las etapas de la CGVS

Diseño (IDM y *fabless*). De las veinte firmas que obtuvieron el 81% del total de ingresos globales en 2018, solo una y en el lugar 16, HiSilicon (*fabless*) subsidiaria de Huawei generó ingresos por \$7,573 millones de dólares y obtuvo un estimado de 2% de ese mercado (OECD 2019). Sin embargo, un reporte reciente de la SIA señala que China tiene progresos importantes en los segmentos de la CGVS donde típicamente es débil. Por ejemplo, en el segmento de diseño,

⁵ China desde hace aproximadamente siete décadas comenzó a establecer las bases que determinarían su posición actual en la CGVS. De acuerdo con un documento de La Comisión Federal del Comercio de EU de 2019 sobre las políticas industriales de China orientadas a los semiconductores, concluye que dichas políticas industriales se pueden dividir en cuatro las cuales se mencionan a continuación. El primer plan industrial corrió de 1956 a 1990 cuya característica fue la planificación del estado y la innovación local. Desde la primera década de esta política se identificó al desarrollo de tecnología de semiconductores como prioridad clave y se asociaron al plan 5 universidades con grados relativos a la tecnología de semiconductores, la academia de ciencia china inició investigaciones en CI y compitió con otras avanzadas como la japonesa. Aunque para 1985 las compañías propiedad del estado se trataron de modernizar solo una (Wuxi Factory) era eficiente. Lo anterior, llevó a reducir las empresas de propiedad pública de 30 a sólo 5 para focalizar sus esfuerzos de escalamiento. El segundo plan fue de 1990 a 2002. El gobierno chino persiguió un modelo híbrido bajo el cual dotó a algunas empresas del sector público con suficientes fondos para asociarse con empresas de países como EU, Países Bajos y Japón y acelerar su progreso. Estos esfuerzos estuvieron soportados bajo dos planes quinquenales de desarrollo (1991-1995 y 1996-2000) cuyos objetivos eran posicionar a empresas domésticas de semiconductores en el terreno internacional. El tercer plan de 2002 a 2014. Tras colocarse como el mayor importador de semiconductores a nivel global, el gobierno de China y sus gobiernos locales implementaron programas conjuntos de beneficios fiscales que incluyeron exenciones fiscales de cinco años, cinco años adicionales del 50% de exención de impuestos, exenciones de tarifas, tasas reducidas de impuesto al valor agregado y prestamos de bancos del sector público. Así, posicionaron en la escena internacional compañías como SMCI. El plan actual 2014 -. El Fondo Nacional de Circuitos Integrados (analizado más adelante) y el *Made in China 2025*, estrategias fondeadas no solo del gobierno central chino, sino por cada uno de los niveles de gobierno, integra las mejores experiencias pasadas dotándolas de un ambicioso fondo que habla de la importancia que tiene para el gobierno chino el desarrollo de la CGVS sustituyendo el contenido tecnológico de otras potencias por el propio (VerWey 2019).

calculan que las firmas con base en China ya tienen un 16% del mercado en 2020 teniendo la tercera posición después de EU y Taiwán (SIA 2021).

EDA y núcleos PI. Ambos insumos (*software* EDA y núcleos PI) en el diseño de semiconductores representan cuellos de botella clave para China. De acuerdo con Khan, Mann y Peterson, China tiene una baja competitividad en *software* EDA y núcleos PI con una proporción de mercado de 0.5% y 1.8% respectivamente (Khan et al. 2021).

Manufactura. En este segmento China permanece rezagada. La empresa SMIC (*Semiconductor Manufacturing International Corporation*) con sede en China, en 2018 se ubicó en el cuarto lugar dentro de las diez primeras y generó ingresos por \$3,360 millones de dólares obteniendo un 5% del mercado. Y, la empresa china Hua Hong Semiconductor en el lugar ocho con \$930 millones de dólares en ingresos y el 1% del mercado (OECD 2019). Pese a lo anterior, la agencia estadounidense SIA, reporta que China está cerrando la brecha en el segmento *Front-End* de manufactura con aproximadamente el 23% de la capacidad global instalada entre las *foundries* e IDM para asegurar la proximidad a su eje de manufactura electrónica, donde el 30% pertenece a firmas multinacionales de otras naciones del Este de Asia (SIA 2021).

Equipo de fabricación de semiconductores (SME). China, presenta cuellos de botella críticos en la producción de SME, en particular, en las herramientas| litografía. Otras herramientas en las que China muestra una debilidad importante son; la manufactura de obleas, la implantación avanzada de iones, deposición, grabado, entre otras (Khan et al., 2021).

Ensamble, pruebas y embalaje (OSAT). En las firmas OSAT, China muestra su mayor fortaleza. Pese a que este segmento experimenta la mayor concentración de ingresos, pues diez empresas

obtienen el 91% de estos, tres empresas chinas sobresalen entre las primeras seis cuya proporción del mercado se calcula en 82% (OECD 2019).

Cuadro 5. Principales compañías OSAT por ingreso en 2018

Clasificación	Nombre de la compañía	Ingresos en 2018 (en MDD)	Proporción estimada del mercado	País de origen
1	Advanced Semiconductor Engineering (ASE)	12 123	40%	TWN
2	Amkor	4 316	14%	EU
3	Jiangsu Changjiang Electronics Technology (JCET)	3 606	12%	CHINA
4	Powertech Technology (PTI)	2 256	8%	TWN
5	TongFu Microelectronics (TFME)	1 092	4%	CHINA
6	Tianshui Huatian Technology	1 076	4%	CHINA
	Total	24 469	82%	

Fuente: adaptada de OECD (2019:22).

China se benefició de la deslocalización de procesos *Back-End* tras lo cual ha desarrollado un conjunto de compañías competitivas (como JCET) que juntas, representan la segunda mayor fuerza en el segmento de las OSAT después de Taiwán (Khan et al. 2021). Los planeadores chinos hoy, se enfocan en procesos tecnológicos de embalaje avanzado que permitirán que los *chips* fabricados con nodos de proceso de gama baja funcionen como los de gama alta. Sin acceso a litografía avanzada, China ve como único camino para desarrollar semiconductores de gama alta el embalaje avanzado y juega con su fortaleza relativa en los últimos segmentos de la CGVS, más que en el segmento de diseño o manufactura (Zhang 2021). De acuerdo con el portal *GaveralDragonomics* la empresa china JCET adquirió tecnología de embalaje avanzado en 2015 con la compra de STATS ChipPAC de Singapur y se espera ofrecerá más productos con esa tecnología en 2022 y 2023 (Zhang 2021).

2.6 Competitividad por país en la cadena global de valor de semiconductores

El Cuadro 6 refleja la competitividad en la CGVS por país (región), donde se da cuenta de las fortalezas y debilidades que muestra cada país de acuerdo con el análisis de los subcapítulos anteriores. Por un lado, países como EU muestra una capacidad sobresaliente en la primera mitad de la CGVS y, China, es competitiva solo en la última parte de esta. De juntarse las capacidades de EU y Taiwán prácticamente intervienen la CGVS completamente. China, ha desarrollado importantes capacidades en el último segmento de la CGVS.

Cuadro 6. Competitividad por países en la CGVS

País / Segmento			Diseño		Manufactura		Ensamble, Pruebas, Embalaje
	PI	EDA	Diseño	SME	MAT	Foundries/Fabs	ATP/OSAT
Estados Unidos	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja
Europa	Verde	Naranja	Naranja	Verde	Naranja	Naranja	Naranja
Corea del Sur	Naranja	Naranja	Verde	Naranja	Naranja	Verde	Amarillo
Taiwán	Naranja	Naranja	Amarillo	Naranja	Verde	Verde	Verde
China	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Verde

Fuente: elaboración propia con datos de OECD (2019); Varas et al. (2021); Khan et al. (2021).

Notas de cuadro: Verde: altas capacidades (competitivas internacionalmente), Amarillo: Moderadas capacidades, Naranja: bajas o mínimas capacidades.

2.7 Políticas de inversión en la CGVS de Estados Unidos y China

Cuadro 7. Fondos públicos de inversión en la CGVS de EU y China

Política	Estados Unidos		China	
	CHIPS and Science Act 2022(2022-2023)		Fondo Nacional de Circuitos Integrados: Rondas I y II (2014-2021)	
Etapas de la CGVS	Cantidad destinada en MDD	Porcentaje	Cantidad destinada en MDD	Porcentaje
I+D	\$ 11 mil	22%	....	....
Diseño	....	....	\$ 5 mil	10%
SME	....	....	\$ 2.5 mil	5%*
Manufactura (<i>Front-End</i>)	\$ 39 mil	78%	\$ 25 mil	50%
Manufactura (<i>Back-End</i>)			\$ 2.5 mil	5%*
Fusiones y adquisiciones	....	....	\$ 10 mil - \$ 15 mil	20% - 30%
total	\$ 50 mil	100%	\$ 50 mil	100%

Fuente: elaboración propia con datos de *CHIPS and Science Act of 2022* (2022); Naughton (2021).

Notas de cuadro: Para EU, la cantidad \$39 mil millones de dólares refleja cuanto invertirá en SME, manufactura y Procesos ATP. Para el caso de China, las cantidades con * reflejan una aproximación, pues en la fuente se señala que “son cantidades más bajas” que otras etapas. Los puntos (...) no significan nulos recursos, más bien carencia de información explícita.

En el cuadro 7, se reflejan las políticas de inversión con fondos públicos que han emprendido los gobiernos de EU y China para apoyar su proceso de escalamiento y fortalecimiento de las etapas de la CGVS. En ambos casos, se muestra como prioridad fortalecer sus respectivas etapas de manufactura, EU quiere revertir la tendencia de pérdida de competitividad en la manufactura de la CGVS y, a la vez, fortaleciendo su segmento superior donde ya de por sí es fuerte. China, por otro lado, ha enfocado en la manufactura las más fuertes cantidades, así como a la adquisición y fusión de empresas en las distintas etapas de la CGVS incluso en aquellas en la que es débil.

2.8 Políticas industriales orientadas a la CGVS de los países líderes

Como se vio en la sección pasada, en 2014, China emprendió una política industrial sin precedentes (a través de su Fondo Nacional de Circuitos Integrados <<FNCI>> o *Big Funds*) que ha tenido repercusiones de la mayor relevancia en la CGVS. Una de ellas es la reproducción en serie de políticas industriales orientadas hacia la CGVS de diversos países (una ya mencionada es la de EU que comenzó a implementarse en 2022) basadas en posturas en común como “la seguridad en la cadena de suministro”, “la competencia tecnológica” y hacer frente al “escalamiento tecnológico de China”. El cuadro 8, da cuenta resumida de al menos 3 políticas de países y regiones líderes de la CGVS.

Cuadro 8. Políticas industriales orientas a la CGVS de la Unión Europea, Corea del Sur y Japón		
Unión Europea	Corea del Sur	Japón
<i>European chips act (2022)</i>	<i>K-Chips-Act (2023)</i>	<i>The Japan strategy for chips (2021)</i>
\$43 mil millones de euros	Ley de restricción de impuestos especiales	\$6.8 mil millones de dólares
<ul style="list-style-type: none"> -Fortalecer la I + D -Construir y reforzar la capacidad europea en las etapas de diseño, manufactura y de embalaje avanzado de <i>chips</i>. -Atracción de talento y abordar a escasez de personal capacitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la exención de impuestos de 8% a 15% de grandes corporaciones. - La tasa de reducción de impuestos para pequeñas y medianas empresas se eleva del 16 al 25%. - 10% adicional en reducción de impuestos para las inversiones realizadas en 2023. Conglomerados y compañías podrían recibir un 25% de reducción de impuestos como máximo. 	<ul style="list-style-type: none"> - 15% para I + D para el desarrollo de la siguiente generación de silicio. - 79% en inversión nacional para la manufactura de chips de vanguardia. - 6% para tecnologías maduras como chips análogos.

Fuente: elaboración propia con información de European Commission (2022); He-rim (2023); Furukawa y Machizuki (2021).

China, enfrenta la reacción de diversos países para llevar a cabo en los procesos de manufactura una “desarticulación”, como la nombran los profesores de la UNAM Miguel Ángel Rivera Ríos y Josué García Veiga. Ambos profesores, debido a la interacción de mutuo beneficio, de baja de costos que propició la estabilidad macroeconómica y la expansión de las CGV en China, ponen en duda la masiva disposición de recursos que duplican en sus territorios las etapas que dominan las empresas chinas recuperando empleos, pero para abastecer a mercados de menor escala (Rivera Ríos y García Veiga 2021:130).

2.9 Restricciones comerciales desde EU y acuerdos entre gobiernos de la CGVS

“Esta competencia por el liderazgo tecnológico entre China y los Estados Unidos no descarta medidas drásticas por parte de este último – el viejo rico de la aldea global – en múltiples ámbitos...” (Dussel Peters 2022:485). En 2018, EU desató lo que en principio sería conocida como la guerra comercial (*trade war*) de EU y China. El 6 de Julio de ese año, bajo la administración Trump se imponen aranceles de hasta 25% sobre importaciones chinas con un valor de \$34,000 millones de dólares para rebalancear el creciente déficit comercial de EU con China e imponiendo más aranceles en 2019 (SCMP Reporters 2021). Pronto, la guerra comercial fue un término holgado para el objetivo estadounidense de frenar el escalamiento tecnológico de China por motivos de “seguridad nacional”. La llamada *Entity List* la cual es básicamente una lista negra de comercio que excluye a cualquiera de comprar semiconductores avanzados y software de compañías de EU sin aprobación previa de su gobierno (Ernst 2020), ha sido un instrumento del departamento de comercio de EU fundamental para frenar el escalamiento chino dando paso a una guerra tecnológica. En el siguiente cuadro se da cuenta de una serie de acciones que EU ha impulsado con ese objetivo.

Cuadro 9. Principales acciones de EU hacia China en la guerra tecnológica

Año	Acciones
2019	<ul style="list-style-type: none"> - Huawei (con HiSilicon, la sin fábrica en la etapa de diseño que en 2018 se colocó en el lugar 16 a nivel global por ingresos) fue añadida al <i>Entity List</i> por el departamento de comercio de EU.
2020	<ul style="list-style-type: none"> - En diciembre, el departamento de comercio añade a SMIC (la <i>foundry Front-End</i>/fábrica china que en 2018 se colocó en 4to lugar a nivel global por ingresos) al <i>Entity List</i> y restringe su acceso a “tecnologías clave”.
2021	<ul style="list-style-type: none"> - Ya en la presidencia de Joe Biden, EU añade a siete compañías de supercomputadoras chinas al <i>Entity List</i> por el presunto apoyo a la modernización de las fuerzas armadas chinas.
2022	<ul style="list-style-type: none"> - En agosto, pasa en el congreso de EU el <i>CHIPS and Science Act 2022</i>, EU anuncia la prohibición de exportación de <i>software</i> EDA para el diseño de CI avanzados (de 3 nm o menores) a China, y EU prohíbe a Nvidia y AMD vender <i>chips</i> avanzados de Inteligencia Artificial a China. - El 7 de octubre EU lanza un nuevo paquete de restricciones en los que incluye <i>chips</i> lógicos de 16 nm o 14 nm o menores, <i>chips</i> de memoria DRAM de 18nm medio tono o menores, <i>chips</i> de memoria <i>flash</i> NAND con 128 capas o más, y nuevos requerimientos de licencia para exportar artículos para desarrollar o producir equipo de fabricación de semiconductores (SME).

Fuente: elaboración propia con información de BIS (2022); Wang (2022).

El cuadro 9, representa apenas un resumen de medidas que EU ha tomado contra China en particular que han provocado el desacoplamiento de la CGVS. El concepto desacoplamiento de la CGVS es relativo a lo mostrado en este capítulo y vincula las medidas políticas de tipo industrial que diversos países han tomado para alterar su posición en la cadena, así como las medidas comerciales tomadas básicamente por EU de manera unilateral para impedir o frenar el desarrollo de China afectando el volumen de comercio y modificando el orden del intercambio por diversos medios. El cuadro 10, muestra algunos acuerdos liderados por EU en el contexto internacional que abonan a la explicación anterior.

Cuadro 10. Acuerdos entre gobiernos liderados por Estados Unidos de la CGVS

Alianza de países	Objetivo
Acuerdo entre los gobiernos de <ul style="list-style-type: none"> - EU - Japón - Países Bajos 	<ul style="list-style-type: none"> - La negociación alcanzada por los gobiernos de los tres países incluye restricciones adicionales en exportaciones de equipo de fabricación de semiconductores (SME) donde ASML con base en Países Bajos tiene un monopolio. - Restricciones comerciales a equipo avanzado de litografía DUV y EUV, donde China tiene un cuello de botella.
<i>Taiwán Tax Agreement Act</i> <ul style="list-style-type: none"> - EU - Taiwán 	<ul style="list-style-type: none"> - La negociación alcanzada entre EU y Taiwán incluye - Evitar la doble tributación de compañías como TSMC. - Inversiones en EU para asegurar el suministro de <i>chips</i> más avanzados para computación. - Prevenir que los fabricantes de <i>chips</i> en Taiwán (TSMC) vendan <i>chips</i> de vanguardia a China.
<i>The Chip 4 alliance</i> (posible integración) <ul style="list-style-type: none"> - EU - Taiwán - Japón - Corea del Sur 	<ul style="list-style-type: none"> - La negociación no ha prosperado, pero de concretarse en el futuro significaría que Corea del Sur principal socio comercial de China - Restringiera a China de chips avanzados de memoria (Samsung y SK Hynix) - Además, del acceso al equipo de fabricación de semiconductores.

Fuente: elaboración propia con información de Allen y Benson (2023); Jennings (2023); Gargeyas (2022).

En términos generales, el objetivo de EU se centra de manera exclusiva en impedir el ascenso tecnológico de China en la CGVS usando la esfera comercial restrictiva interior y, a la vez, usando la esfera de la política internacional con sus aliados alrededor líderes tecnológicos en la CGVS y donde la influencia estadounidense es muy grande.

2.10 Restricciones comerciales de China en la CGVS

El gobierno de China, por su parte, ha sostenido el conflicto con EU en un nivel de respuesta discreto que le ha llevado a tomar solo ciertas medidas restrictivas en la CGVS.

Cuadro 11. Acuerdos entre gobiernos liderados por China de la CGVS

Alianza	Objetivo
- China, a través de la Administración del Ciberespacio de China.	A partir del 21 de mayo de 2023 la agencia China dio la instrucción de que “los operadores de infraestructura de información crítica deberían de dejar de comprar productos de Micron”. Productos de Micron incluyen: DRAM <i>chips</i> , <i>chips</i> de memoria <i>flash</i> , y discos duros de estado sólido.
- El gobierno de China (posible restricción comercial).	China está considerando la prohibición de exportaciones de cierta tecnología de imanes de tierras raras. China posee el 70% de participación en la producción de tierras raras y la mayoría de estas extraídas en EU tienen que ser enviadas a China para refinarse y regresar a EU.

Fuente: elaboración propia con información de Milmo y Wearden (2023); Tabeta (2023).

2.11 Resultados en la CGVS EU y China

El cuadro 11, contiene la apropiación de valor agregado de las etapas y procesos de la CGVS de EU y China del año 2019 en comparación con el año 2021.

Cuadro 12. Valor agregado de la CGVS de EU y China (2019-2021)

Estados Unidos				China			
	Estapa/Año	2019	2021		Estapa/Año	2019	2021
	EDA - PI	74%	72%		EDA - PI	2%	3%
Diseño	Lógicos	67%	67%	Diseño	Lógicos	5%	6%
	DAO	37%	37%		DAO	7%	9%
	Memoria	29%	28%		Memoria	-	-
	SME	41%	42%		SME	-	1%
	Materiales	11%	10%		Materiales	16%	19%
Front-End	Fabricación de obleas	12%	11%	Front-End	Fabricación de obleas	16%	21%
Back-End	ATP	2%	5%	Back-End	ATP	38%	38%
	En general	38%	35%		En general	9%	11%

Fuente: elaboración propia con datos de Varas et al. (2021); SIA (2022b).

El cuadro 11 da cuenta de la superioridad de EU en la CGVS. En esta comparativa de corto plazo, EU conserva su valor agregado en la etapa de diseño, a la vez, que reduce su aportación de valor

agregado de forma marginal (pierde 2%) en la producción de software EDA y núcleos de PI. Una etapa de relevancia es la producción de equipo de fabricación de semiconductores (SME) donde EU gana en su de por sí amplio valor agregado (de 41% a 42%). Sin embargo, EU enfrenta un proceso de pérdida de capacidad en manufactura *Front-End* al quedarse en 2021 en 11%. El progreso de China, por otro lado, es manifiesto en cada etapa y proceso de la CGVS, pero parte de niveles ínfimos en casi todas las etapas y procesos, con excepción de la producción de materiales, la manufactura *Front-End* y la manufactura *Back-End* donde la República Popular gana terreno en las etapas y procesos que ya domina. Un aspecto que marca a China es la nula competitividad en la producción de equipo de manufacturación de semiconductores, donde sus competidores tomando acciones drásticas que bloquean el acceso de dichos productos hacia empresas del país asiático.

2.12 Conclusiones preliminares

La CGVS es compleja y sofisticada con una amplia variedad de productos semiconductores y circuitos integrados que son parte fundamental de industrias maduras, emergentes y modernas que incluyen las de teléfonos inteligentes, computadoras personales, productos de almacenaje de información, automóviles, aviación, equipos de producción industrial, agrícolas, electrónicos de todo uso, equipo médico, equipos de telecomunicaciones, Inteligencia Artificial, entre muchos otros.

Por la gran variedad de usos, los semiconductores lógicos acaparan la mayor parte de ingresos de la CGVS, los semiconductores de memoria en segundo puesto y los DAO al final.

Todos los segmentos y etapas de la CGVS se caracterizan por una fuerte concentración de mercado en pocas compañías que se reparten los ingresos de la cadena y su origen está en pocos países y regiones del mundo, entre ellos, EU, Corea del Sur, Japón, Taiwán, Países Bajos y China,

y otros pocos. Los inconvenientes de este fallo de mercado se observan en el siguiente capítulo, y como es de esperarse, tienen un relevante efecto en la oferta, los precios y en el poder de sus participantes sean compañías, grupos de estas y gobiernos para vetar a sus competidores o limitar el acceso al mercado de semiconductores y CI.

La etapa de diseño es la más importante en la CGVS pues agrega más de la mitad de valor, la etapa de manufactura *Front-End* incluyendo los fabricantes de SME en segundo lugar, la etapa de investigación y desarrollo básico en tercero y las etapas *Back-End* son las de menor valor agregado en la CGVS. Sin embargo, estas últimas son de la mayor relevancia debido a las nuevas técnicas de embalaje avanzado ante la pérdida de vigencia de la Ley Moore.

El modelo de las IDMs tiene mayor capacidad de producción y ventas en los *chips* de memoria y DAO, y el modelo *fabless/foundry* captura mayor capacidad productiva y de ventas en los semiconductores lógicos.

La compañía taiwanesa TSMC concentra más de la mitad de las ventas en ese mercado y otra parte la firma del mismo origen UMC. Ambas colocan a Taiwán como el eje de manufactura mundial *Front-End* y *Back-End* de la CGVS donde EU tiene poca competitividad.

China está en un proceso en curso que busca la sustitución tecnológica de EU a través de tres (1, 2 y 3) de los cuatro tipos de escalamiento identificados en el estudio de las CGV que textualmente se definen de acuerdo con Gereffi y Lee (Gereffi y Lee 2018:282-283):

1. Escalamiento de producto, o moverse hacia líneas de producto más sofisticadas;
2. Escalamiento de proceso, el cual transforma insumos más eficientemente a través de la reorganización del sistema de producción o introduciendo tecnología superior;

3. Escalamiento funcional, lo que implica adquirir nuevas funciones (o abandonar funciones existentes) para aumentar el contenido general de habilidades las actividades; y
4. Escalamiento de cadena, donde las firmas se mueven hacia nuevas, pero a menudo industrias relacionadas.

La principal dificultad que China encuentra es el pobre punto de partida que tiene en las etapas superiores de la CGVS donde. En su intento por solventar ese problema, China destina entre el 10 y 15% del capital de los FNCI en inversiones a las etapas de diseño y equipo de fabricación de semiconductores. En esta última, hay una lucha intensa para dejar sin acceso a China de equipo estratégico de litografía DUV y EUV. La República Popular, por otro lado, tiene su fortaleza en las etapas de manufactura *Back-End*, donde su valor agregado en la CGVS es cercano al 40%, así de contrastante es la posición de China en la CGVS.

Por otra parte, desde hace aproximadamente siete décadas con éxitos y fracasos, China ha logrado posicionarse como uno de los centros de manufactura de semiconductores del mundo. A través de políticas industriales enfocadas en el escalamiento tecnológico, políticas de gobierno de todos los niveles que promueven el impulso de la empresa de propiedad pública y privada en la CGVS, con una política fiscal intensiva (que ha sido replicada en otros países), el involucramiento de universidades y centros tecnológicos, y ahora con un masivo plan financiero y de subsidios, el país asiático ha generado un proceso de endogeneidad en el territorio chino que lo coloca como la mejor opción para escalar en los procesos de la CGVS. Es decir, no hay otro país en el mundo que domine y vincule los elementos descritos con anterioridad que promuevan el escalamiento en una cadena como la de los semiconductores como China lo hace en su territorio.

Sin embargo, EU enfoca cada acción en la CGVS con el objetivo explícito de frenar a China.

Primero, con el llamado *CHIPS and Science Act 2022*, EU destina estímulos masivos para

acompañar inversiones en la manufactura *Front-End* y de manufactura *Back-End*, las inversiones en los procesos de embalaje avanzado, en particular. Generalmente, los incentivos otorgados a las compañías en EU se dan condicionados a no destinar inversiones (o solo un nivel mínimo) en China al menos en la próxima década. Y, segundo, con la gobernanza de EU en la CGVS, concepto que “muestra como el poder corporativo ejercido por firmas líderes mundiales moldea activamente la distribución de ganancias y riesgos sobre una industria, y como esto altera los prospectos de escalamiento de compañías en economías desarrolladas y en desarrollo” (Gereffi y Lee 2018:280). Específicamente, EU ejerce gobernanza pública a través de sus actores públicos, que incluyen gobiernos a diversos niveles dentro de las naciones-estado y organizaciones supranacionales (Gereffi y Lee 2018:286). Por medio del Reglamento de Administración de Exportaciones (EAR por sus siglas en inglés) el departamento de comercio estadounidense coloca a entidades (las cuales incluyen personas extranjeras, empresas, institutos de investigación, gobiernos y organizaciones privadas) en una lista negra con las cuales no permite realizar transacciones o son sujetas de regulaciones y políticas de licencias. La influencia internacional de EU es lo suficiente amplia como para alinear a sus objetivos a países tecnológicamente avanzados de la CGVS. Ahí, participa un conjunto institucional que incluye embajadas, el departamento de estado y el mismo presidente de los Estados Unidos que de manera activa vinculan a gobiernos extranjeros a través de programas y acuerdos a sus objetivos de política comercial. Lo anterior, ha obligado a China a modificar sus expectativas de emparejamiento tecnológico.

La CGVS ofrece una visión diferente sobre lo que significan las inversiones públicas. Por un lado, China invierte recursos del estado principalmente en empresas del sector público. Y por la otra, el gobierno de EU realiza inversiones de fondos públicos en empresas del sector privado.

Pese a sus diferencias, las inversiones realizadas por ambos programas de gobierno están enfocadas en fortalecer el segmento intermedio (manufactura) de semiconductores.

Al final, EU, con el dominio del segmento superior de la CGVS tiene un proceso en marcha para descender en la cadena mediante la relocalización de etapas de los segmentos intermedio e inferior en su territorio con una política industrial (al interior) y una política comercial (al exterior). Mientras que, China, con el dominio del segmento inferior intenta ascender con su propia política industrial, pero con una política comercial internacional en contra.

Capítulo 3. El comercio internacional en la CGVS 2000-2021

Como se estableció en la introducción, este capítulo se concentrará en probar la hipótesis de trabajo. Es decir, constatar que China ha desplazado importaciones de semiconductores de EU confirmando su escalamiento en la CGVS. Para dicho efecto, este capítulo se divide en cinco apartados. El primero, se utilizará para definir la CGVS sobre el sistema armonizado (SA) haciendo una revisión del capítulo 84 y 85, en particular de tres partidas; 8541 (dispositivos semiconductores), 8542 (circuitos electrónicos integrados) y 8486 (equipo de fabricación de semiconductores) con sus subpartidas a seis dígitos del SA. En el segundo, se revisarán las estadísticas comerciales analizando las exportaciones e importaciones totales de EU y China de la CGVS desde el año 2000 al 2021. En el tercer apartado, el comercio bilateral de la CGVS entre EU y China, primero, desde una perspectiva estadounidense reportando exportaciones e importaciones de este país a China. Y, Segundo, desde una perspectiva china, reportando exportaciones e importaciones con EU. En el cuarto apartado, se hará un análisis de las tendencias de las principales subpartidas que China importa desde EU. En el quinto apartado se analiza el comercio de China con un conjunto de países seleccionados preponderantes en la CGVS para analizar en perspectiva de otros países, el aumento o reducción de las importaciones de EU hacia China. Por último, se presentan las conclusiones preliminares.

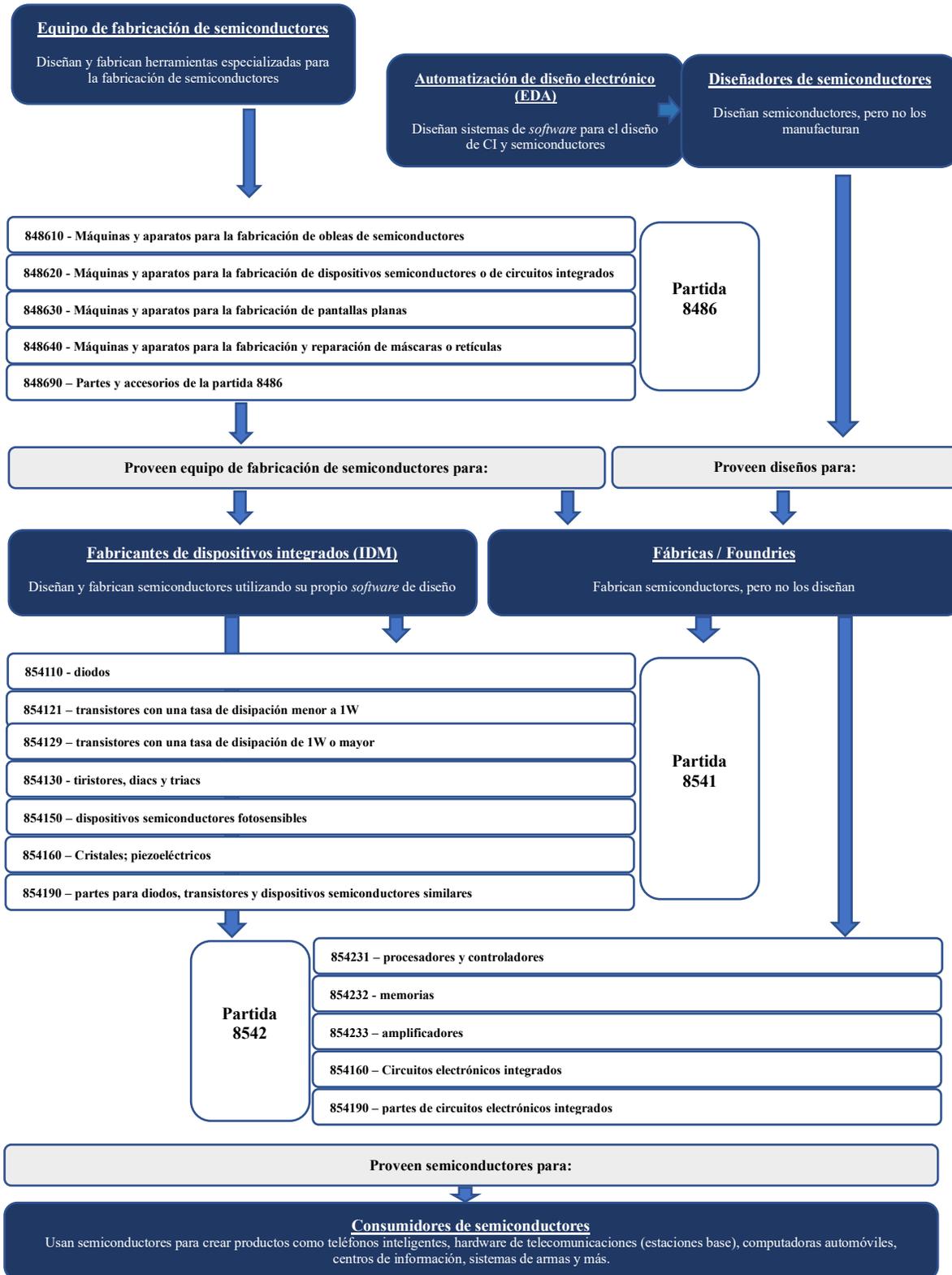
3.1 Definición de la CGVS en el Sistema Armonizado

En el capítulo 2, esboza un conjunto de segmentos de la CGVS, desde el segmento superior (investigación y desarrollo precompetitivo), el intermedio (segmentos de diseño y fabricación) y el inferior (las etapas de ensamble, pruebas y embalaje). Así, la CGVS está conformada por múltiples actividades que, dadas las existentes estadísticas del comercio como lo sugiere la OECD, “no capturan fácilmente las diferentes etapas de la cadena de valor de semiconductores.

Para el comercio de bienes, esto obliga al análisis a centrarse en un conjunto diferente y más limitado de actividades” (OECD 2019:36). Partiendo de lo anterior, existen diferentes enfoques de como analizar la CGVS en el SA. Por ejemplo, la OECD propone medir la CGVS a través de cuatro grandes etapas que van desde la producción de obleas de semiconductores, la de semiconductores, su aplicación en electrónicos intermedios, hasta su implementación en la elaboración final de electrónicos (OECD 2019). Para ello, se deben explorar al menos 65 subpartidas a seis dígitos del SA. Por otra parte, la SIA realiza un análisis de la CGVS clasificando semiconductores y CI en tres categorías; análogos, lógicos y de memoria utilizando las partidas 8541 y 8542. Desde otro punto de vista, un examen que agregue la partida 8486 de la mayor relevancia para la producción de semiconductores y CI es fundamental. Por ejemplo, el *Peterson Institute for International Economics* (PIIE) señala las tres partidas mencionadas como “una construcción estimada objetivo para la industria de semiconductores” (Brown 2020). Además, la SIA en el contexto del análisis de las tarifas sobre la CGVS que EU impondría a las importaciones de China sugirió que, “todos los semiconductores y las líneas de cadena de suministro de semiconductores sean removidos de la lista de aranceles, incluyendo todas las subpartidas a 8 dígitos en el programa de aranceles armonizado bajo las partidas 8542, 8541 y 8486 del SA” (SIA 2018). Mientras que la partida 8486 abarca procesos previos a la fabricación de semiconductores, las partidas 8541 y 8542 incluyen los procesos de manufactura. Por lo anterior, y para efectos de este texto, la CGVS se circunscribe en el SA a las partidas; 8486, 8541 y 8542 con sus correspondientes subpartidas a seis dígitos del SA del año 2000 al 2021⁶.

⁶ Los datos de la partida 8486 se presentan a partir del 2007, año en el cual empezó a contabilizarse.

Esquema 3. Proceso de fabricación de semiconductores por etapas y los productos del Sistema Armonizado producidos en ellas



Fuente: elaboración propia con base en Bown (2020).

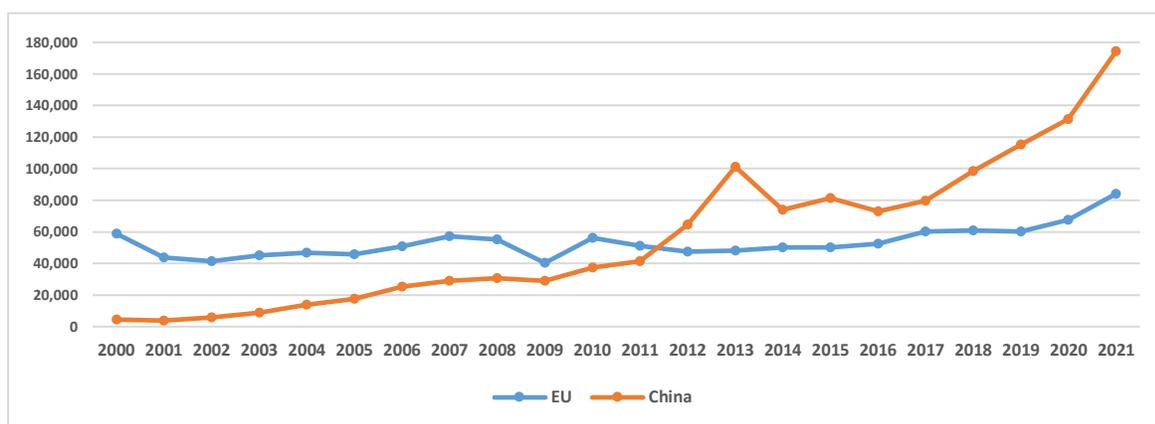
El esquema 3, muestra una aproximación de la conformación de la CGVS en el Sistema Armonizado que se analizará en este texto, desde la producción de equipo de fabricación de semiconductores y como las entidades involucradas transforman insumos hasta producir los semiconductores y circuitos integrados para los consumidores finales.

En los siguientes apartados se presentan las estadísticas de la CGVS con base a la plataforma UN Comtrade Database de Naciones Unidas.

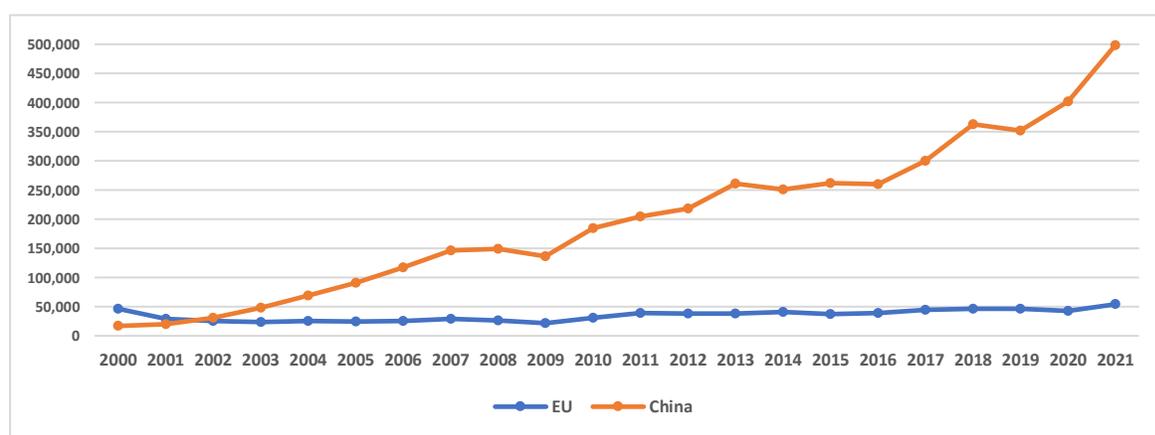
3.2 Comercio de EU y China con el mundo de la CGVS

En este apartado se aborda, en términos generales, el comercio que EU y China tienen con el mundo. Por un lado, el flujo de exportaciones totales hacia el mundo de ambos países y, por el otro, sus importaciones desde el exterior de la CGVS. Para comprender el comportamiento de ambos flujos es importante retomar tres aspectos importantes. Primero, el rápido ascenso de China en el comercio internacional desde principios de siglo hasta hoy. China en 2020 “se convirtió por primera vez en el principal país según el comercio de bienes y servicios desplazando a Estados Unidos, Alemania y Japón- con el 11.54% (y 11.18% de EU); todavía en 2000 la participación de China fue apenas de 2.22%” (Dussel Peters y Pérez Santillan 2021:8). Segundo, en 2006, Dani Rodrik concluyó sobre el tipo de exportaciones de China hacia el mundo, “terminó con una canasta de exportaciones que es significativamente más sofisticada de lo que normalmente se esperaría” (Rodrik 2006:23). Y, por último, lo que se ha apuntado en el capítulo 2, que China funge como el principal eje de electrónica e importador de *chips* del mundo. Lo anterior, puede servir de punto de partida para entender el comercio en la CGVS en las dos últimas décadas (2000 al 2021) de China y EU.

Gráfica 1. Exportaciones totales de EU y China de la CGVS en MDD (2000-2021)



Gráfica 2. Importaciones totales de EU y China de la CGVS en MDD (2000-2021)



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

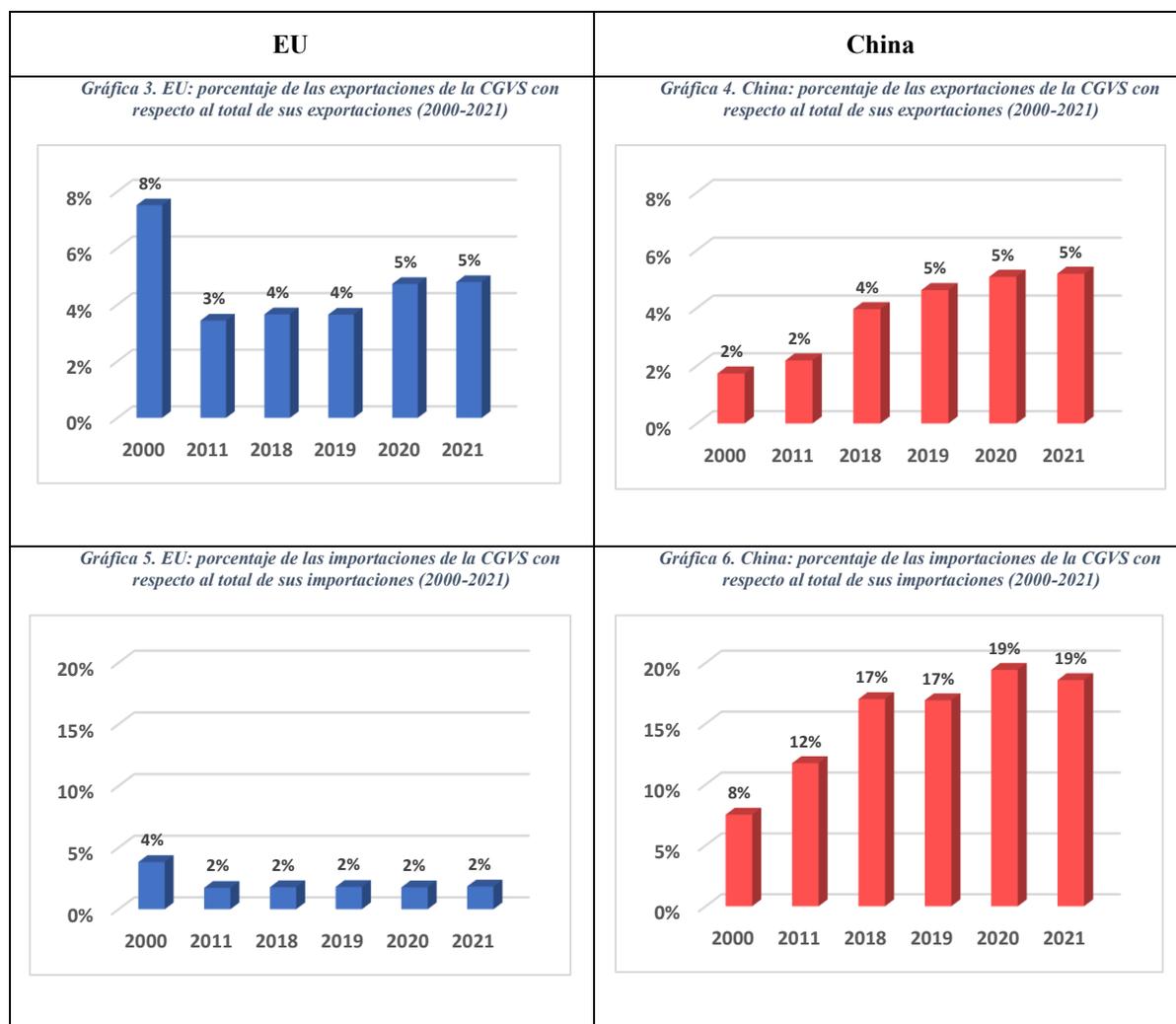
Las exportaciones de China de la CGVS se multiplicaron (en términos nominales) 42 veces de poco más de 4 mil MDD en el año 2000, a más de 172 mil MDD en 2021 (Anexo 1). EU exportaba al mundo (58 mil MDD) 14 veces más que China en el año 2000, desde el 2012 China supera a EU en exportaciones. China parece dejar atrás a EU en la carrera de las exportaciones de las CGVS ya que duplica en monto a las exportaciones estadounidenses.

Por el lado de las importaciones, China en el año 2000 recibía del mundo un valor de 16.5 mil MDD cifra que para el año 2021, se multiplicó 30 veces (más de 498 mil MDD) (Anexo 1). En

el año 2000, las importaciones que EU recibía del mundo eran 2.8 veces más grandes que las de China, para el 2021, las importaciones de China eran 9 veces las de EU.

Las exportaciones de EU en el año 2000 eran 26% más grandes que sus importaciones, mientras que para el año 2021, sus exportaciones fueron 55% más grandes que sus importaciones (Anexo 1). Del otro lado, las exportaciones chinas representaron un 25% de sus importaciones en el año 2000, y para el año 2021, el 35% de sus importaciones. Así, vemos que China es un importador neto y EU un exportador neto en la CGVS.

El siguiente conjunto de gráficos muestra que el nivel de exportaciones de productos de la CGVS se incrementa de forma marginal con el tiempo y llegan a un nivel del 5% del total de sus exportaciones (de cualquier bien) al mundo en ambos casos. Sin embargo, la proporción de importaciones de China de la CGVS son de la mayor relevancia pues solo los productos de la CGVS (partidas 8486, 8541 y 8542) representan casi el 20% de las importaciones totales.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.2.1 Tendencia generales del comercio de EU y China con el mundo por partida

El Cuadro 13 explica a nivel partida la proporción de exportaciones hacia el mundo de cada país, igualmente con las importaciones. Primero, EU en la partida 8486 tiene una tendencia al alza desde 2011 finalizando el 2021 con un máximo de 31.24% como proporción de las exportaciones de la CGVS y sus tasas de crecimiento promedio anual (TCPA) de 2011 a 2021 y de 2018 a 2021 alcanzan casi un 10% en ambos periodos (mayores que las otras partidas). Segundo, en la partida 8541 existe una tendencia negativa tocando su nivel más bajo en 2021, con un peso de 5.99% en sus exportaciones de la CGVS. Por último, la partida 8542 es, por mucho, la más representativa

en las exportaciones de EU, pero presenta una tendencia a la baja. En el año 2000, la partida 8542 representó el 92.04% y, en 2021, con una pérdida de casi 30 puntos porcentuales se ubicó en 62.78%.

En las importaciones de EU se destaca, primero, la partida 8486 con una tendencia a la baja desde 2011 hasta el 2021. La partida tiene la TCPA más baja de las tres partidas. El aumento de exportaciones y la reducción de importaciones de la partida 8486 confirma lo señalado en el capítulo 2 (sección 2.4) sobre la importante posición de EU en la producción de equipo de fabricación de semiconductores (SME). Segundo, las importaciones totales de la partida 8541 del 2000 al 2021, disminuyen de forma marginal y son los productos que EU menos exporta e importa. Tercero, la partida 8542 que en el año 2000 representaba más del 91% de sus importaciones totales de la CGVS, finalizaron el año 2021 con el 76.15%. Esta partida muestra un repunte en los últimos 4 años con TCPA superiores al 4%.

Cuadro 13.

Estados Unidos estructura exportadora e importadora al mundo de las partidas de la CGVS (2000-2021) (en porcentaje)

Exportaciones de Estados Unidos								TCPA	
	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021	
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	19.95	29.89	25.73	28.97	31.24	9.96	9.59	
8541 (dispositivos semiconductores)	7.96	9.88	8.27	7.51	5.72	5.99	0.00	-0.01	
8542 (circuitos electrónicos integrados)	92.04	70.18	61.84	66.75	65.31	62.78	3.97	8.80	
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	5.14	8.39	
 Importaciones de Estados Unidos	 2000	 2011	 2018	 2019	 2020	 2021	 2011-2021	 2018-2021	
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	21.42	18.46	22.73	18.96	16.69	0.73	1.20	
8541 (dispositivos semiconductores)	8.91	8.29	7.06	6.21	6.42	7.16	1.77	4.14	
8542 (circuitos electrónicos integrados)	91.09	70.28	74.48	71.06	74.62	76.15	4.11	4.35	
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	3.28	3.77	

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

China, por otro lado, para el año 2021 muestra que sus exportaciones de la partida 8486 son marginales y solo representaron un 2.10% de las exportaciones de la CGVS pese a sus TCPA relativamente grandes como se observa en el cuadro 14. Lo segundo, es la sustantiva caída de la partida 8541. En 2000, 2011 y 2021 su representación cayó de 33.15%, 18.07% y 8.76% respectivamente. Por último, destaca el crecimiento de la partida 8542 ya que en el año 2021 representa casi el 90% de las exportaciones chinas de la CGVS con TCPA superiores al 16%.

Las importaciones de China se concentran en la partida 8542 cuya tendencia ha sido al alza. En el año 2021, tuvieron un peso de casi 87%. China, proporcionalmente, llegó a un mínimo histórico en la partida 8541 al registrar un 4.82% en 2021. No obstante que, China es importador neto en la CGVS, sus exportaciones presentan TCPA más elevadas en todas las partidas en comparación con las TCPA de sus importaciones, en particular, la partida 8542.

Cuadro 14.

China estructura exportadora e importadora de las partidas de la CGVS (2000-2021) (por porcentaje)

							TCPA	
	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021
Exportaciones de China								
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0	2.50	2.55	1.92	1.96	2.10	13.46	9.86
8541 (dispositivos semiconductores)	33.15	18.07	11.00	9.52	8.99	8.76	7.39	8.99
8542 (circuitos integrados electrónicos)	66.85	79.44	86.45	88.56	89.04	89.14	16.79	16.25
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	15.45	15.36
Importaciones de China								
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0	8.48	8.47	7.51	7.87	8.22	8.96	7.44
8541 (dispositivos semiconductores)	18.94	7.99	5.34	5.40	4.85	4.82	3.91	5.53
8542 (circuitos integrados electrónicos)	81.06	83.52	86.19	87.09	87.28	86.96	9.75	8.50
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	9.30	8.26

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.3 Comercio bilateral entre Estados Unidos y China de la CGVS

El cuadro 15 muestra el comercio bilateral de la CGVS entre EU y China del año 2021. En la primera parte del cuadro se expone el comercio que EU sostiene con China en la CGVS. Es decir, las exportaciones de EU hacia China en 2021 representaron, en monto, \$19,759 millones de dólares, de esa cantidad, el 62.09% fueron exportaciones hacia China solo de la partida 8542 seguido de un 34.45% de la partida 8486 y una mínima parte de la partida 8541. El monto de las exportaciones de EU hacia China representa el 23.48% del total exportado por EU de la CGVS. En la segunda parte del cuadro se muestra el comercio que China sostiene con EU, donde las exportaciones del primero son de \$2,275 millones de dólares hacia EU y representan solo el 1.31% de las exportaciones chinas de la CGVS. El 64.60% de las exportaciones chinas a EU son de la partida 8542, 20.25% de la partida 8541 y el 15.15% de la partida 8486.

Cuadro 15.

Intercambio bilateral entre EU y China de la CGVS (2021)

	Monto en MDD	8486 (en porcentaje)	8541 (en porcentaje)	8542 (en porcentaje)	Total (en porcentaje)	Porcentaje del comercio de EU con China de la CGVS
EU						
Exportaciones a China	19,756	34.45	3.46	62.09	100.00	23.48
Importaciones desde China	3,611	19.25	15.40	65.34	100.00	6.67
	Monto en MDD	8486 (en porcentaje)	8541 (en porcentaje)	8542 (en porcentaje)	Total (en porcentaje)	Porcentaje del comercio de China con EU de la CGVS
China						
Exportaciones a EU	2,275	15.15	20.25	64.60	100.00	1.31
Importaciones desde EU	23,376	29.70	2.96	67.34	100.00	4.69

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022)

En primera instancia se observa la discrepancia en el registro del comercio. Es decir, exportaciones de EU hacia China, no representan lo mismo que las importaciones de China desde EU. En segundo lugar, ambas, las exportaciones e importaciones (en proporción) son más importantes para EU que para China. O sea, en el 2021, del total de las exportaciones de la CGVS, EU exportó a China el 23.48% e importó desde China el 6.67% del total de importaciones de su CGVS. Mientras que, para China, esos valores representan el 1.31% y 4.69% respectivamente. Dicha relación es relevante en el marco de la guerra tecnológica y las consecuentes restricciones comerciales de EU a China en la CGVS debido a que, el mercado chino representa para las compañías norteamericanas exportadoras de la cadena casi una cuarta parte del total de sus exportaciones. No así para China, pues el mercado estadounidense para las compañías exportadoras de la República Popular solo supera el 1.30% de lo que exporta al mundo de la CGVS. Y, en tercer lugar, se observa que el comercio de ambos países gira en torno a la partida 8542 donde se concentra más del 60% (en ambas, exportaciones e importaciones). Sin embargo, la partida 8541 es importante para EU en términos de lo que recibe de China y para este último, la partida 8486 cobra mayor relevancia. En los siguientes apartados se muestra el comportamiento histórico del comercio bilateral de EU y China.

3.3.1 La CGVS de EU con China

El cuadro 16 muestra el comercio que EU tiene con China como porcentaje del comercio total estadounidense de la CGVS en ambas, exportaciones e importaciones. Aunado a lo anterior, el porcentaje de las partidas refleja la proporción del total de esa partida que EU exporta e importa de la República Popular. Destacan las crecientes exportaciones desde EU a China en todas las partidas. La partida 8486 aparece como la más exportada de EU hacia China con más de un cuarto de las exportaciones estadounidenses de equipo de fabricación de semiconductores

concentradas en China. Además, la TCPA de 2018 al 2021, fue de 22.25%. De igual forma, la partida 8542 finalizó el año 2021 con 23.22% de las exportaciones de EU totales concentradas en China y su TCPA desde 2018 fue de 26.24%. Pese a las restricciones comerciales desde 2019 (*Entity List*) impuestas por EU a China, toda partida de la CGVS tiene TCPA relativamente grandes en los últimos años (2018-2021).

Cuadro 16.

Comercio de EU con China como porcentaje del total de la CGVS de EU (2000-2021) (en porcentaje)

Exportaciones	2000	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	13.82	20.45	23.52	25.58	25.90	17.09	22.25
8541 (dispositivos semiconductores)	3.93	9.81	10.82	13.34	16.90	13.57	3.30	7.84
8542 (circuitos electrónicos integrados)	1.29	11.20	16.18	20.32	22.98	23.22	11.84	26.24
Total	1.50	11.58	17.01	20.62	23.39	23.48	12.83	23.98
Importaciones	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	3.55	9.72	4.29	7.15	7.69	8.83	-6.03
8541 (dispositivos semiconductores)	5.26	21.72	25.17	18.74	18.65	14.34	-2.37	-12.50
8542 (circuitos electrónicos integrados)	1.25	7.05	9.19	4.77	5.65	5.72	1.96	-9.62
Total	1.60	7.51	10.41	5.52	6.77	6.67	2.05	-9.45

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

En las importaciones de EU desde China, las tres partidas se encuentran proporcionalmente en declive a partir de 2018. Destaca la partida 8541 que, pese a tener un buen crecimiento en la primera década de medición, presenta las TCPA a la baja más importantes -2.37% y -12.50% respectivamente.

3.3.2 La CGVS de China con EU

El cuadro 17 muestra el comercio que China tiene con EU como porcentaje del comercio total de China de la CGVS en ambas, exportaciones e importaciones. También, muestra el porcentaje

de cada partida como proporción del total de esa partida que China exporta e importa de EU. Destaca que las exportaciones de China a EU de las tres partidas tienen una marcada tendencia a la baja. En el año 2000, el porcentaje total de la CGVS representaban el 9.91% de las exportaciones totales de China hacia EU y, en el año 2021, solo el 1.31%. Segundo, la proporción de exportaciones hacia EU de la partida 8486 es la más importante cerrando en 9.42% en 2021. Y, tercero, las exportaciones de la partida 8541 solo representaron el 3.02% del total de exportado por China de esa partida en el mismo año. A la vez, las exportaciones de la partida 8542 muestran el descenso más severo, pues fueron menores al 1% en 2021 después de haber representado más del 10% en el año 2000.

Cuadro 17.

Comercio de China con EU como porcentaje del total de la CGVS de China (2000-2021) (en porcentaje)

Exportaciones	2000	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	12.01	12.31	10.54	8.13	9.42	10.74	3.67
8541 (dispositivos semiconductores)	8.59	4.85	4.97	4.03	3.26	3.02	2.41	-5.03
8542 (circuitos electrónicos integrados)	10.56	3.69	1.68	0.94	0.84	0.95	1.93	0.95
Total	9.91	4.11	2.31	1.42	1.20	1.31	2.95	-0.01
Importaciones	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021
8486 (equipo de fabricación de semiconductores)	0.00	12.90	13.12	15.65	16.87	16.93	11.96	19.81
8541 (dispositivos semiconductores)	8.27	4.01	3.36	4.13	3.49	2.88	0.54	2.06
8542 (circuitos electrónicos integrados)	7.59	3.72	3.84	4.43	4.05	3.63	9.47	9.41
Total	7.72	4.52	4.60	5.26	5.04	4.69	9.69	11.85

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

En las importaciones de China provenientes de EU se observa que, China no ha sido un importador histórico destacado de EU de la CGVS, de hecho, dichas importaciones son muy bajas. La reducción proporcional de las importaciones de las partidas 8541 y 8542 de la CGVS, confirman lo establecido en el capítulo 2, que EU es poco competitivo en términos de

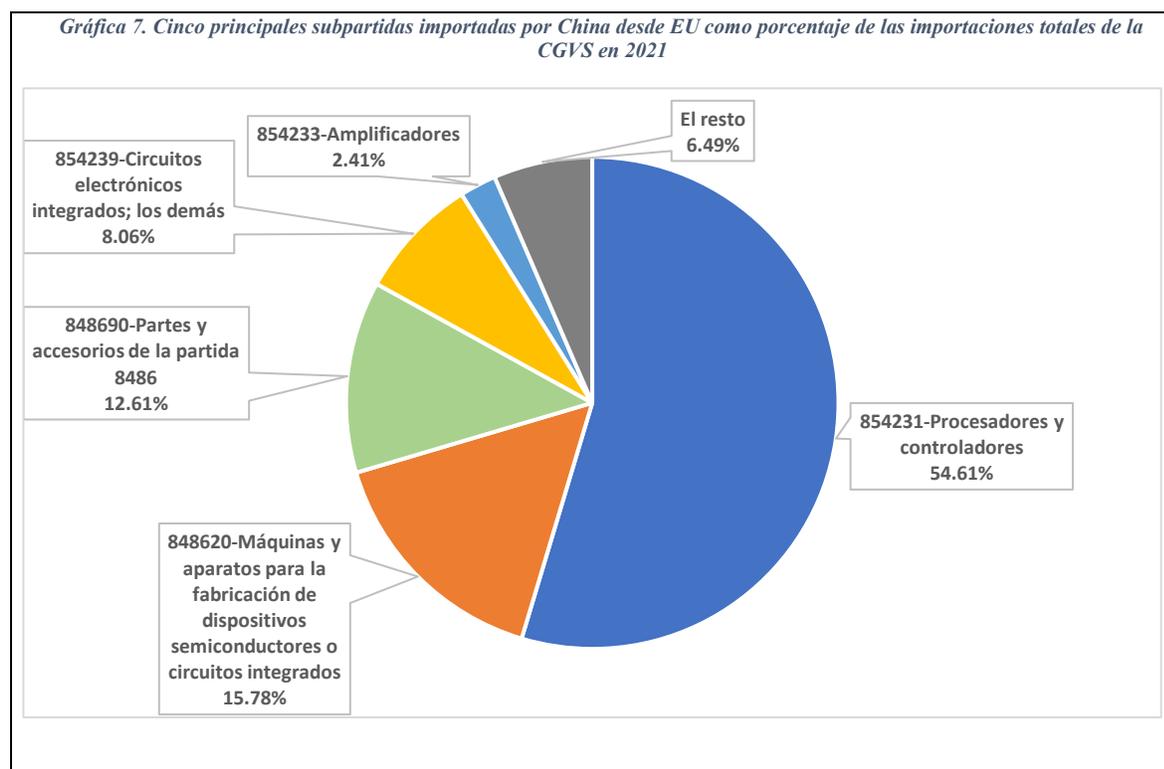
manufactura de semiconductores y CI, lo cual se manifiesta en la caída proporcional de las importaciones chinas desde EU, siendo China el país que más importa semiconductores y CI del mundo. Contrariamente a las otras dos partidas, las importaciones desde EU en la partida 8486 han sido más competitivas, muestra de que las acciones prohibicionistas de EU (*Entity List*) a nivel partida 8486, no han tenido impactos significativos ya que las importaciones desde EU se incrementan de 2018 al 2021 a una T CPA de 19.81%. En términos generales, China sustituye importaciones de EU de la CGVS⁷ en dos partidas, la 8541 y la 8542, mientras que, de la partida 8486, China concentra más importaciones desde EU.

3.4 Tendencias de las principales subpartidas importadas por China de Estados Unidos

La CGVS consta de 3 partidas y de 18 subpartidas a seis dígitos del SA y en este apartado se analizan las 5 principales subpartidas más importadas por China desde EU. Lo primero, es que hay una gran concentración del comercio de la CGVS de China con EU pues 5 subpartidas importadas por China desde EU representaron el 93.51% del total (Gráfica 7). Dicha concentración ha ido incrementándose desde el año 2000 (Anexo 2). La subpartida 854231 (procesadores y controladores) es, por mucho, la más significativa con el 54.61% de las importaciones desde EU. La sección 2.1.1 del capítulo 2, revisó las aplicaciones de (micro) procesadores y (micro) controladores qué incluyen; teléfonos móviles, computadoras, servidores, automóviles, equipos industriales y, en general, electrónica de consumo, que cobran relevancia indiscutible a la luz del gran eje de manufactura electrónica china. En segundo lugar, las importaciones de origen estadounidense de la subpartida 848620 que en el año 2021 fueron del 15.78%, confirman la importancia que EU tiene en la fabricación de herramientas para la

⁷ En el cuadro 18 de la sección 3.5 de este capítulo se expone un conjunto de países a través de los cuales China, sustituye importaciones de la CGVS.

manufacturación de semiconductores y CI, y la debilidad china en este segmento de la CGVS. Ambas situaciones fueron señaladas en los subcapítulos 2.4 y 2.5. En tercer lugar, en el 2021, la subpartida 848690 (partes y accesorios) representó un 12.61%. Las tres subpartidas (854231, 848620 y 848690) en el año 2021, representaron el 83.00%, mientras que las subpartidas 854239 (circuitos integrados; los demás) y 854233⁸ (circuitos integrados; amplificadores) en conjunto tuvieron el 10.51% con tendencia a la baja (Anexo 2).



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.5 Principales tendencias en las importaciones de China desde 8 países seleccionados

En este apartado se da cuenta de las importaciones de China desde de un grupo seleccionado de países que participan de forma relevante en la CGVS (mencionados en el capítulo 2). Una limitación significativa de la base de datos de UN Comtrade Database al 2022 con la cual se trabaja en este texto, es la no inclusión de Taiwán que es parte de China. Generalmente, la

⁸ México y la relevante exportación hacia China de la subpartida 854233 véase; Anexo 6.

literatura de la CGVS (como se vio en el capítulo 2) separa, en términos comerciales, a China de Taiwán. Sin embargo, por la razón mencionada arriba, en este texto se omite esa separación. Entre los países con una participación destacada en la CGVS se encuentran un conjunto de naciones asiáticas (Corea del Sur, Japón, Singapur, Malasia y Vietnam), europeas (Países Bajos y Alemania) y los Estados Unidos.

La concentración de importaciones desde estos países en el año 2000 fue del 57.33% del total de la CGVS de China, porcentaje que paulatinamente desciende hasta el año 2021, cuando el 46.62% de las importaciones chinas de la CGVS vinieron desde este grupo de países (cuadro 18). Es decir, China sustituyó importaciones desde los 8 de países en poco más de dos décadas en más del 10%. Una característica de las importaciones chinas desde este listado de países es que más del 40% de estas, en 2021, tienen como origen países de Asia oriental y de Asia suroriental. En cuanto a las tendencias por país se observa (nuevamente) que EU no es un socio comercial (en cuanto a importaciones) particularmente importante para China de la CGVS ya que, desde 2011, se mantiene en niveles de entre el 4 y 5% del total de las importaciones de la CGVS. Contrariamente, las importaciones desde Corea del Sur en el año 2000, que representaron un 9.13%, en el 2018, más que se duplicaron cuando cerca de un cuarto de las importaciones chinas (24.80%) de la CGVS vinieron de ese país. Desde ahí, su tendencia es a la baja y cerraron el 2021 en 19.06%. Por otro lado, China en el año 2000 era dependiente de las importaciones de Japón y recibió de este país el 26.32% del total. No obstante, Japón perdió su relevancia de manera abrupta. En 2011, China importó de Japón el 11.59%, y en 2021 el 7.61%. Por último, las importaciones hacia China desde Malasia desde el año 2000, son muy constantes y finalizaron el 2021 en 7.42%, porcentaje por encima de EU y similar al de Japón.

Cuadro 18.

**Importaciones de China provenientes de países seleccionados como porcentaje de su total
de importaciones de la CGVS (partidas 8486, 8541 y 8542) (2000-2021)**

TCPA

País	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021
EU	7.72	4.52	4.60	5.26	5.04	4.69	9.69	11.85
Corea del Sur	9.13	18.11	24.80	19.81	18.80	19.06	9.86	1.82
Japón	26.32	11.59	7.87	8.07	7.57	7.61	4.79	9.89
Alemania	2.62	1.74	0.78	0.78	0.64	0.70	-0.15	7.68
Países Bajos	0.17	0.53	0.72	0.50	0.72	0.71	12.51	10.81
Singapur	3.90	3.15	2.58	2.65	2.49	2.63	7.33	11.81
Malasia	7.47	14.66	7.62	9.31	8.12	7.42	2.10	10.17
Vietnam	0.00	0.54	2.08	3.85	5.11	3.81	32.76	35.99
total	57.33	54.85	51.04	50.22	48.49	46.62	7.54	7.85

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.5.1 Importaciones de China; partida 8486 (equipo de fabricación de semiconductores)

Las importaciones de la partida 8486 (cuadro 19) muestran que China tiene una sostenida dependencia y gran concentración de las importaciones de los 8 países. En 2007, China importó (87.88%) casi lo mismo que en 2021 (87.80%) y tiene unas TCPA superiores al 10% para ambos periodos. El conjunto de países de la región de Asia oriental y Asia suroriental se presentan como el mayor proveedor de equipo de fabricación de semiconductores de la partida 8486 para China al tener un peso del 60% del total de estas en 2021. En 2007, por otra parte, China importó de EU la significativa proporción del 29.58% y después de altibajos esta cifra llega a 16.93% en 2021, mostrando una TCPA en el periodo de 19.81%. Al final, China ha sustituido casi 10% de importaciones de EU de 2007 a 2021. Versión contraria son las importaciones desde Corea del Sur, las cuales en 2007 tuvieron un peso de 7.26% y en 2018 (año extraordinario), esa proporción casi se triplicó llegando al 21.17%. A partir de entonces, han venido en declive y finalizaron el

2021 con el 14.09% del total importado por China. De la mayor relevancia son las importaciones desde Japón, las cuales que finalizaron con el 31.51% de las importaciones de esta partida en 2021.

Cuadro 19.
Importaciones de China provenientes de países los seleccionados como porcentaje de su total de importaciones de la partida 8486 de la CGVS (2007-2021)

País	2007	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
EU	29.58	12.90	13.12	15.65	16.87	16.93	11.96	19.81
Corea del Sur	7.26	8.82	21.17	19.70	18.87	14.09	14.18	-3.93
Japón	34.09	32.47	34.27	33.73	30.50	31.51	8.64	7.01
Alemania	4.24	13.58	2.52	3.29	2.20	2.46	-8.16	9.17
Países Bajos	9.34	6.04	8.19	6.37	8.85	8.37	12.56	10.82
Singapur	2.64	4.03	6.93	6.81	8.98	12.01	21.52	32.21
Malasia	0.73	0.47	0.54	0.91	1.31	2.03	26.12	71.19
Vietnam	0.00	0.01	0.24	0.20	0.26	0.39	59.88	29.80
Total	87.88	78.33	86.97	86.66	87.83	87.80	10.21	10.39

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Singapur ha multiplicado sus importaciones a China, de 2007 a 2021 pasó de 2.64% a 12.01%, porcentaje por encima de países como Alemania, Países Bajos y similar al de Corea del Sur. Y, por último, Países Bajos con niveles por debajo de los países mencionados, pero manteniendo su relevancia, en 2021, China importó 8.37% de la partida desde este país.

A seis dígitos del SA, en el año 2021, las dos subpartidas más importadas por China de esta partida fueron la 848620⁹ y la 848690¹⁰ (Anexo 3). En el 2007, dichas subpartidas se importaban por China a razón de 56.42% y 8.52% respectivamente y juntas tuvieron el 64.94% de sus

⁹ Máquinas y aparatos de los tipos utilizados, exclusiva o principalmente, para la fabricación de dispositivos semiconductores o de circuitos electrónicos integrados.

¹⁰ Máquinas y aparatos de la partida 8486; Partes y accesorios.

importaciones en esta partida. En el 2021, la proporción en conjunto aumentó al 68.79%, la subpartida 848620 disminuyó a 51.63% y la 848690 aumentó al 17.16%.

3.5.2 Importaciones de China; partida 8541 (dispositivos semiconductores)

Las importaciones de la partida 8541 han ido disminuyendo de manera sostenida (cuadro 20), pues en 2021 cierran en 35.79% su valor más bajo histórico. Segundo, las importaciones para China en esta partida crecen poco y tiene bajas TCPA, 1.59% y 6.05%, respectivamente. Tercero, un porcentaje cercano al 30% de las importaciones totales de China de la partida 8541, en 2021, viene de países asiáticos. Cuarto, las importaciones desde EU son sustituidas presentando una disminución sustancial y para el año 2021, solo alcanzaron un 2.88%. Similares han sido las importaciones de Corea del Sur hacia China que han decrecido considerablemente al cerrar el 2021 en su valor más bajo de 4.10%. Quinto, Japón es el caso emblemático de sustitución de importaciones en la partida 8541, ya que de un relevante 28.81% en el año 2000, terminaron el 2021, con solo el 11.18%. Por último, las importaciones de Malasia se vuelven las segundas más importantes en este grupo después de las de Japón, en 2021 fueron del 10.03%.

Las dos subpartidas más importadas en el año 2021 (Anexo 4) son la 854129¹¹ con un 36.50% y la 854110¹⁰ con un 18.40%, representando conjuntamente el 54.90% del total de importaciones de la partida 8541, casi un 20% más de que en el 2000, cuando representaron un 35.69%, la partida 854110 con un peso de 25.12% y la 854129 un 10.57%.

¹¹ Aparatos eléctricos; transistores (que no sean fotosensibles), con una tasa de disipación de 1W o más.

¹⁰ Aparatos eléctricos; diodos, excepto los diodos fotosensibles o emisores de luz (LED).

Cuadro 20.

**Importaciones de China provenientes de países seleccionados con respecto al total
de sus importaciones de la partida 8541 de la CGVS (2000-2021)**

País	2000	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
EU	8.27	4.01	3.36	4.13	3.49	2.88	0.54	2.06
Corea del Sur	9.09	10.45	6.26	5.05	4.37	4.10	-5.38	5.92
Japón	28.81	16.25	11.66	11.53	12.78	11.18	0.09	5.92
Alemania	4.62	1.32	2.51	2.44	3.18	2.96	12.65	13.50
Países Bajos	0.27	0.05	0.13	0.11	0.14	0.11	12.25	3.82
Singapur	1.93	1.94	2.85	3.06	2.99	3.59	10.54	16.14
Malasia	6.54	11.32	9.48	9.43	9.62	10.03	2.66	9.48
Vietnam	0.00	0.10	0.96	0.89	1.00	0.93	29.32	6.39
total	59.52	45.44	37.20	36.64	37.57	35.79	1.59	6.05

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.5.3 Importaciones de China de la partida 8542 (circuitos electrónicos integrados)

En la partida 8542 en el año 2000, desde los 8 países, China importó el 56.82% de su total de la CGVS (cuadro 21). Para el 2021, China sustituyó importaciones desde los 8 países e importó de estos el 43.33%. Casi el 40% de las importaciones totales de China de la partida 8542, en 2021, provienen de Asia. De forma particular, lo primero que destaca es que las importaciones desde EU son relativamente bajas. En el año 2000, estas representaron el 7.59% del total y descendieron hasta el 3.63% en el año 2021. Es importante señalar que, durante los años 2019 y 2020, las importaciones desde EU tuvieron un peso mayor que en los años previos a las tensiones comerciales. Segundo, el caso surcoreano vuelve a cobrar relevancia pues China en 2018 importó su máximo histórico con un peso de 26.31%. Es decir, el comercio bilateral entre China y Corea del Sur en cuando menos dos de las tres partidas de la CGVS (8486 y 8542) es fundamental para

la República Popular. Tercero, las importaciones japonesas tenían una importancia mayúscula en el año 2000 y se precipitaron para el 2021, solo representaron el 5.15%. Por último, las importaciones desde Malasia cerraron el 2021 con un 7.78% mayores a las de EU, Japón y Alemania, y la creciente participación de las importaciones de Vietnam hacia China que, de 0 pasó a 4.29% en 2021.

Cuadro 21.

Importaciones de China provenientes de países seleccionados con respecto al total de sus importaciones de la partida 8542 de la CGVS (2000-2021)

País	2000	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
EU	7.59	3.72	3.84	4.43	4.05	3.63	9.47	9.41
Corea del Sur	9.14	19.78	26.31	20.73	19.60	20.36	10.06	2.37
Japón	25.74	9.03	5.04	5.64	5.22	5.15	3.75	12.27
Alemania	2.15	0.58	0.50	0.46	0.36	0.41	6.14	4.94
Países Bajos	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	10.58	13.07
Singapur	4.36	3.18	2.14	2.27	1.87	1.69	3.01	3.01
Malasia	7.69	16.42	8.20	10.03	8.65	7.78	1.85	9.56
Vietnam	0.00	0.64	2.33	4.35	5.77	4.29	6.09	36.65
total	56.82	53.37	48.37	47.92	45.55	43.33	7.48	7.48

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

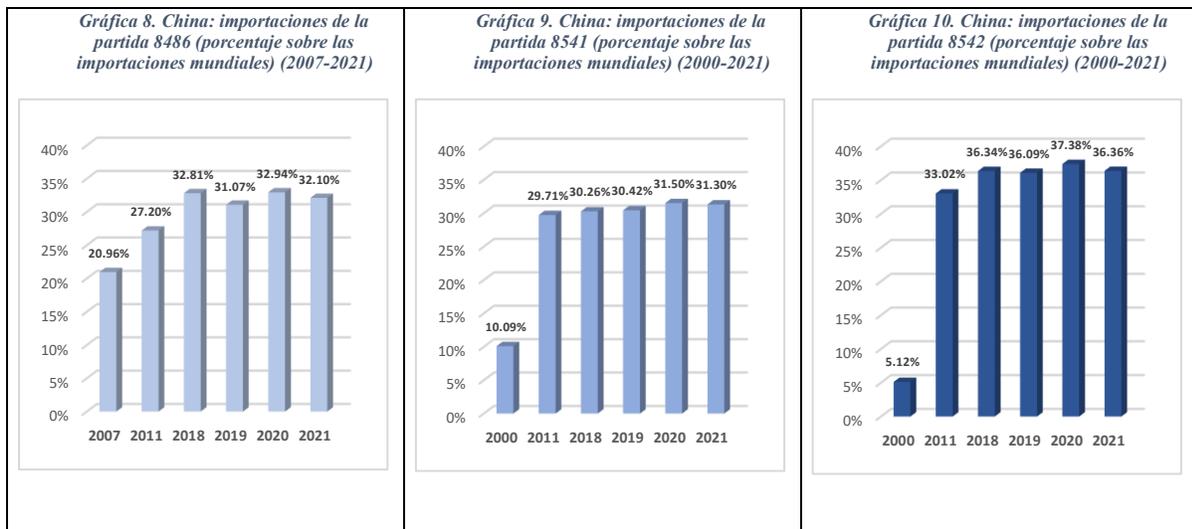
En el año 2021, las dos subpartidas más importadas por China fueron la 854231¹² y 854232¹², ambas representaron el 75.01% de las importaciones de la partida 8542 (Anexo 5). La subpartida 854231 representó un 46.89% mientras que la 854232 un 28.12%. Esta proporción decreció, pues en el 2000 en conjunto tuvieron un 59.67%, la subpartida 854232 (*chips* de memoria) con casi un 50% y la subpartida 854231 (procesadores y controladores) con 9.71%.

¹² Circuitos electrónicos integrados; procesadores y controladores, incluso combinados con memorias, convertidores, circuitos lógicos, amplificadores, circuitos de reloj y temporización u otros circuitos.

¹² Circuitos electrónicos integrados; memorias.

3.6 Importaciones de la CGVS de China como país destino

En esta sección se muestra la tendencia de la proporción de importaciones mundiales de la CGVS que encuentran a China como país destino. Como se puede observar, la República Popular encuentra una tendencia al alza en el periodo 2000-2021 en cada una de las partidas de la CGVS. En el periodo 2018-2021, sin embargo, esa tendencia creciente pareciera estabilizarse en valores superiores al 30% del total de importaciones mundiales para cada partida siendo la 8542 en la que China parece ser más dependiente, seguida de la partida 8486 y finalmente la 8541. Pareciera una norma en cada partida de la CGVS en la que al menos una proporción del 30% sea destinada hacia China.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

3.7 Conclusiones preliminares

Es importante ratificar que la fuente de información estadística del comercio internacional utilizada en este capítulo fue obtenida del UN Comtrade Database (de Naciones Unidas), fuente que no hace distinción entre China y Taiwán (lamentablemente) y debido a ello, la diferencia que notoriamente fue enunciada en el análisis de la CGVS del capítulo 2 entre China y Taiwán en el capítulo 3 no está presente. En base a la limitación anterior se generan las conclusiones.

La evolución que China ha tenido en la CGVS en el periodo 2000-2021 es de lo más relevante, pese haber iniciado en niveles ínfimos con respecto a los de EU, en 2021, exporta más de dos veces lo exportado por EU, pero importa más de 9 veces lo importado por EU.

Por su lado, EU, mejora su coeficiente de importaciones y exportaciones en el periodo analizado pues en 2011 las importaciones eran el 77% el valor de las exportaciones mientras que en el 2021 las importaciones representan el 64% de las exportaciones.

China ha dado un salto cualitativo y cuantitativo muy importante en la CGVS. Hay al menos cuatro elementos que convergen en esta afirmación. Primero, revisado en el capítulo 2, el país asiático mantiene su valor agregado en la manufactura *Back-End* y gana valor agregado en la manufactura *Front-End*, lo que indica que China está escalando en los procesos de manufactura de la CGVS con procesos tecnológicos más elevados. Segundo, a consecuencia del primer punto, la capacidad exportadora de China de circuitos integrados de la partida 8542 terminó en un porcentaje cercano al 90% del total de sus exportaciones al mundo de la CGVS en 2021. Tercero, la República Popular mejora sustancialmente su persistente déficit comercial de 2011 a 2021. Y, último, las importaciones de la CGVS de China de las tres partidas se estacionan a partir de 2018 y hasta 2021 alrededor del 30% de todas las importaciones mundiales, aunque este hecho la convierte en el mayor importador mundial de la CGVS.

Lo anterior forma un conjunto de argumentos a favor de la hipótesis inicial del texto. Es decir, China está escalando en la CGVS añadiendo valor agregado en procesos de manufactura con mayor nivel tecnológico, a la vez que, sustituye, en general, importaciones desde EU y lo hace con producción propia.

La relación comercial de la CGVS entre China y EU nunca ha sido amplia. Es decir, no hay niveles de intercambio comercial que determinen o sugieran una dependencia comercial en ninguna de las partidas de la CGVS. Sin embargo, dicho intercambio ha ganado más relevancia para EU que para China en el periodo 2000-2021. Una cada vez mayor proporción de exportaciones estadounidenses de la CGVS de EU encuentran como destino a la República Popular. Mientras que, para la CGVS china, en su universo de importaciones, la presencia estadounidense se ha vuelto marginal. Sin embargo, las importaciones de origen estadounidense de la partida 8486 (equipo de fabricación de semiconductores) se han vuelto cada vez más competitivas en el mercado chino desde 2011 y cerraron en casi 17% del total importado por China en esa partida.

Lo anterior, también es un indicador de que, aunque China está escalando en la CGVS, mantiene una brecha tecnológica persistente que representa la vulnerabilidad más notoria para el desarrollo de la CGVS china. Es decir, al menos EU, Japón y Países Bajos ya tienen acuerdos que restringen la exportación de modelos específicos de equipo de fabricación de semiconductores y de circuitos integrados. Además, cada uno tiene sus estrategias para reforzar su etapa de manufactura de la CGVS en sus territorios y enfrentar (porque se ha mostrado que hay una guerra comercial) el ascenso chino primero, desde el lado comercial restrictivo y, segundo, desde una menor dependencia en la manufactura de semiconductores y circuitos integrados de China.

Capítulo 4. Conclusiones Generales

1. La metodología de las CGV implementada en este texto ha mostrado desde una perspectiva de los determinantes del comercio internacional su utilidad frente a otras teorías, enfoques y metodologías. Con las CGVS se han identificado un conjunto de temas de análisis a nivel de procesos productivos, de escalamiento, de autosuficiencia tecnológica, de costos de producción, de política industrial, de política internacional, incluyendo la endogeneidad de los territorios y la competitividad sistémica, que son de la mayor relevancia analizando el intercambio comercial de semiconductores. Si se hubiere pasado por alto el estudio de alguno de estos factores, las conclusiones que se generaron y que se generarán a continuación hubieren tenido un sesgo de otra naturaleza por el solo hecho de omitirlas.

2. Siguiendo la línea anterior (CGV), se mostró que EU es un país que domina tecnológicamente el segmento superior de la CGVS en busca de ganar valor en segmentos inferiores con una costosa política industrial de relocalización y una política comercial internacional. EU transforma su poder tecnológico en una forma de gobierno de la CGVS que le da capacidades de veto comercial restringiendo ciertos productos de dicha cadena a China, un competidor cuyo propósito es escalar su posición en la CGVS de los segmentos inferiores a los superiores. EU utilizando su gobernanza de la cadena de semiconductores forma alianzas comerciales restrictivas que incluyen a un selecto grupo de países cuyos vínculos comerciales con China en la CGVS son de la mayor relevancia.

3. En ese contexto, este documento aportó información valiosa (pese a las limitaciones estadísticas enunciadas anteriormente) sobre el rápido y sustancial crecimiento de las exportaciones de China con respecto al de sus importaciones de la CGVS, en particular, en el periodo 2011-2021, concluyendo que, pese a su avance, la República Popular carga con un

persiste déficit comercial en esta cadena. En este sentido, China está en un proceso cada vez más amplio, de sustitución de importaciones estadounidenses, lo que significa que, China sustituye importaciones de EU en 2 de las 3 partidas que conforman la CGVS, siendo la partida 8486 (equipo de fabricación de semiconductores) en la cual, incrementa las importaciones desde EU. Una característica del comercio de la CGVS entre los dos países es que, con excepción de ciertas subpartidas, EU y China, no han sido socios comerciales importantes históricamente (2000-2021) de la CGVS y la proporción de exportaciones e importaciones entre ambos países, es baja si la comparamos con el comercio de China con Corea del Sur y Japón.

4. Las importaciones que China recibe del mundo de las tres partidas de la CGVS proporcionalmente superan el 30% de las importaciones mundiales en 2021. Esto es una confirmación de que China es el eje de producción de electrónica más grande del mundo y que, para sostenerlo, es el gran dependiente mundial de la CGVS. Sin embargo, las importaciones de China en el periodo 2018-2021 de la CGVS, en proporción, se estabilizan alrededor del porcentaje señalado. China pasó de que sus importaciones representaran 5 veces el monto exportado en el año 2000, a 2.89 veces en 2021. Esta disminución es muy relevante e indica que China está contrarrestando el aumento en sus importaciones de la CGVS con producción nacional. Lo anterior sugieren que China sustituye importaciones no solo desde EU sino del conjunto de 8 países analizados y que a dicha sustitución conlleva un aumento de su producción nacional para su propio mercado. En otras palabras, ha habido un escalamiento cuantitativo y cualitativo de China en la CGVS.

5. En particular, la metodología de las CGV mostró que la etapa de producción de equipo de fabricación de semiconductores está dominada por compañías de EU, Japón, Países Bajos y de

Corea del Sur. Estos países, bajo el liderazgo tecnológico y político internacional de EU configuraron acuerdos comerciales que buscan limitar las exportaciones que tradicionalmente se realizan a China de estos productos. El objetivo es evitar que el país asiático produzca *chips* con alto grado tecnológico cuyo destino no esté controlado por EU.

6. China, por otra parte, está experimentado un escalamiento en los segmentos inferior e intermedio de la CGVS apropiándose de un valor agregado cada vez más amplio en las etapas de manufactura (Front-End y Back-End), pero con una brecha persistente que representa un atraso en las etapas de investigación, diseño y de equipo de fabricación de semiconductores. Este escalamiento ha ido acompañado de la sustitución de importaciones de EU y de otros importantes socios comerciales como Japón, así como la reducción de su enorme déficit comercial en la cadena. Sin embargo, la vuelta en U de la política comercial estadounidense frente a China en la CGVS desde la segunda mitad de la década de 2010 intenta frenar dicho escalamiento chino.

7. Las últimas restricciones comerciales de EU hacia China de agosto y del 7 de octubre de 2022 incluyen una serie de *chips* lógicos y de memoria (descritos en el cuadro 9 del capítulo 2 de este texto), a la vez, enfatizan en limitar las exportaciones de equipo de fabricación de semiconductores (descritos en el cuadro 10 del capítulo 2), este último, donde China depende de los países aliados de EU y donde se encuentra el punto focal de desarrollo de su CGVS por al menos 4 razones descritas a continuación y que fueron parte del análisis de este texto.

8. Primero, es la etapa de la CGVS donde China muestra el peor desempeño en términos de valor agregado en la CGVS. Segundo, en el comercio bilateral con EU, la partida 8486 (en proporción) es la más importada desde EU. Tercero, es la partida en la que no varía su profunda dependencia del exterior. Cuarto, EU ejerce gobernanza pública en la CGVS estableciendo

alianzas comerciales que restringen la exportación hacia China de equipo de fabricación de semiconductores que han tenido relativo éxito, desde el acuerdo entre los gobiernos de EU, Japón y de Países Bajos, el acuerdo fiscal con Taiwán, además, de una posible integración de Corea del Sur en la búsqueda de eliminar el suministro de equipo de litografía avanzada hacia China. Al momento, EU ha logrado que el gobierno de Países Bajos donde la compañía ASML tiene su sede, restrinja modelos específicos de maquinaria de procesos de litografía de inmersión profunda ultravioleta (DUV) a China para fabricar *chips* de memoria y lógicos avanzados y, dado que, EU ya ha prohibido las exportaciones de maquinaria ultravioleta extrema (EUV) hacia China, ASML también busca nuevas jurisdicciones para diversificarse (Park 2023). En ese sentido, Corea del Sur, el principal socio comercial de China de la CGVS y tercer socio comercial más importante de la partida 8486 puede representar el suministro de estos componentes para la CGVS china. En 2015, China y Corea del Sur firmaron un tratado de libre comercio que para efectos de tecnología dice, en síntesis, lo que refleja el siguiente cuadro.

Cuadro 22. Tratado de libre comercio China y Corea del Sur

Cooperación en inversiones y tecnología	Artículo
Restricción de importaciones y exportaciones	<p>Artículo 2.8</p> <p>Salvo que se disponga lo contrario en este Tratado, ninguna Parte podrá adoptar o mantener ninguna prohibición o restricción a la importación de cualquier bien de la otra Parte o a la exportación de cualquier bien destinado al territorio de la otra Parte, excepto de conformidad con el Artículo XI. del GATT de 1994 y sus notas interpretativas,</p>
Prohibición de requisitos de desempeño	<p>Artículo 12.7</p> <p>Ninguna Parte impondrá, en su territorio, medidas irrazonables o discriminatorias a inversiones cubiertas por inversionistas de la otra Parte en relación con los requisitos de desempeño en materia de exportación o transferencia de tecnología.</p>

Información y cooperación en tecnologías de la comunicación	<p>Artículo 17.10</p> <p>Las Partes, reconociendo el rápido desarrollo de la Tecnología de la Información y las Comunicaciones, se esforzarán por promover el desarrollo de las TIC y los servicios relacionados con las TIC con miras a obtener el máximo beneficio del uso de las TIC para las Partes.</p>
Cooperación en ciencia y tecnología	<p>Artículo 17.19</p> <p>Las Partes alentarán y facilitarán la cooperación en áreas, según corresponda, incluidas, entre otras, las siguientes:</p> <p>(e) Cooperación en la comercialización de productos y servicios resultantes de actividades científicas y tecnológicas conjuntas.</p>

Fuente: elaboración propia con información de Free Trade Agreement Between the Government of the PRC and the Government of the ROK (2015).

9. Pese a que, el tratado de libre comercio entre China y Corea del Sur expone la no restricción de exportación e importación de bienes, inversiones y la cooperación en asuntos tecnológicos, Corea del sur ha dejado claro en su estrategia del Indo-Pacífico que continuará fortaleciendo su alianza con EU no solo en temas de “seguridad, sino también en asuntos económicos, tecnologías de vanguardia, ciberespacio y su cadena de suministro” (The Government of the Republic of Korea 2022). En ese sentido, Corea del Sur explícitamente reconoce a EU como un cercano aliado estratégico, a la vez que, reconoce a China como un socio clave para mantener la prosperidad y la paz en la región del Indo-Pacífico con quien fomentará una relación más sólida y madura, de mutuo respeto, recíproca y guiada en las normas internacionales (2022). Aun cuando lo anterior se lleve a la práctica, China enfrenta un complicado escenario para el suministro de equipo de fabricación de semiconductores que le ayude a mantener su ritmo de incremento de valor agregado de la CGVS.

10. Estados Unidos, por su parte, se enfrenta a por lo menos tres grandes problemas en su estrategia de incrementar el proceso de manufactura de la CGVS en su territorio. Primero, los costos operativos y de construcción. De acuerdo con la SIA, “dependiendo del tipo de fábrica,

una nueva en EU cuesta aproximadamente 30% más construirla y operarla a lo largo de 10 años que una en Taiwán, Corea del Sur, o Singapur, y 37-50% más que en China. Del 40 al 70% de ese diferencial está directamente atribuido a incentivos del gobierno” (Varas et al. 2020b). Aunque por esa razón EU implementa el CHIPS and Science ACT 2022, la brecha de costos operativos y de construcción es muy grande con respecto a otros países y la sostenibilidad de los incentivos en el mediano y largo plazo es incierta. Segundo, los altos costos que la política restrictiva de EU genera para sus compañías y las de sus aliados. No es difícil observar en los reportes de un cúmulo de firmas estadounidenses y de sus aliados la situación económica adversa por mantener el bloqueo comercial hacia China. De hecho, el académico Dieter Ernst vaticinó el desajuste en los ingresos de empresas top de la CGVS en el largo plazo cuando en 2019 realizó este cuestionamiento:

“Después de todo, estas compañías de EU dependen críticamente de China, el mercado más grande de semiconductores a nivel mundial. Además, ¿será la mano visible del Departamento de Comercio de EU lo suficientemente fuerte como para evitar que ARM-softbank, TSMC o HonHai/Sharp continúen con vínculos altamente rentables con empresas chinas?” (Strub 2019).

Por último, la posible solución para los cuestionamientos anteriores puede encontrar respuesta en el principal socio comercial de EU y vecino del sur, México. Aunque este ya participa en la CGVS no ha sido tomado en cuenta para ayudar en la colosal tarea de acercar la manufactura de la CGVS a EU.

11. De entre 9 países líderes de la CGVS, México es el segundo exportador de circuitos integrados de la subpartida 854233 (amplificadores) hacia China solo después de Corea del Sur (Anexo 6). Además, alberga firmas sobresalientes por la posición de mercado en la CGVS como Intel, Texas Instruments, entre otras. En el marco del Dialogo Económico de Alto Nivel (DEAN) entre Estados Unidos y México, y bajo la estrategia de EU para relocalizar la actividad

manufacturera de semiconductores en territorio estadounidense, ambos, EU y México trabajan en “un proyecto piloto para determinar la viabilidad de insumos de fabricación de semiconductores de proximidad para reducir el riesgo de futuras interrupciones en la cadena de suministro” (Secretaría de Economía 2023). La poca atención a su principal socio comercial es manifiesta en el CHIPS and Science ACT 2022. Es decir, EU busca controlar la manufactura de semiconductores, pero dentro de sus fronteras lo cual deja de lado que México participe en la CGVS sino en un proyecto piloto. Aunado a esto, resalta la tardía respuesta del gobierno mexicano en la búsqueda de atracción de inversiones de la CGVS en medio de las tensiones entre EU y China. EU debe ver en México la solución a los desafíos (presentados arriba) en el corto, mediano y largo plazo y México debe presentar programas concretos para atraer procesos de manufactura en parques industriales con los incentivos necesarios para su desarrollo.

12. Aunque habrá que profundizar el análisis del Sistema Armonizado para determinar todos los alcances del equipo de fabricación de semiconductores además de lo incluido en la partida 8486 y de diversos semiconductores y circuitos integrados, el alejamiento comercial entre EU y China de la CGVS será cada vez más pronunciado y para sostener sus proyectos tecnológicos, ambos tendrán que apoyarse y contribuir al crecimiento de diversas etapas de la CGVS en territorio de sus vecinos, México y Corea del Sur, respectivamente.

Bibliografía

Allen, Gregory., y Benson, Emily. (2023). “Clues to the U.S.-Dutch-Japanese Semiconductor Export Controls Deal Are Hiding in Plain Sight”. CSIS (Center for Strategic and International Studies), pp. 1-19.

BIS (Bureau of Industry and Security). (2022). “Commerce Implements New Export Controls on Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items to the People’s Republic of China (PRC)”. Office of Congressional and Public Affairs.

Bown, Chad P. (2020). “How Trump’s export curbs on semiconductors and equipment hurt the US technology sector”. *Piie*, septiembre 28.

Burkacky, Ondrej., de Jong, Marc., Mittal, Ankit., y Verma, Nakul. (2021). “Value creation: How can the semiconductor keep outperforming?”. *Mckinsey*, octubre 15.

Cárdenas Castro, Hilda Elena. (2009). El comercio Intra-Industrial Mexicano: Un comparativo con China y Estados Unidos. Tesis de Maestría, UNAM/Facultad de Economía, México.

Cárdenas Castro, Lorena., y Dussel Peters, Enrique. (2011). El comercio intraindustrial en México: un comparativo entre China y Estados Unidos. *Comercio Exterior*, 61(4), pp. 4-18.

David Ricardo. (1817). Principios de Economía Política y Tributación. Ediciones Pirámide.

Dussel Peters, Enrique. (1997). La economía de la polarización. Teoría y evolución del cambio estructural de las manufacturas mexicanas (1988-1996). UNAM, México.

Dussel Peters, Enrique. (2018). Cadenas globales de valor. Metodología, contenidos e implicaciones para el caso de la atracción de la inversión extranjera directa desde una perspectiva regional. En Dussel Peters, Enrique (Coord.). Cadenas globales de valor; metodología, teoría y debates. UNAM ; Facultad de Economía. 1 ed. pp. 45-66.

Dussel Peters, Enrique. (2022). Capitalismo con características chinas. Conceptos y desarrollo en la tercera década del siglo XXI. *El trimestre económico*, 354(2), pp. 467-489.

Eun-jin, Kim. (2021). “Chinese Semiconductor Companies Expanding Acquisition of DUV Equipment”. *BusinessKorea*, diciembre 27.

Ernst, Dieter. (2020). “Competing in Artificial Intelligence Chips. China's Challenge amid Technology War”. Centre for International Governance Innovation (CIGI), Special Report, pp. 1-60.

European Commission. (2022). “European Chips Act”. Publications Office of the European Union.

Fragoso Castañeda, Carlos Alberto. (2017). “Competencia de las exportaciones de Estados Unidos y China en el segmento de autopartes mexicano de 2000 a 2013”. Tesis de Maestría, UNAM/Facultad de Economía, México.

Furukawa, Yuri., y Mochuzuki, Takashi. (2021). “Japan Approves \$6.8 Billion Boost for Domestic Chip Industry”. *Finance Yahoo*, noviembre 26.

Gargeyas, Arjun. (2022). “The Chip 4 Alliance Might Work on Paper, But Problems Will Persist”. *The Diplomat*, agosto 25.

Gereffi, Gary. (The Bush School of Government & Public Service) (s/f). A Conversation on Global Value Chains [Video]. YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=G5VuBovPpAM&t=2177s>

Gereffi, Gary. Humphrey, John., y Sturgeon, Timothy. (2005). “The governance of global value chains”. *Review of International Political Economy* 12(1), pp. 78-104.

Gereffi, Gary., y Fernandez-Stark, Karina. (2016). *Global Value Chain Analysis: A Primer*. Center on Globalization & Competitiveness, Duke University. 2 ed.

Gereffi, Gary., y Lee, Joonkoo. (2018). Economic and Social Upgrading in Global Value Chains and Industrial Clusters. En Gereffi, Gary., *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*. Cambridge University Press, pp. 276-302.

Gereffi, Gary. (2018). Protectionism and Global Value Chains. En Gereffi, Gary. *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*. Cambridge University Press, pp. 429-452.

Gianfagna, Mike. (2021). “What is Electronic Design Automation?” *Synopsys*, Mayo 24.

Grubel, Hebert., y Lloyd, P.J. (1975). *Intra-Industry trade. The Theory and Measurement of International Trade in Differentiated Products*. MacMillan.

He-rim, Jo. (2023). “Korean chips act aims to extend tax cuts for local chipmakers”. *Koreaherald*, marzo 30.

IC Insights. (2021). “China Forecast to Fall Far Short of its <<Made in China 2025>> Goals for ICs”. *IC Insights*, enero 6.

Jennings, Ralph. (2023). “Tech war tax deal with Taiwan could further isolate China as US seeks to ‘ensure own long-term supply’”. *SMCP*, mayo 17.

Khan, Saif. M., Mann, Alexander., y Peterson, Dahlia. (2021). “The semiconductor supply chain: Assessing national competitiveness”. CSET (Center for Security of Emerging Technology), pp. 1-98.

Kleinhans, Jan-Peter., y Baisakova Nurzat. (2020). “The Semiconductor Value Chain”. *Stiftung Neue Verantwortung*, pp. 1-30.

Krugman, Paul. (2009). “The Increasing Returns Revolution in Trade and Geography”. *The American Economic Review* 99(3), pp. 1-16. (Traducido al español por Max Candelarezi).

Krugman, Paul., y Obstfeld, Maurice. (2006). *Economía Internacional. Teoría y Política*. Pearson Educación, Madrid, 7 ed.

Mari Tottoc, Jose Karlo. (2021). “15 most profitable industries in the world in 2021”. *Finance Yahoo*, junio 18.

Milmo, Dan., y Wearden, Graeme. (2023). “China bans US Chipmaker Micron from vital infrastructure projects”. *Theguardian*, mayo 22.

Naughton, Barry. (2021). *The Rise of China’s Industrial Policy 1978 to 2020*. UNAM ; Unión de Universidades de América Latina y El Caribe ; Agendasia ; Facultad de Economía ; CECHIMEX. 1 ed.

León González Pacheco, Alejandra. (2000). “El comercio Intra-Industrial en México (1990-1998)”. Tesis de licenciatura, UNAM/Facultad de Economía, México.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2019). “Measuring distortions in international markets: The semiconductor value chain”. OECD Trade Policy Papers, 234, OECD Publishing, Paris.

Park, June. (2023). “US bans intensify chip-making equipment competition”. *Asiatimes*, abril 26.

Rivera Ríos, Miguel Ángel., y García Vega, Josué. (2021). “Tecnología, industria y mercados en la confrontación Estados Unidos – República Popular China”. *Investigación Económica UNAM* 80(318), pp. 126-148.

Rodrik, Dani. (2006). “What’s so Special about China’s Exports?” NBER Working Paper Series 11947, pp. 1-29.

Sandoval, Seyka. (2019). “*Upgrading* y competencia: reflexiones para firmas y países en desarrollo”. *Economíaunam* 16(48), pp. 213-238.

SCMP Reporters. (2021). “US-China tech war: Everything you need to know about the US-China tech war and its impact”. *SCMP*, abril 23.

Secretaría de Economía. (2023). “Dialogo Económico de Alto Nivel (DEAN) entre México y Estados Unidos Hoja informativa de la Revisión de Medio Término”.

SIA (Semiconductor Industry Association). (2020). “U.S. needs greater semiconductor manufacturing incentives”. *semiconductors.org*, julio.

SIA (Semiconductor Industry Association). (2021). “SIA Whitepaper: Taking stock of China’s semiconductor industry”. *semiconductors.org*, julio 13.

SIA (Semiconductor Industry Association). (2022a). “Congress Passes Investments in Domestic Semiconductor Manufacturing, Research & Design”. *semiconductors.org*, s/f.

SIA (Semiconductor Industry Association). (2022b). “State of the U.S. semiconductor industry”. Semiconductor Industry Association, pp. 1-32.

State Council. (2015). “Made in China 2025”. *cittadellascienza.it*, s/f.

Strub, Doug. (2019). “China’s Innovation Policy and the Quest for Semiconductor Autonomy - Q&A with Dieter Ernst”. *AmChamShanghai*, mayo 23.

Sturgeon, Timothy J., y Gereffi, Gary. (2009). “Measuring success in the global economy: international trade, industrial upgrading, and business function outsourcing in global value chains”. *Transnational Corporation* 18(2), pp. 1-36.

Sturgeon, Timothy J. (2013). “Global value chains and economic globalization - Towards a new measurement framework”. Eurostat, pp. 1-14.

Tabeta, Shunsuke. (2023). “China weighs export ban for rare-earth magnet tech”. *Nikkei Asia*, abril 6.

The Government of the Republic of Korea. (2022). Strategy for a free, peaceful, and prosperous Indo-Pacific region.

Ting-Fang, Cheng., y Li, Lauly. (2019). “The great US-China tech decoupling: Where are we now?”. *Nikkei Asia*, diciembre 30.

UN-Comtrade Database (2022). United Nations. Department of economic and social affairs. Statistic division. Trade statistics. <https://comtrade.un.org/Data/>

US Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation (2022). CHIPS and Science Act of 2022.

Varas, Antonio., Varadarajan, Raj., Goodrich, Jimmy & Yinug Falan. (2021). “Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era”. BCG (Boston Consulting Group); SIA (Semiconductor Industry Association), pp. 1-53.

Varas, Antonio., y Varadarajan, Raj. (2020a). “How Restrictions to Trade with China Could End US Leadership in Semiconductors”. BCG (Boston Consulting Group), pp. 1-30.

Varas, Antonio., Varadarajan, Raj., Goodrich Jimmy., y Yinug, Falan. (2020b). “Government Incentives and US Competitiveness in Semiconductor Manufacturing”. BCG (Boston Consulting Group); SIA (Semiconducto Industry Association), pp. 1-27.

VerWey, John. (2019). “Chinese Semiconductor Industrial Policy: Past and Present”. Unites States Trade Commission. *Journal of International Commerce and Economics*, pp. 1-29.

Wang, Qi. (2022). “Is China Tech Doomed? A working paper series on the U.S-China Tech War”. *Mega Trust*, pp. 1-12.

Zhang, Tilly. (2021). “The dual strategy for semiconductors”. Gevekal Dragonomics, pp. 1- 4.

Anexo 1**Exportaciones totales de EU y China de la CGVS (2000-2021) (En MDD)**

	2000	2011	2018	2019	2020	2021
EU	\$58,252	\$50,988	\$60,950	\$60,073	\$67,697	\$84,133
China	\$16,539	\$41,417	\$98,368	\$115,294	\$131,384	\$174,228

Importaciones totales de EU y China de la CGVS (2000-2021) (En MDD)

	2000	2011	2018	2019	2020	2021
EU	\$46,316	\$39,239	\$46,718	\$46,557	\$42,763	\$54,173
China	\$16,539	\$204,900	\$363,094	\$351,826	\$401,900	\$498,747

Coefficiente de exportaciones sobre importaciones de la CGVS de EU y China (2000-2021)

	2000	2011	2018	2019	2020	2021
EU	1.26	1.3	1.3	1.29	1.58	1.55
China	0.25	0.2	0.27	0.33	0.33	0.35

Coefficiente de importaciones sobre exportaciones de la CGVS de EU y China (2000-2021)

	2000	2011	2018	2019	2020	2021
EU	0.8	0.77	0.77	0.78	0.63	0.64
China	3.99	4.95	3.69	3.05	3.06	2.86

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Anexo 2**Principales 5 subpartidas importadas por China de Estados Unidos como porcentaje de las importaciones**

Subpartida	totales provenientes de EU (2000-2021)						TCPA	
	2000	2011	2018	2019	2020	2021	2011-2021	2018-2021
854231	12.09	44.70	58.95	61.79	58.36	54.61	11.91	9.04
848620	0.00	16.99	17.69	12.43	11.92	15.79	8.89	7.68
848690	0.00	2.96	4.86	8.36	13.21	12.61	26.80	53.64
854239	19.43	7.98	5.96	7.25	7.91	8.06	9.80	23.70
854233	20.50	5.27	2.63	2.42	2.59	2.45	1.59	9.22
total	52.02	77.9	90.09	92.26	93.98	93.51	11.71	13.25

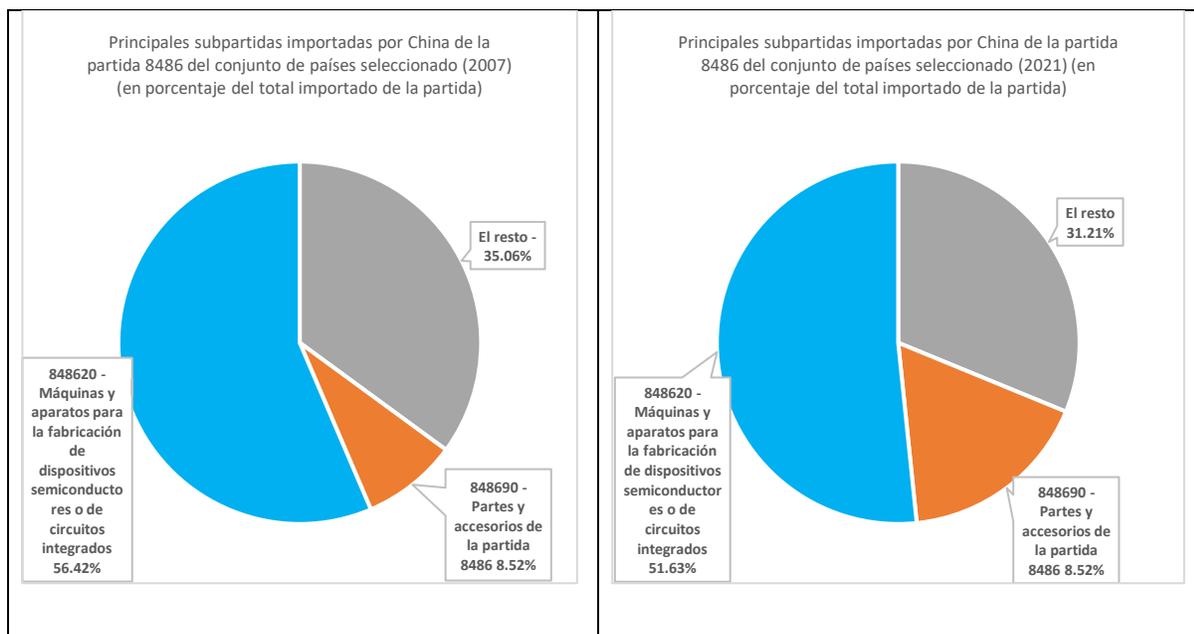
Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

En el año 2011, las 5 principales subpartidas ya representaban el 77.90% de las importaciones.

A partir de 2018, superaban la barrera del 90% para finalmente cerrar el 2021 en 93.51%. La

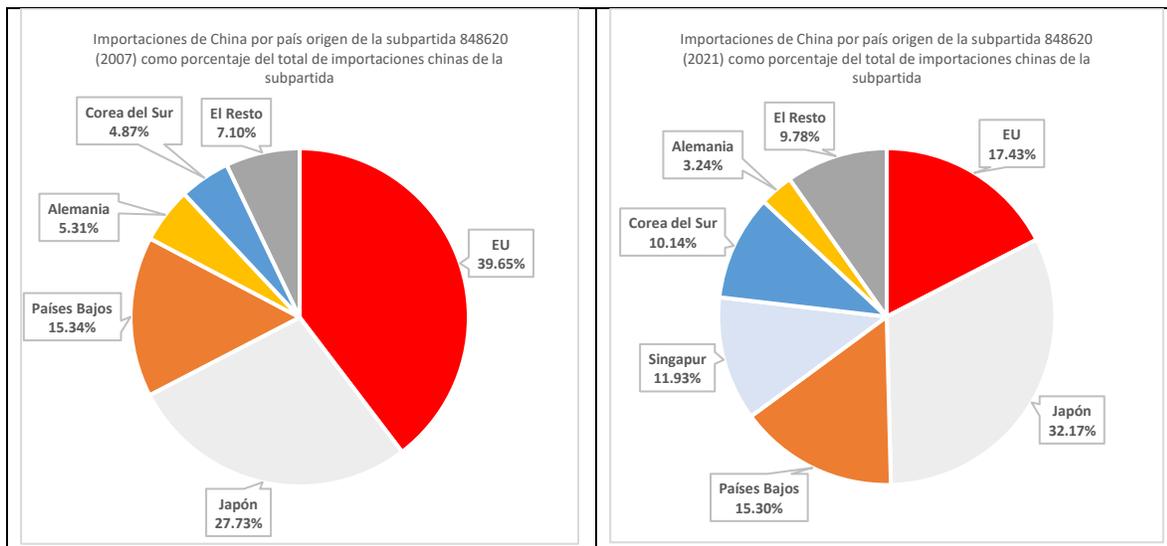
subpartida 854231, la más significativa por su concentración en 2021, iniciaba con un porcentaje de 12.09% en el 2000, en 2011 con un 44.70% y 2021 con el 54.61%. Contrariamente, las importaciones de las subpartidas 854239 y 854233 que tenían una proporción importante en el año 2000, 19.43% y 20.50% respectivamente, tuvieron una tendencia a la baja y terminaron en el año 2021 con valores correspondientes de 8.06% y 2.45%. La subpartida 848620, por otra parte, se mantuvo casi en la misma representación desde el 2011 (16.99%), cerrando con una ligera baja en las importaciones hacia China de 15.78%. De la misma partida (8486) pero con una tendencia distinta está la subpartida 848690 que en 2011 llegaba apenas al 2.96%, pero en 2019, 2020 y 2021 tuvo un salto cuantitativo importante que resultó en un peso de 8.36%, 13.21% y 12.61% respectivamente. De hecho, de las 5 subpartidas más importantes, la subpartida 848690 tiene la mayor TCPA en ambos periodos, con un valor de 26.80% de 2011 a 2021 y de 53.64% de 2018 a 2021.

Anexo 3



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

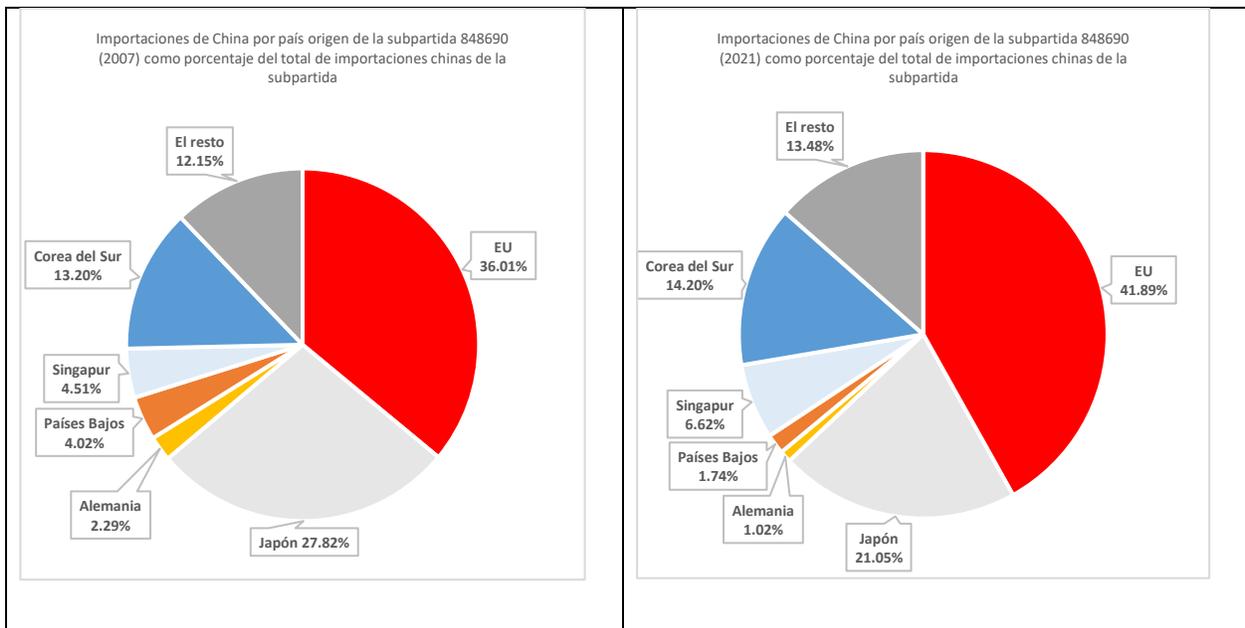
China recibía las importaciones de la subpartida 848620 en el año 2007 con EU fungiendo como el principal proveedor de esta subpartida con un 39.65% del total de la subpartida, Japón y los Países Bajos se ubicaron en un importante segundo y tercer lugar con un 27.73% y 15.34% respectivamente. En el año 2021, las importaciones estadounidenses hacia China perdieron más de la mitad de su peso y pasaron de 39.65% a solo 17.43%. Por otro lado, Japón tuvo un aumento en su peso en las importaciones hacia China en la subpartida y se ubicó en primer lugar con un peso de 32.17%. Los Países Bajos mantuvieron su proporción inicial, pero fue Singapur quien destaca cerrando el 2021 con una proporción del 11.93%. Corea del Sur ganó también en dichas importaciones y cerró el 2021 con un 10.14% de importaciones de la subpartida 848620 hacia China. En la subpartida 848620 existe un desplazamiento de importaciones estadounidenses, y la proporción de su caída y la han ganado otros países como Japón, Singapur y Corea del Sur.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

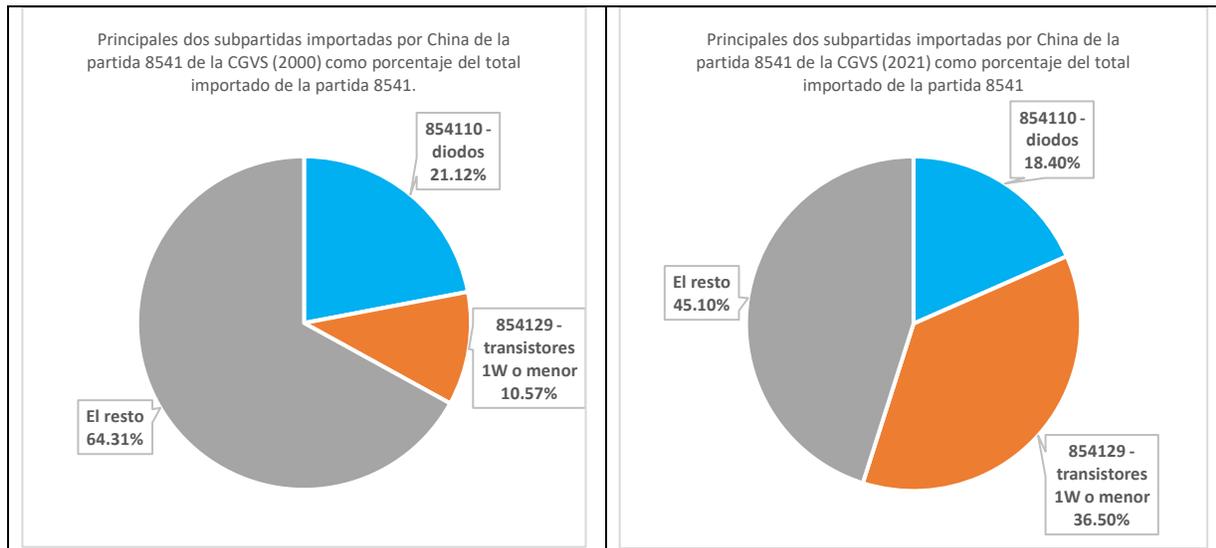
Los gráficos 8 y 9 representan la evolución de la subpartida 848690 del 2007 al 2021 y son una historia diferente a la partida 848620. EU empieza el 2007 con una proporción preponderante de 36.01% de importaciones hacia China, Japón se colocaba en segundo lugar con un peso de 27.82%. Solo EU y Japón en el año 2007 generaban el 63.83% de las importaciones chinas de la

subpartida 848690. Para el año 2021, la proporción estadounidense aumentó a 41.89%, mientras que la japonesa disminuyó al 21.05% y conjuntamente representaron el 62.94%, proporción similar a la del 2007. Corea del Sur aumentó su proporción en un 1% mientras que Singapur lo hizo en más del 2% con respecto al 2007. Países Bajos y Alemania perdieron de 2007 a 2021 y ahora tienen una proporción marginal. La subpartida 848690 es un caso donde EU ha ganado en las importaciones hacia China.



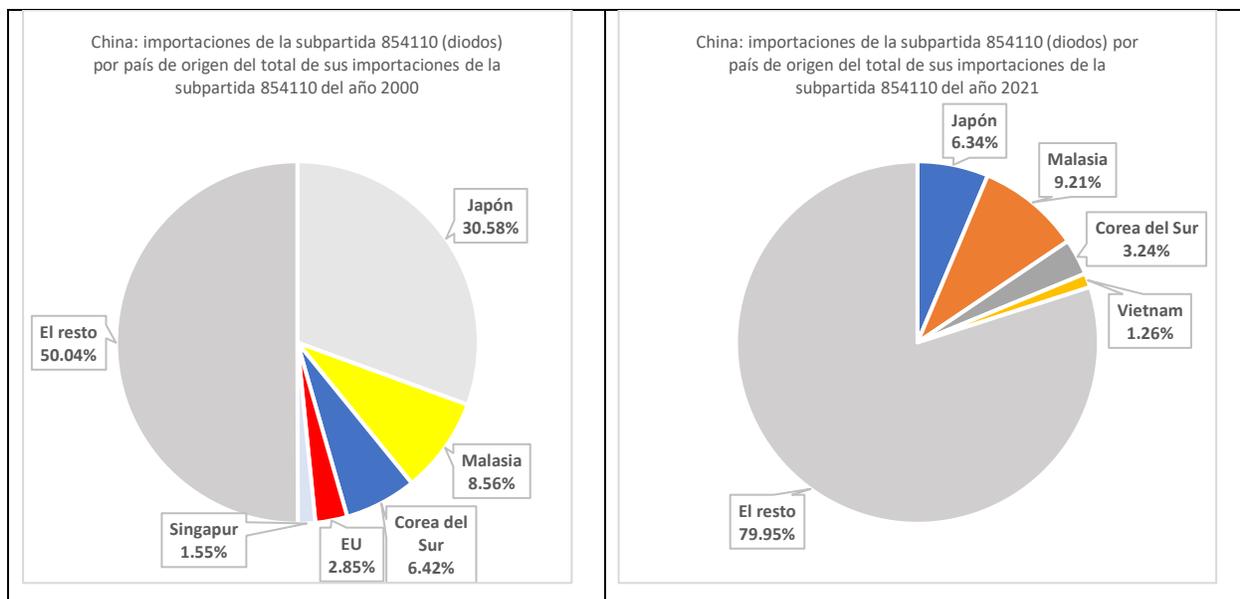
Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Anexo 4



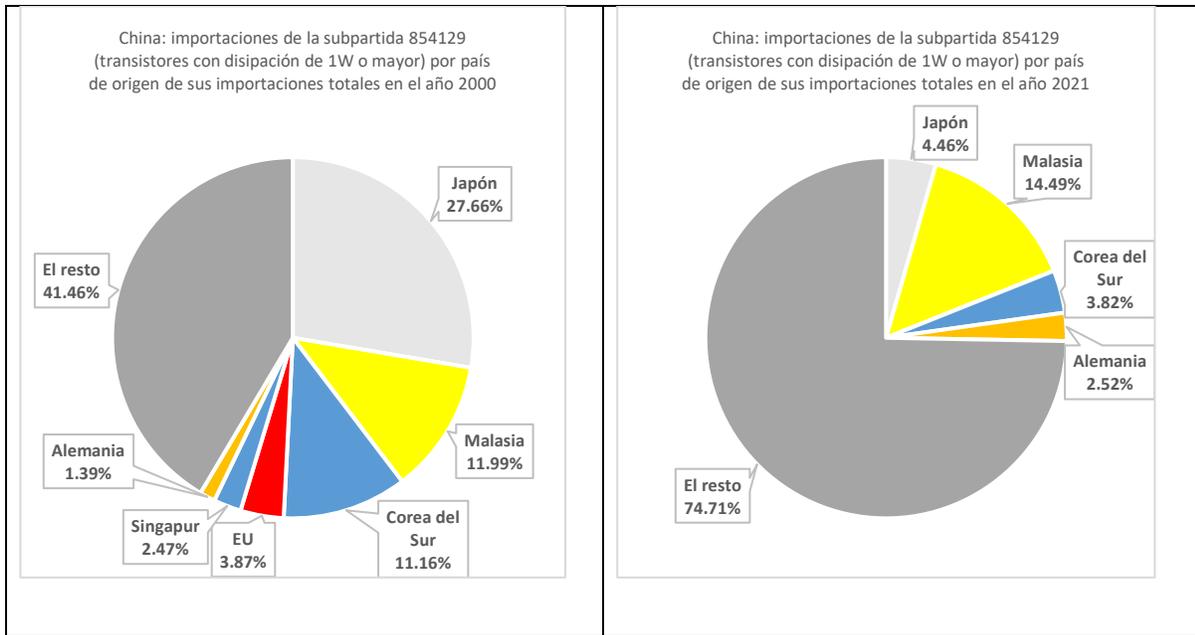
Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Las importaciones de China en la subpartida 854110 del grupo de países seleccionados en el año 2021, solo representaron un 21.72% en total (se muestran los países con un 1% o más en las importaciones hacia China) (gráfico 13). Sin embargo, en el año 2000 (gráfico 12), las importaciones de estos países hacia China eran del orden de 50% del total. En general, y con excepción de Malasia y Vietnam, todos perdieron peso en las importaciones hacia China. EU prácticamente no tiene representación en las importaciones hacia China en la subpartida 854110, perdiendo el pequeño porcentaje (2.85%) que tenía en el año 2000. Llama la atención Japón, que tenía un peso de más de 30% y finalizó el 2021 con solo una proporción de 6.34%.



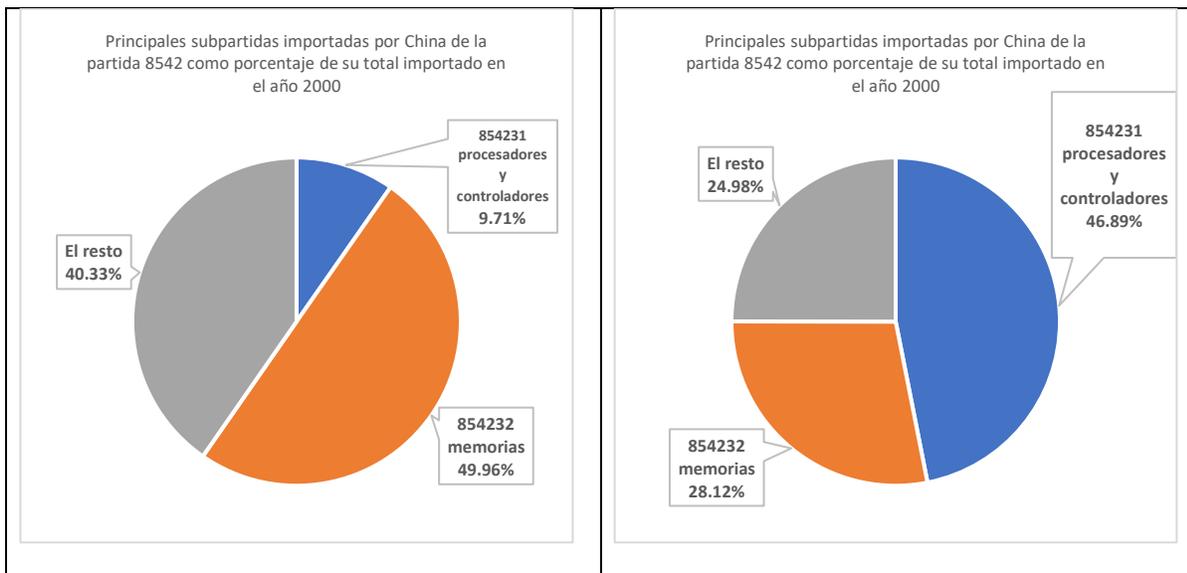
Fuente: elaboración propia con datos de UN-COMTRADE (2022).

La subpartida 854129 es similar a la anterior. Mientras que en el año 2000 los países seleccionados mandaban cerca del 60% de las importaciones de China de dicha subpartida en el año 2021, solo se han quedado con un aproximado de un cuarto del total de importaciones hacia China de esta subpartida (gráficos 14 y 15). EU no tiene importaciones hacia China (menores al 1%). Japón es el gran perdedor al igual que en la subpartida anterior y Malasia el ganador al incrementar a casi un 15% las importaciones hacia China.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

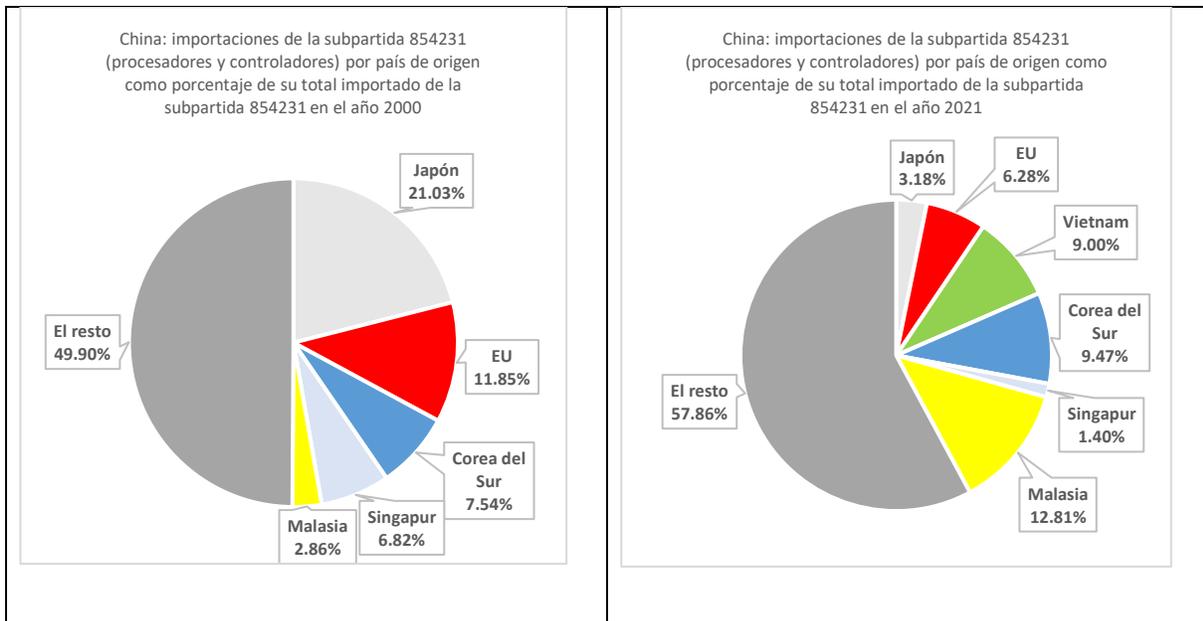
Anexo 5



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

En particular, más del 50% de las importaciones de la subpartida 854231 en el año 2000, venían del grupo seleccionado de ocho países. Como en otras subpartidas, China tuvo como principal importador en ese año a Japón con el 21.03%, mientras que las importaciones de

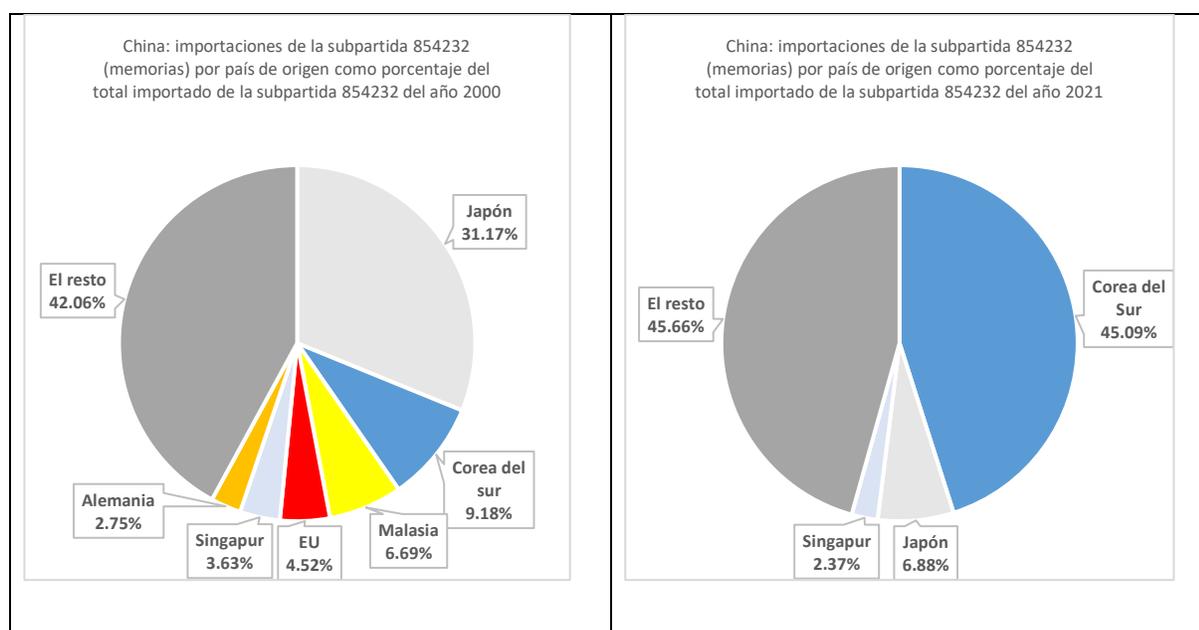
EU representaron un 11.85% y las surcoreanas un 7.54%. Conjuntamente, esos tres países enviaban a China más del 40% de las importaciones de la subpartida. El panorama para el año 2021 cambió radicalmente. Las importaciones desde esos países no representaron ni la mitad de lo que eran en el 2000 al solo llegar a 18.93%. La caída más dramática fue la de Japón que de 21.03% en el año 2000, solo alcanzó el 3.18% en 2021. Después, EU cuyas importaciones cayeron a solo el 6.48%. Contrariamente, Corea del Sur tuvo un aumento llegando a 9.47% y Vietnam, que en la subpartida 854231 pasó de 0 a tener un 9% de las importaciones hacia China.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Por último, las importaciones de la subpartida 854232 de China en el año 2021 muestran una alta concentración en las importaciones desde Corea del Sur. Este país tiene un porcentaje de la mayor importancia en importaciones hacia China (45.09%) que refleja el avance del país surcoreano en términos de capacidad tecnológica y de manufactura de *chips* de memoria (revisada en el capítulo 2 de este texto). Por otro lado, del conjunto seleccionado de países, en el año 2021 solo destacan un par. Japón (con un 6.88%) y Singapur (con un 2.37%) mientras que el resto de los países se

encargan del otro 45.66% de importaciones hacia China. El panorama de la subpartida 854232 era muy diferente en el año 2000. El conjunto de países seleccionado concentraba un porcentaje cercano al 60% de las importaciones hacia China donde el país que destacaba era Japón con el 31.17%, mientras que las importaciones desde Corea del Sur representaban un 9.18%. Después, se encontraban Malasia con un 6.69% y EU con el 4.52%, y en una posición de menor proporción, Singapur y Alemania. Para el año 2021, las importaciones de todos los países mencionados fueron desplazadas en gran medida por Corea del Sur. La mayor pérdida en proporción de importaciones hacia China es la de Japón, ya que perdieron un peso de 24.29% quedando en el 2021 con el 6.88%. Las importaciones de EU en este año son irrelevantes.



Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Anexo 6

**Importaciones de China provenientes de países seleccionados (incluyendo México) con respecto al total
de importaciones chinas de la subpartida 854233 de la CGVS (2007-2021)**

País	2000	2011	2018	2019	2020	2021	TCPA	
							2011-2021	2018-2021
EU	11.74	8.63	4.49	4.61	4.24	3.67	1.59	9.22
Corea del Sur	7.81	8.25	20.54	19.97	24.5	24.63	23.45	24.16
Japón	21.89	10.72	5.49	5.14	6.93	10.14	10.05	43.38
Alemania	1.27	1.23	1.04	1.24	1.19	1.15	9.95	20.98
Países Bajos	0.26	0.01	0.01	0	0.01	0	6.96	-18.05
Singapur	2.58	0.93	2.29	1.37	0.81	0.8	8.95	-17.84
Malasia	11.91	12.71	8.98	7.55	5.73	5.51	1.78	-0.71
Vietnam	0	0.08	0.77	0.13	0.03	0.03	-0.92	-62.2
México	0.05	10.79	19.82	19.54	18.18	14.8	14.22	6.03
total	57.51	53.34	63.43	59.56	61.63	60.72		

Fuente: elaboración propia con datos de UN Comtrade Database (2022).

Primero, México en la subpartida 854233 (circuitos electrónicos integrados; amplificadores) es la única subpartida en la que tiene una participación relevante. Si bien, en otras partidas y subpartidas de la CGVS México puede estar participando, lo hace de manera marginal y sin relevancia. Segundo, en la subpartida en cuestión, México ha venido ganando relevancia desde mediados de la primera década del 2000. De hecho, en el 2011, en la subpartida 854233 México tuvo una participación en las importaciones hacia China mayor que la de cualquier otro país de los ocho revisados y se mantuvo en segundo lugar en dichas importaciones durante la segunda década solo por detrás de Corea del Sur. Aun con su buen desempeño en lo que se refiere a las importaciones hacia China en esta subpartida, en los años 2020 y 2021, las importaciones mexicanas hacia China descendieron. Pese a lo anterior, China recibe de México el 14.8% de las importaciones totales de esta partida, solo por debajo Corea del Sur, pero por encima de países como EU, Japón, Malasia y Alemania. De hecho, como se revisó en el capítulo 3, la subpartida

854233, es una de las 5 más importadas por China desde EU. Este tipo de CI (amplificadores) importado hacia China desde México, tiene un amplio uso en dispositivos electrónicos de toda clase como se señala el capítulo 2 de este texto (sección 2.1.3 – Análogos).