

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN NEGOCIOS INTERNACIONALES**

**Innovación tecnológica enfocada al ensamblaje o producción de semiconductores
en el Ecuador**

**Carlos José Andrade Herrera PhD
cjandrade@puce.edu.ec**

**Andrés Enrique Alviar Morales
aealviar@puce.edu.ec**

Quito, junio 2022

Dedicatoria

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres y mi hermano que desde que migramos han sido una base fundamental para seguir adelante con mi carrera y cumplir mis sueños. No ha sido fácil vivir en estas circunstancias alejado de nuestra familia y seres queridos pero esta experiencia me ha hecho más fuerte y sin su ayuda esto no habría sido posible. Así mismo agradecerle a mi tío Juan Pablo que me trato desde siempre como a un hijo ya que sin su ayuda y consejos no podría lograr estos objetivos y los que vendrán. También al tío querido José Gregorio que me enseñó el camino y reza por mis todos los días para cumplir mi sueño. Además, no puedo terminar mis agradecimientos sin mencionar a mi primo Alejandro Siverio que es como un hermano para mi y siempre ha estado a mi lado, sin su ayuda estaría perdido.

También quiero agradecer a mis amigos los que están en Venezuela y en Quito en la cual han sido una parte fundamental para mi vida y desarrollo profesional, aprendiendo de ellos cada día y ellos de mí. Especial mente a mi querido amigo y economista Eduardo Castañón que me ha guiado por el camino de la libertad y rectitud, se que juntos lograremos grandes cosas.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiar y darme la fuerza para seguir luchando por el camino de la libertad.

Mi agradecimiento a mi tutor de tesis que me apoyó y guió en todo este trayecto, doctor Carlos Andrade.

Agradezco a mi familia por estar siempre a mi lado en todo momento.

Agradezco a los docentes de la Universidad Católica del Ecuador por ser la prueba viviente de que la derecha estaba perdiendo la batalla cultural y ahora se como enfrentarlos.

Resumen

El presente trabajo de investigación aborda lo complicado que es realizar semiconductores, describiendo las ventajas y desventajas en cada caso de estudio planteado en el trabajo como los países de Estados Unidos, Taiwán, Corea del Sur y Brasil. Un circuito integrado es muy importante para las máquinas y para las empresas de tecnología, ya que estas siempre están en demanda de los mejores microchips y piden más y más cada año. En Ecuador se han realizado estudios acerca del tema y como sería su fabricación al entrar en esta competencia. Así mismo, comparando los casos de estudio de éxito y fracasos podemos tomar las mejores decisiones posibles y poder realizarlos en Ecuador en el futuro.

Palabras Claves: Semiconductores, libre mercado, Silicon Valley, Internacionalización, desarrollo económico.

Abstract

The present research paper discusses the complicated of making semiconductors, describing the advantages and disadvantages in each case of study raised in the paper as the countries of the United States, Taiwan, South Korea and Brazil. An integrated circuit is very important for machines and for technology companies, since they are always in demand for the best microchips and ask for more and more every year. In Ecuador, studies have been carried out on the subject and how it would be manufactured to enter this competition. Also, by comparing the case studies of success and failures we can make the best possible decisions and be able to carry them out in Ecuador in the future.

Keywords: Semiconductors, free market, Silicon Valley, internationalization, economic development.

Índice General

Introducción	7
Justificación	8
Pregunta General	9
Preguntas específicas	9
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
Marco teórico: La teoría de las economías externas	10
Proveedores especializados	Error! Bookmark not defined.
Mercado de trabajo especializado	Error! Bookmark not defined.
Efecto desbordamiento del conocimiento	Error! Bookmark not defined.
Semiconductor	Error! Bookmark not defined.
Libre mercado	Error! Bookmark not defined.
Tecnología y Externalidades	Error! Bookmark not defined.
Comercio Intraindustrial	Error! Bookmark not defined.
Dumping y Dumping recíproco	Error! Bookmark not defined.
Globalización, Trabajo de salarios reducidos y cuestiones medioambientales ..	Error! Bookmark not defined.
El comercio y los mercados internacionales	Error! Bookmark not defined.
Libertad de negocios, de trabajo y de propiedad	Error! Bookmark not defined.
Sin la reserva de bienes de consumo, las nuevas ideas no pueden generar crecimiento económico	Error! Bookmark not defined.
Inversión extranjera directa y las empresas multinacionales	Error! Bookmark not defined.
Ciencia, tecnología y gobierno	Error! Bookmark not defined.
Metodología	20
Capítulo 2: Experiencias internacionales, de países que incursionaron en la fabricación de microchips	21
2.1 Estados Unidos y la importancia de Silicon Valley para producir semiconductores	21
2.2 Taiwán	25
2.3 Método de Japón y Corea del Sur	31
2.4 El fracaso brasileño en semiconductores	38
Capítulo 3: Marco empírico y estudio del desarrollo de semiconductores en Ecuador	42
Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones	47
Recomendaciones	48

Bibliografía	49
---------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Ventas mundiales de semiconductores (1985-2011).....	31
Tabla 2. Importación de productos químicos a Corea del Sur exportadas desde Japón	37
Tabla 3. Recursos presupuestarios e ingresos propios de Ceitec	39
Tabla 4. Exportación de Productos en Ecuador por Toneladas	42
Figura 1. Innovación de semiconductores por país.....	23
Figura 2. Incremento de la demanda en semiconductores	24
Figura 3. Mercado de Consumo Global	25
Figura 4. Fabricación Global de semiconductores	28
Figura 5. Riesgo de desastres naturales	30
Figura 6. Total de inversión por sectores para la investigación de semiconductores ...	33
Figura 7. Porcentaje de exportaciones de semiconductores con relación a la exportación total	34
Figura 8. Exportaciones por grupo de productos Ecuador	43

Introducción

Los semiconductores representan una parte fundamental para las industrias tecnológicas. Hoy en día, los aparatos electrónicos como: teléfonos, televisores, automóviles, consolas y muchos más productos si no cuentan con estos microchips no podrían funcionar. Hay muchos países industrializados tecnológicamente que fabrican microchips, entre los más importantes están; Estados Unidos, Corea del Sur, Taiwán y Japón. En la actualidad el mayor productor de microprocesadores es Taiwán con 92% de fabricación mundial, ya que cuenta con las mejores técnicas, un ambiente controlado de calidad y gente altamente cualificada para producir los únicos microchips de siete nanómetros que son muy deseados en esta industria.

Los países que se han industrializado en el área tecnológica y abierto sus mercados aún más que otros países, han desarrollado una mejora en su economía, calidad de vida y han mejorado el bienestar social de su población. Las industrias de semiconductores en Estados Unidos generan alrededor de un cuarto de millón de empleos con ventas de USD 208 mil millones en 2020. Otros países como Costa Rica representan el 10% de su PIB. Y ni hablar de los tigres asiáticos que levantaron su país hacia adelante con innovación tecnológica, y modernizando sus ciudades. Lamentablemente en el caso de Latinoamérica en general no se han enfocado a estas ramas de la ciencia.

Hay que dar mérito que en Ecuador existen investigaciones por parte de entidades académicas, que han desarrollado estudios de investigación sobre semiconductores y nanoelectrónica, estudios en fabricación de chips y en muchas otras ramas que pueden a futuro abrir puertas para evolucionar, encontrando otras posibilidades de productos que puedan generar un mayor crecimiento económico para el país.

Justificación

La presente investigación se enfoca en la falta de industria de semiconductores en Ecuador, ya que debido a los recientes cambios en la economía mundial y la falta de semiconductores causada por la crisis del COVID 19, los microchips representan una parte fundamental para las industrias tecnológica y existe una buena oportunidad para que

el Ecuador produzca este tipo de tecnología. Además, se ofrece una mirada integral, a los éxitos y fracasos de países que han incursionado a este mundo de los microchips, a fin de analizar, concientizar y tomar la mejor solución para conseguir un camino exitoso que lleve al objetivo que es generar industrias más especializadas enfocadas en la alta tecnología.

Debido a la competencia, restricciones y precios bajos, otros países no han incursionado a escala la producción de semiconductores, Taiwán es el líder mundial del mercado al concentrar el 92% del mercado mundial, y ha tenido dificultades a lo largo de su historia tanto, políticas y naturales; que no sería la primera vez que tenga una disrupción en la creación de microchips que puede afectar a muchas industrias de otros países. Hoy en día existe un conflicto de mercado entre China y Taiwán, y en estas circunstancias, Estados Unidos principal demandante de la producción de microchips, no podría dejar que Taiwán haga alianza con la República Popular China, debido a que los semiconductores realizados por el país asiático son importantes para su economía y en la defensa militar e innovación de armamento, ya se están tomando medidas sobre esta crisis de microchips en la cual varios países van a invertir capital para desarrollar más semiconductores y no depender de Taiwán.

Los países como Irlanda, Singapur, Corea del Sur y Costa Rica ya tienen sus establecimientos funcionando para realizar semiconductores, pero es un proceso que llevará un mayor tiempo de implementar, debido a que la maquinaria necesaria es realizada por un solo país que es Holanda y dicho equipamiento también toma tiempo en fabricarse.

Pregunta General

¿Es posible efectuar una innovación tecnológica enfocada al ensamblaje o producción de semiconductores en el Ecuador?

Preguntas específicas

¿Cómo ha sido el comportamiento histórico del Ecuador en cuanto a la industrialización tecnológica de microchips?

Objetivo General

Examinar la posibilidad de industrialización de microchips en Ecuador, e implementar una propuesta de bajar impuestos a las empresas de alta tecnología que incursionen en la producción de estos componentes.

Objetivos Específicos

Evaluar experiencias internacionales, de países que incursionaron en la fabricación de microchips, y cuales fueron sus enseñanzas.

Determinar que investigaciones se han desarrollado sobre la implementación de una industria de microchips en Ecuador.

Marco teórico: La teoría de las economías externas

La obra “Economía Internacional Teoría y Política” publicada en 2012 por Paul Krugman y Maurice Obstfeld establecen que las economías de escala que dan origen al comercio internacional se producen en la empresa individual. Es decir, cuanto mayor es la producción de una empresa, menor es su coste medio. Ahora cuando la economía de escala se da en la industria y no en la empresa individual, a esto se le denomina economías externas. En estos tiempos se puede encontrar ejemplos en la industria de semiconductores, ya que se necesita de la colaboración de diferentes países para fabricar un semiconductor moderno que cumpla con las especificación y funcionalidades de cada empresa (Krugman & Obstfeld, 2006). Alfred Marshall defendió que existe tres razones por la cual una empresa podía ser más eficiente que una empresa individual como:

- i) Proveedores especializados;
- ii) mercado laboral especializado; y,
- iii) desbordamiento del conocimiento.

Proveedores especializados

En muchas industrias, la producción de bienes y servicios requiere de equipos especializados o de servicios de apoyo; la industria de los semiconductores no es la excepción. Las empresas individuales no proporcionan un mercado lo suficientemente grande para que los proveedores de estos servicios se mantengan.

Un grupo industrial centralizado puede resolver este problema reuniendo muchas empresas en una industria que juntas pueden proporcionar un mercado lo suficientemente grande como para tener una gama muy diversa de proveedores especializados. Un ejemplo donde este fenómeno ha sido ampliamente documentado es Silicon Valley, y este estudio explica cómo a medida que crecía la industria local, los ingenieros comenzaron a abandonar la industria de semiconductores establecida para crear capital como hornos de difusión, cámaras de reproducción, cupones, productos químicos especiales, etc. Este segmento independiente de bienes de capital impulsa la industria de semiconductores al dispersar los costos de desarrollo para aliviar a los productores individuales de bienes de capital en desarrollo. También fortalece la tendencia de localización industrial. Como implica la frase, los proveedores de nicho ofrecen a las empresas de tecnología una serie de ventajas. Ciertos proveedores ofrecen ciertos factores clave de producción que son más baratos y están más fácilmente disponibles porque hay muchas empresas que compiten y se enfocan en lo que hacen mejor. Esto se puede ver en la industria de los microchips hoy en día, donde las empresas de Silicon Valley solo se preocupan por diseñar y contratar otra fábrica para hacerlo (Paul Krugman, 20212).

Mercado de trabajo especializado

Una segunda fuente de economía externas es el modo que un conjunto de empresas puede crear un mercado en conjunto de trabajadores especializados. “Este modelo beneficia tanto a trabajadores como productores, ya que los productores sufrirán menos de escasez de mano de obra, mientras que los empleados tendrán menos posibilidades de quedarse desempleados. Estas ventajas han sido documentadas en Silicon Valley en donde se puede evidenciar que las empresas crezcan rápidamente y que los trabajadores cambien de empresa” (Paul Krugman, 20212).

Efecto desbordamiento del conocimiento

Es un factor importante que las industrias especialmente las que están en el área tecnológica se encuentren altamente innovando en nuevos diseños. Atrasar los avances tecnológicos unos meses o más puede afectar a la empresa y ponerlo en una posición menos favorable que a sus competidores. Este proceso de conocimiento especializado no solo proviene de los propios esfuerzos de investigación, ni solo también de aprender de sus competidores. Una parte fundamental de Know-how (saber hacer) técnico es el intercambio información informal, que tiene lugar a un nivel personal. “Y este tipo de actividad informal del conocimiento parece tener más eficacia cuando las empresas están concentradas en un área relativamente pequeña, de modo que los empleados de distintas empresas coinciden en actividades sociales y hablan libremente de temas técnicos”. (Krugman & Obstfeld, 2006).

Semiconductor

Los semiconductores son materiales capaces de actuar como conductores eléctricos o como aislante, dependiendo de sus condiciones físicas. Estas condiciones utilizan temperatura y presión. Los semiconductores están compuestos por elementos químicos muy variados. En la actualidad, el semiconductor más empleado es el silicio (Si), particularmente en la industria electrónica y de la computación. Sin estos aparatos la industria de electrónica no funcionaría, dado que permiten conducir y modular la corriente eléctrica de acuerdo con los patrones necesarios (Semiconductor Industry Association, 2016).

Libre mercado

Libre mercado de acuerdo con las palabras de Murray N Rothbard (1977) “es un término que resume la serie de intercambios que tienen lugar en una sociedad”. El explica que cada transacción es un método voluntario entre dos o más personas. Estas transacciones de las que hablamos son bienes económicos, sean intangibles o tangibles. Este queda evidenciado en lo que vemos en la vida cotidiana como trabajar en una empresa, una persona presta sus servicios a cambio de una remuneración. Ambas partes salen beneficiadas. Además, si se repite la misma modalidad quiere decir que ambos están

satisfechos, pero sino es el caso quiere decir que su experiencia fue negativa y están en la libertad de no repetir la experiencia.

En palabras más simples los negocios se realizan porque cada persona quiere beneficiarse, sino estas no intercambiarían nada. Este simple argumento de índole mercantilista de la Europa de los siglos XVI al XVIII y expuesto por el autor Montaigne. Los mercantilistas argumentan que “solo hay una parte que se beneficia a expensas de otros, que en cada transacción hay un explotador y un explotado”. Fácilmente se puede refutar este argumento, es más la escuela del Pensamiento Mercantilista, señala la voluntad del comercio en la que ambas partes se benefician, que se traduce a un juego de suma positiva. (Rothbard, 1977)

El libre mercado de acuerdo con Ludwig von Mises (1965) “el sistema de precios libres pone a disposición de los consumidores bienes de todo el mundo. También da mayor margen de maniobra posible para los empresarios, que disponen de capital de riesgo para invertir en recursos con el fin de satisfacer a los deseos futuros de la masa de consumidores de la forma más eficiente posible”. Así mismo, tener un ahorro y una inversión que pueda crecer y desarrollarse para generar bienes de capital y aumentar la productividad, los salarios de las personas, pudiendo mejorar sus niveles de vida. Este es un sistema que estimula la competitividad que trae como resultado la innovación tecnológica que permite al innovador tener una posición ventajosa para cumplir con los deseos del consumidor. No solo sale beneficiada la inversión, sino que, el sistema de precios y los incentivos de ganancias y pérdidas del mercado trazan los caminos adecuados para guiar la inversión de capital y de la producción para obtener mejores resultados utilizando solo los recursos necesarios. (Rothbard, 1977)

No todos los intercambios son completamente libres, muchos son coaccionados. Si un delincuente te amenaza con “tu dinero o tu vida”, tu pago a él es coaccionado y no voluntario, y él se beneficia a tu costa. El robo no es libre mercado. El estado, en todas las sociedades, es el único ente que puede coaccionar a la población y declararlo completamente legal. Podemos tomar como ejemplo mayores cargas de impuestos sobre la producción, lo que causa que el sistema tambalee y disminuya. También, se pueden encontrar en este sistema de coerción causado por el gobierno como, los controles de precios o restricciones que impiden la llegada de nuevos competidores al mercado, que

obstaculizan cualquier transacción o paralizando los intercambios del mercado. Lo más grave que se puede encontrar en una coerción es el socialismo y un ejemplo claro de esto es Venezuela, ya que carece de un sistema de precios para los bienes de capital. (Rothbard, 1977)

Tecnología y Externalidades

El conocimiento generado por la industria también está disponible gratuitamente para otras empresas. No hay duda de que estas industrias están produciendo el efecto de una producción adicional, que no se refleja en los incentivos de la empresa. Cuando se puede demostrar esta externalidad, existe un caso sólido para subsidiar la industria. Este argumento es el mismo para las industrias emergentes de los países en desarrollo que para las industrias maduras de los países desarrollados. Sin embargo, para estos países avanzados, esta declaración es específica, porque en estos países hay industrias de alta tecnología y la generación de conocimiento es un aspecto central de estas empresas. La razón de ser de una política comercial agresiva es que, si bien las empresas pueden obtener algún beneficio de su propia inversión en conocimiento, puede haber algún beneficio de la ingeniería inversa del diseño de un competidor. Entonces es importante aclarar que el gobierno también puede formar parte de estos incentivos de innovación de las industrias, pero es difícil decir con certeza cuánto porcentaje de subsidio se debería implementar. Mas adelante en la tesis, se mostrarán con casos específicos de otros países que aplicaron más externalidades que otros. (Krugman & Obstfeld, 2006).

Comercio Intraindustrial

Siguiendo con el planteamiento Paul Krugman (2006) “Una cuarta parte del comercio mundial es intraindustrial, es decir, consiste en intercambios de bienes en doble sentido. El comercio intraindustrial desempeña un papel importante en el comercio de bienes manufacturados entre las naciones industrializadas avanzadas, que establecen la mayor parte del comercio mundial”. Los países industrializados que a su vez pueden considerarse los más avanzados en ciertas áreas, sobre todo en la tecnología, ya que tienen una disponibilidad y cualificación de trabajadores mucho mayores. No es muy común que

haya ventajas comparativas en las industrias. Por ende, el comercio internacional toma el papel de intercambio en ambos sentidos para satisfacer sus necesidades.

La industria produce ingresos adicionales, que pueden superar la ventaja comparativa, porque este comercio permite que otros países puedan beneficiarse de mercados más grandes. Al producir menos variedad, se puede producir con menor coste, mayor escala y productividad. Lo mejor es que los consumidores se pueden beneficiar en la marca que puede elegir. Las ganancias serán importantes cuando las economías de escala sean posibles y los productos puedan diferenciarse. Esto es más común en los bienes manufacturados sofisticados que en las materias primas. (Krugman & Obstfeld, 2006).

Dumping y Dumping recíproco

En dumping ocurren en un mercado de competencia imperfecta. Esto sucede cuando una empresa o un país exporta sus productos a un precio inferior a su precio interno. Los exportadores si tienen el capital suficiente para comerse sus pérdidas o reciben ayudas gubernamentales pueden bajar sus precios para competir con los productores y vendedores en el país importado. Y estas medidas las puede optar otro país o empresa como medida para combatir esas inmoralidades causando un dumping recíproco que puede servir para negociar. (Krugman & Obstfeld, 2006).

Globalización, Trabajo de salarios reducidos y cuestiones medioambientales

Las dificultades que sufren los países desarrollados es que se pueden aprovechar de un país más pobre. Las personas que realizan la mano de obra en las fábricas de manufactura para la exportación de productos hacia los países desarrollados reciben salarios muy reducidos en comparación con los países avanzados. Debido a que las personas tienen pocas opciones de trabajo. También las condiciones de los trabajadores son miserables comparadas con otros países. Se han establecido acuerdos comerciales internacionales destinadas a mejorar los salarios y las condiciones laborales en los países pobres. Indudablemente, existe otra víctima que es la contaminación del medio ambiente, en algunos casos se han producido importantes daños medioambientales para poder proveer bienes a los de los países más desarrollados. (Krugman & Obstfeld, 2006).

Las multinacionales y el comercio

Las empresas multinacionales junto con el comercio tienen una influencia positiva en el desarrollo de un país, ya que han sido herramientas importantes para la reducción de la pobreza. Un estudio realizado por American Economic Association pudo comprobar que estas empresas multinacionales tienden a utilizar los recursos necesarios con niveles de eficiencia muchos más alto que sus competidores locales. Además, éstas capacitan a sus empleados para obtener una mejor eficacia, aumentado la productividad y dándoles un valor agregado a los empleados. Aunque exista el debate sobre, que los salarios que reciben en el mundo de los países en vía de desarrollo no son lo suficientemente altos o atractivos como los del primer mundo, las multinacionales tienden a pagar más que el promedio de los nacionales locales, y mucho más que las empresas estatales. (Macdonald,2020).

Por ejemplo, como señaló Macdonald (2020) “en Vietnam, Nike paga a sus trabajadores salarios dos veces superiores a la media nacional, y tres veces superiores a las fábricas estatales, que podrían llamarse verdaderamente talleres de explotación”. Podemos decir que facilitar el libre comercio y la llegada de las multinacionales han sido importantes para el crecimiento económico. Podemos tomar otros ejemplos como el de Hong Kong, cuyo PIB muestra que exportación representa el 177% de su economía, mientras los países que ponen trabas a su economía, es decir más proteccionistas, como lo es gran parte de África o América Latina, siguen empobrecidos y exportando materias primas. Estos ejemplos son utilizados por la izquierda para engañar a la gente con sus falacias promoviendo un sentimiento anticapitalista y lo que hacen esta empresa es aliviar la pobreza, reducir el trabajo infantil y mejoran las condiciones del trabajo.

Libertad en los negocios, trabajo y propiedad

Podemos encontrar otros factores que son igual de importantes que el libre mercado para el crecimiento de un país. Son igual de importantes la libertad de negocios, de trabajo y de propiedad, que debe ser permitida para generar competencia, aumentar los salarios y mejorar la productividad de los negocios. Intervenir en estas de forma de bloqueo a pesar de tener buenas intenciones, solo perjudica a las personas. El estudio realizado por Kevin Hassett, descubrió que en un aumento del 1% en la tasa de impuestos corporativos, da

como resultado a una disminución del 0,5% en los salarios de los trabajadores. Los países que están en vía de desarrollo suelen ocupar los lugares más bajo en los índices de libertad económica. Las altas regulaciones lo que hacen es formar empresas que monopolizan el mercado e impiden a la creación de nuevas. El Instituto Fraser en su estudio reveló que el aumento de 1% en la burocracia conlleva a un decrecimiento del 5% en la tasa de creación de empresas (en gran parte al sector de la tecnología). Así mismo, las amplias regulaciones laborales impiden a las empresas contratar y despedir a nuevos trabajadores comprometiendo su capacidad laboral interna. (Macdonald,2020).

Reserva de bienes de consumo importante para el crecimiento tecnológico

El crecimiento económico no solo se basa en nuevas ideas es necesario bienes de consumo en expansión. De acuerdo con la obra llamada “En hombre, economía y Estado”, Murray Rothbard (1962) dice que “la tecnología, aunque es importante, debe funcionar siempre a través de la inversión de capital para generar crecimiento económico” (p.47)

Más adelante se hace referencia a Mises (1962) “Lo que falta en estos países subdesarrollados no es el conocimiento de los métodos tecnológicos occidentales («know how»); eso se aprende fácilmente. Lo que falta es el suministro de capital ahorrado necesario para poner en práctica los métodos avanzados” (p.48)

Con todo lo expuesto anteriormente, podría defenderse que los conocimientos que obtengamos y las diferentes ideas innovadoras tecnológicas, sin un sistema de ahorro real creciente, el crecimiento tecnológico y económico de un país tampoco surgirá.

Se puede explicar con un ejemplo escrito por Ludwig von Mises en su libro “Human Action: The Scholar's Edition” cuando no hay suficiente capital para implementar un conocimiento tecnológico. Tenemos a Rumania en 1860, que poseía un conocimiento tecnológico de occidente. Obteniendo su información de las Universidades tecnológicas de Austria, Francia y Suiza. Con cientos de profesionales preparados. Lo que faltaba era bienes de capital para aplicar estas técnicas y transformar su atrasada economía rumana de comunicación, producción y transporte. Sin la ayuda del Occidente capitalista que les prestó dinero necesario para una transformación rápida y ayudar en gran medida a sus métodos de producción, les hizo ganar tiempo y multiplicar sus capacidades de trabajo.

Se vio inmediatamente los procesos tecnológicos aprendidos. Es como si hubieran empezado muchos años atrás a ahorrar y a acumular capital. (Riggenbach,2021).

Inversión extranjera directa y las empresas multinacionales

Por inversión extranjera directa entendemos el flujo internacional de fondos para que empresas de un país abran o amplíen filiales en otro país. Significa no sólo la transferencia de recursos, sino también la adquisición del control. Esto significa que la subsidiaria no solo es financieramente responsable ante la empresa matriz, sino que es parte de la misma estructura organizativa. Las corporaciones multinacionales son a menudo vehículos para préstamos internacionales. La empresa matriz proporciona fondos a su filial extranjera, con la esperanza de recuperar el dinero a su debido tiempo. La inversión extranjera directa es otra forma de lograr los mismos objetivos que los préstamos internacionales en términos de financiamiento proporcionado por las empresas multinacionales a sus filiales extranjeras. Los países industrializados tienen una inversión extranjera directa sustancial. Por lo tanto, el objetivo principal es que las empresas multinacionales entren al país (Krugman & Obstfeld, 2006).

Siguiendo el planteamiento de Krugman y Obstfeld. (2006) se puede decir que La teoría moderna de las corporaciones multinacionales comienza con, ¿por qué una mercancía se produce en dos o más países, pero no en uno? A esto se le llama problema de localización. La ubicación de producción generalmente está determinada por el recurso. La mina de aluminio debe estar ubicada donde se encuentra la bauxita, donde la fundición de aluminio está cerca de electricidad barata, etc. Como puede verse en estos ejemplos, las decisiones de las multinacionales sobre dónde producir no son muy diferentes de las que determinan los patrones comerciales generales.

La teoría de la internalización es otro factor. La producción de una subsidiaria es a menudo un factor de producción para otra subsidiaria, o las tecnologías desarrolladas en un país pueden usarse en otros países. Estos acuerdos unen a las empresas multinacionales. Pero estas transacciones no tienen que tener lugar dentro de la empresa. Los componentes se pueden vender en el mercado y la tecnología se puede vender a otras empresas. Las corporaciones multinacionales existen porque pueden realizar fácilmente

transacciones de empresa a empresa. Por eso las corporaciones multinacionales lo llaman "internalización" (Krugman & Obstfeld, 2006).

Ciencia, tecnología y gobierno

De acuerdo con Murray Rothbard y su libro "Ciencia, tecnología y gobierno" (1959) "los partidarios del libre mercado tenían que hacer frente a un desafío que aun hoy sigue siendo relevante que es la intervención del gobierno" (p.57). En esta explicación Rothbard critica a los líderes gubernamentales como impulsores de la tecnología de un país. Con eso pone en evidencia no solo argumentos teóricos, sino que también los explica con evidencia empírica. Mostrando que la ciencia avanza mucho mejor y más rápidos en un libre mercado. Él se plantea una cierta pregunta fundamental ¿Cómo decidimos cuánto gastar en investigación?

Las mejores decisiones son tomadas por el libre mercado. Este sistema sabe identificar cuantos científicos son necesarios para realizar cierta investigación, Cuanto hay que invertir y que recursos óptimos utilizar. Esto es uno de los grandes méritos que inspira la libre empresa, aunque muchas veces no se le reconozca, este método puede asignar una distribución racional de los recursos y tiene sentido ya que, el estado utiliza el dinero de los contribuyentes y como no sale de su bolsillo despilfarra los ingresos ajenos. (Rothbard,1959).

Ha surgido el mito de que la investigación gubernamental es necesaria en nuestra tecnología porque solo la investigación en equipo planificada y guiada a gran escala puede conducir a inventos importantes. Se dice que la era del inventor individual o a pequeña escala ha terminado. La conclusión de esto es que, dado que el gobierno es potencialmente el agente más poderoso, debe desempeñar un papel de liderazgo incluso en la investigación científica o militar. En un artículo reciente muy importante, una investigación de John Jewkes, David Sawers y Richard Stillerman desacredita este mito. Analizaron 61 de los inventos más importantes del siglo XX y descubrieron que más de la mitad de ellos eran obra de inventores individuales, personas que trabajaban de forma autónoma con recursos muy limitados. La fabricación de la bomba atómica no queda exenta en este caso, la supremacía del libre mercado sobre la ciencia controlada por el

gobierno es irrefutable. Hasta los científicos de la época de la unión soviética admitieron que la tecnología estadounidense es superior (Rothbard,1959).

La mejor decisión consiste en que el Estado sea parte de las actividades creativas del libre mercado. Debería reducir los impuestos en la mayor medida posible. Este contexto una bajada de impuestos no es lo mismo que subsidiar. Un subsidio significa que se extraen recursos de los contribuyentes para dárselos a una parte favorecida. Por lo tanto, aumenta la proporción del estado sobre la economía, distorsionando los recursos y multiplica el control y la represión del gobierno. En cambio, con una baja de impuestos o en cierta medida eliminación por un periodo de tiempo, reduce dicho control del gobierno y la actividad privada; le da más accionar de libertad a los particulares y les permite desarrollarse sin obstáculos, reduciendo la sed de poder gubernamental y la distorsión de la economía (Rothbard,1959).

Metodología

El presente trabajo se realizó bajo un enfoque de investigación exploratoria, lo que significa que en el presente estudio se efectuó una recolección de información de datos cuantitativos y cualitativos de los microchips al ser un tema poco estudiado en el Ecuador. La ventaja de utilizar este método de investigación es que permite desarrollar un estudio más amplio, debido a que abarca una gran cantidad de investigaciones empíricas, literatura y casos presentados en forma práctica. Para realizar esta metodología se llevó a cabo una investigación con información primaria, ya que se necesita obtener datos de primera fuente. Así mismo, se requiere de una investigación secundaria, debido a que se tendrá en cuenta información de investigaciones realizadas en un área específica. Estas investigaciones requerirán contar con fuentes que estén respaldadas por investigaciones previas (Felipe, 2006).

Capítulo 2: Experiencias internacionales, de países que incursionaron en la fabricación de microchips

Este capítulo exploró las investigaciones y aplicaciones de semiconductores en distintos países y se abordó desde un contexto comparativo, cómo los demás países que ya manufacturan estas tecnologías empezaron y pudieron con el tiempo superar a Estados Unidos en su fabricación. Con el objetivo de que se puedan replicar los mejores casos de éxito y no cometer los mismos errores que algunos países han cometido. Logrando que se puedan imitar para realizar semiconductores en Ecuador. Empezaremos desde un contexto macro empezando por los inicios de los semiconductores hasta terminar en un contexto micro en la cual quede claro que país es el mejor en la actualidad.

2.1 Estados Unidos y la importancia de Silicon Valley para producir semiconductores

Silicon Valley, el principal centro de tecnología del mundo, es sinónimo de innovación. constituyéndose, en la sede de muchas de las corporaciones de alta tecnología más grandes del mundo, Silicon Valley representa un tercio de la inversión de capital de riesgo en todo el país de Estados Unidos. Si bien la industria de los semiconductores surgió en la década de 1950, el éxito de esta tiene sus raíces en el establecimiento de la Universidad de Stanford en 1891. En el momento de la fundación de la universidad a principios de siglo, el Área de la Bahía de San Francisco había sido testigo de una influencia de empresarios y nuevos ricos. El dinero nuevo y un flujo constante de ideas de todo el país y el mundo pronto dieron a San Francisco una cultura única que se enorgullecía del espíritu empresarial. La universidad de Stanford se benefició de este espíritu para convertirse en un centro importante para la innovación y el espíritu empresarial de la región (Athanasia, 2022).

Durante la Guerra de Corea en 1950, la universidad comenzó a recibir importantes fondos del Departamento de Defensa para su trabajo en amplificadores de tubo de ondas viajeras y estudios de Klystron de alta potencia. Aprovechando la experiencia de Stanford, empresas como General Electric y Sylvania establecieron divisiones de tubos de microondas cerca del campus universitario, a menudo contratando profesores y graduados

para que sean personal de sus instalaciones. Para 1960, alrededor de un tercio del negocio de TWT del país estaba ubicado junto al campus (Athanasia, 2022).

Muchos historiadores atribuyen a Frederick Terman la introducción de la industria de los semiconductores. Terman escribió una carta a William Shockley, un pionero en la creación de los primeros transistores, invitándolo a participar en actividades independientes de investigación y desarrollo de transistores. Hoy, sin embargo, dan crédito a Shockley como una figura clave en el surgimiento de la industria. Shockley empezó su propia empresa, en un pequeño pueblo en las afueras de San Francisco. La empresa se disolvió rápidamente cuando ocho empleados renunciaron el mismo día debido a la incompetencia de Shockley como gerente. Este grupo de ingenieros formaron sus propias empresas. En la cual una llamada Fairchild Semiconductors, tuvo como primeros clientes al Departamento de Defensa y la NASA. A pesar de que su negocio fue exitoso, muchos ingenieros abandonaron para formar sus propias empresas. Es lo que conocemos hoy como Silicon Valley. En 1970, las empresas de semiconductores de Silicon Valley empleaban a una 12.000 persona. Hoy en día, alrededor del 70% de las 130 empresas en el área de la bahía de San Francisco (Athanasia, 2022).

Silicon Valley ha sido el principal centro mundial de innovación tecnológica de las últimas décadas. Más allá de su papel en la historia de los chips semiconductores y las computadoras, el área tiene una notable concentración de personas talentosas, universidades de investigación de alta tecnología, laboratorios corporativos de investigación y desarrollo y la mayor concentración de financiamiento de capital de riesgo en la nación. Los innovadores de la región no solo han comercializado productos nuevos e innovadores, sino que también han sido pioneros en industrias completamente nuevas. Los avances tecnológicos generados por las mentes más brillantes de Silicon Valley han desempeñado un papel importante en la promoción del estatus de Estados Unidos como líder mundial en tecnología (Athanasia, 2022).

Sin embargo, si bien Silicon Valley se ha mantenido como sinónimo de innovación y conocimiento tecnológico durante décadas, ¿seguirá siendo así en las generaciones venideras? A pesar de ser la idea consumada del mundo de un "centro tecnológico", su crecimiento es insostenible. La creciente inasequibilidad del Área de la Bahía de San Francisco y la disminución de la calidad de vida significan que el crecimiento de la

industria tecnológica de Silicon Valley se ha separado del desarrollo de la comunidad local y la fuerza laboral. Hoy en día Estados Unidos ha tenido un decrecimiento en su producción de semiconductores de un 30% en los últimos años, debido a que Estados Unidos no proporciona hospitalidad para la fabricación de semiconductores mientras que otros paises como Taiwán que hablaremos más adelante ofrece incentivos para atraer capital. También EE. UU tiene una de las tasas impositivas corporativas más altas del mundo. Además, el crédito fiscal por I + D es uno de las menos competitivas. Otros países abaratan su construcción, cuesta \$ 1 mil millones más en fabricar semiconductores en Estados Unidos que Taiwán. Sin mencionar que otros países también invierten en investigación y desarrollo para aumentar el número de científicos e ingenieros. Mientras tanto, Estados Unidos está experimentando una escasez de trabajadores altamente calificados (Athanasia, 2022).

Lo que si hay que aclarar es que Estados Unidos ya no es una potencia en la manufactura de semiconductores, pero si es una potencia en el desarrollo de la innovación de diseñar nuevos microchips con mejores funciones y más prácticos. De acuerdo con SIA (Semiconductor Industry Association, 2022) Estados Unidos tiene la tasa de creación de patentes de semiconductores del mundo.

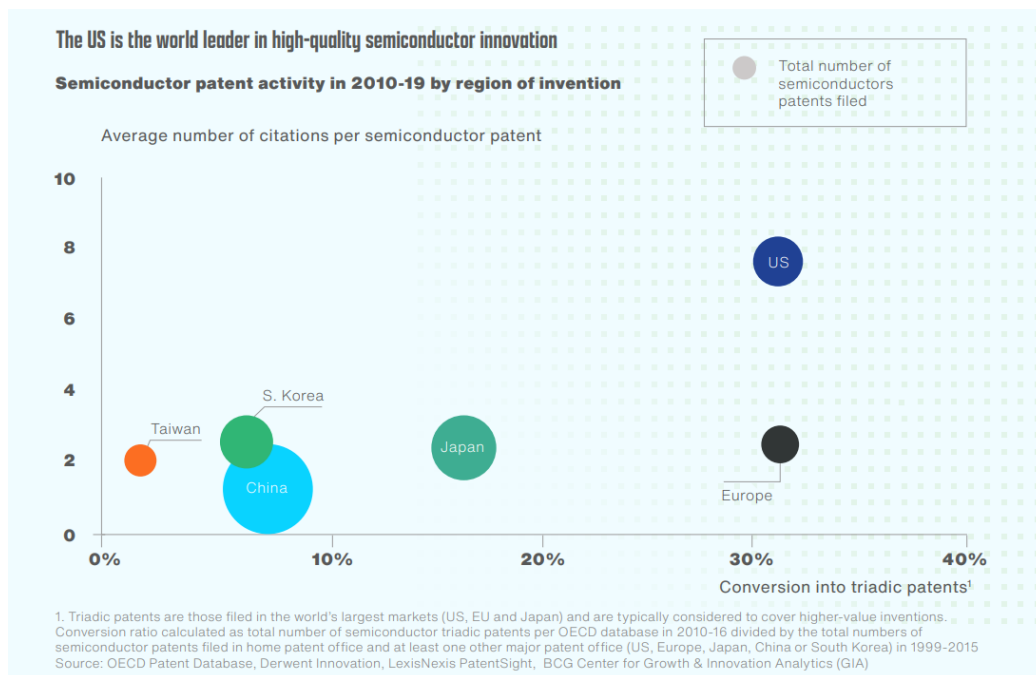


Figura 1. Innovación de semiconductores por país
Fuente: Semiconductor Industry Association (2021)

Estados Unidos tal vez no sea el rey de la manufacturación de los semiconductores, pero si el líder de innovación de patentes de diseño de semiconductores, gracias al financiamiento mayoritario de las empresas privadas y poco de la estatal. Así mismo la demanda de los semiconductores ha ido en aumento y sobre todo en esta pandemia por el incremento de las ventas de los patos electrónicos. De acuerdo con Annette Choi (2021) las ventas de los semiconductores han ido en aumento.

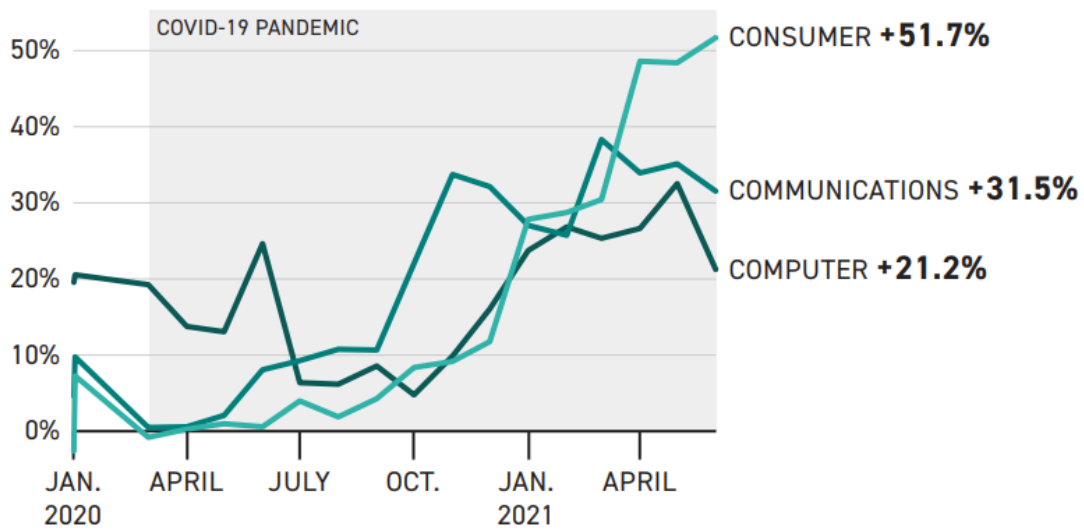


Figura 2. Incremento de la demanda en semiconductores
Fuente: Semiconductor Industry Association (2021)

Desde junio del 2020 hasta abril del 2021, ha habido un incremento del 51,7% en consumidores de semiconductores a nivel mundial, mostrando por qué vivimos en la actualidad con unos escasos de semiconductores y es posible que esta siga en aumento por mucho más tiempo. Y hay que acotar que el país que sale más afectado es Estados Unidos por esta escasez ya que es el país que más consume semiconductores en el mundo de acuerdo con los datos de Semiconductor Industry Association.

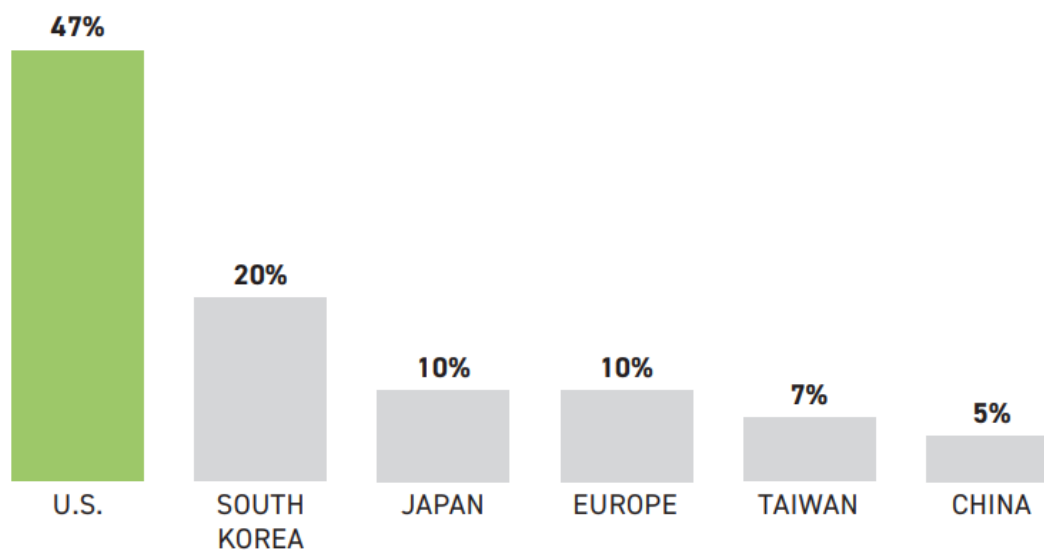


Figura 3. Mercado de Consumo Global

Fuente: Semiconductor Industry Association (2021)

2.2 Taiwán

El estudio realizado por AnnaLee Saxenian en la Universidad de Berkeley California, ha encaminado los factores primordiales de como Taiwán desde la época de los 80 ha tenido un éxito transen detal en relación con la tecnología. La TI de Taiwán en 1980 se fue de \$ 100 millones, para el año de 1989 había crecido más de \$ 5 mil millones, y luego creció más de 20% anual en la década de 1990. Los datos del Ministerio de Finanzas de Taiwán, muestra que los dispositivos relacionados con tecnología avanzada comprendían un 46% de exportaciones totales durante los primeros diez meses de 2017. No es sorprendente que domine la industria de los semiconductores, la cual representa un 29,1 por ciento de exportaciones.

El predominio del hardware, especialmente de los semiconductores, refleja tres características centrales que realizo Taiwán tuviera éxito en el periodo formativo de desarrollo de la década de 1980 y 1990. La primera de este modelo fue establecer una política de competencia, que desempeñó un papel crucial en sentar las bases para el modelo de producción de hardware más flexible y descentralizado. El gobierno de Taiwán no interfirió demasiado para que los tecnócratas, como Li Kwoh-ting pudieran invertir

agresivamente en la educación superior, promoviendo la transferencia de tecnología, especialmente de los Estados Unidos. Dirigieron sus propios fondos de investigación y desarrollo a través del Instituto de Investigación de Tecnología Industrial, fundado en 1973, y lanzaron una industria autóctona de capital de riesgo. Por el contrario de Japón y Corea del Sur que establecieron un nexo especialmente estrecho entre el gobierno, la política industrial y un puñado de grandes empresas. El modelo de Taiwán se basó en la fuerte competencia del mercado, que a su vez apoyó a un sistema descentralizado y el desarrollo de startups tecnológicas (Saxenian, 2021).

Esto difiere fundamentalmente de la relación privilegiada entre el Estado y un puñado de grandes gigantes corporativos establecidos que caracterizó el desarrollo tecnológico en Japón y Corea en la década de 1980. Si el caso de Asia Oriental es visto como un desarrollo dirigido por el estado, entonces la experiencia de Silicon Valley, Taiwán y sus otros imitadores se entiende mejor como un crecimiento impulsado por el espíritu empresarial. Esto apunta a su segunda característica del modelo que sustentó el éxito de Taiwán. Internacionalización, especialmente a través de vínculos con el ecosistema de innovación global líder en el mundo en Silicon Valley. El país asiático descubrió en efecto Silicon Valley décadas antes que el resto del mundo. Ese descubrimiento y el proceso de circulación de ingenieros y empresarios, a su vez impulsó una ola de crecimiento empresarial en semiconductores (Saxenian, 2021).

Los Taiwaneses desde los Estados Unidos asesoraron a los formuladores de políticas en Taipéi durante las décadas de 1960 y 1970 sobre estrategia de desarrollo económico, defendiendo con éxito un enfoque en el desarrollo de capacidades en tecnología de vanguardia, como los semiconductores, en lugar de seguir el modelo coreano de pasar a la fabricación de automóviles. También trabajaron con sus compañeros que regresaron en última instancia para asumir posiciones de liderazgo que ayudaron a expandir el sistema de educación superior en la isla. En sus capacidades de investigación. Incluían la formación del Servicio de Investigación Electrónica y el desarrollo de una industria nacional de capital de riesgo (Saxenian, 2021).

Para los empresarios e ingenieros taiwaneses que posteriormente regresaron a Taiwán después de periodos de educación y trabajo en Silicon Valley, la conexión con California y la de Estados Unidos proporcionó una reserva crucial de conocimientos tecnológicos y

estrategias para el desarrollo del mercado. Esa era de caracterizo por intercambios intensivos tanto de sistemas de hardware como de experiencia subyacente. Por un lado, estaban las empresas e individuos de California y, por otro, los de Taipéi Hsinchu. Pronto, se formó un conjunto de redes sociales y profesionales transpacíficas. A partir de la década de 1980, esta generación que retornaron a casa comenzó a establecer sus propias empresas. Muchos de ellos se convirtieron en la columna vertebral de la primera ola de semiconductores. Posteriormente, las nuevas empresas con sede en Taiwán forjaron conexiones adicionales y de seguimiento para empresas de Silicon Valley, que luego establecieron sus propias bases de fabricación en Taiwán. De esta manera, las asociaciones interregionales facilitaron las mejoras mutuamente beneficiosas. La ventaja competitiva de los fabricantes de Taiwán se desplazó de la de imitadores de bajo costo a transformarse a líderes mundiales en la producción de productos electrónicos basados en velocidad, calidad y costos competitivos (Saxenian, 2021).

La tercera característica que apuntaló el modelo exitoso de Taiwán fue su capacidad no solo para combinar calidad con costo, sino innovar de forma independiente. Esta es una característica que otros, incluida China, han buscado replicar en sus estrategias de desarrollo de base tecnológica durante las últimas décadas. La ventaja de la mano de obra barata de Taiwán le permitió ingresar rápidamente al mercado mundial de semiconductores. Pero las empresas con sede en el país asiático luego mejoraron rápidamente su calidad, especialización y capacidades de producción. Un ejemplo de esto es la empresa de Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), fundada en 1987 por un retornado taiwanés de Texas Instruments, Morris Chang. TSMC y otros líderes del mercado de semiconductores y conjuntos con sede en Taiwán, como United Microelectronics (UMC), fundada en 1980, fueron pioneras en el modelo de negocio de fundición de semiconductores, que proporciona capacidades avanzadas de producción de chips (Saxenian, 2021).

Todas las empresas de semiconductores en ese momento estaban integradas verticalmente, con diseño de chips y fabricación realizada internamente. El modelo de fundición demostró ser una innovación significativa porque permitió el florecimiento de nuevas generaciones de empresas que se centraron únicamente en el diseño de Chips y evitó los enormes costos y complejidades de las instalaciones de producción. Taiwán pronto se convirtió en un centro de experiencia en diseño de chips. Hoy en día, TSMC

sigue siendo líder mundial en semiconductores, con tecnología de producción de vanguardia y cerca de la mitad del mercado mundial de fundición. Lo que hace que TSMC sea tan Único es tanto su dominio del diseño de chips como sus enormes ventajas a escala. Su tamaño significa que puede distribuir los costos fijos y mantener costos por unidad más bajo mientras bombea sus considerables recursos financieros en investigación y desarrollo de última generación (Saxenian, 2021).

Estos tres modelos que aplicó Taiwán fueron, políticas de competencia, internacionalización agresiva y la incubación de una capacidad de innovación independiente produjo sistema altamente descentralizado y ecosistema de fabricación competitivo. Esto promovió el liderazgo de Taiwán en el diseño de semiconductores y producción. Contribuyendo a un período floreciente para su fabricación de TIC durante la década de 1980 y 1990. Desde los primeros días, el enfoque dentro de este ecosistema emergente estuvo en la producción para exportación, particularmente de bienes intermedios. Pero con cada vez más innovaciones que lo llevaron a una dependencia absoluta del sector de TI en el panorama general de las exportaciones ha sido un factor crítico y tema persistente a su desarrollo económico. Debido a que esa dependencia a continuado hasta el día de hoy, ha creado vulnerabilidades, a pesar de que empresas campeonas como TSMC han capitalizado las ventas y oportunidades de la cadena de suministros para convertirse en actores de la industria globalmente dominantes en áreas tales como semiconductores (Saxenian, 2021).

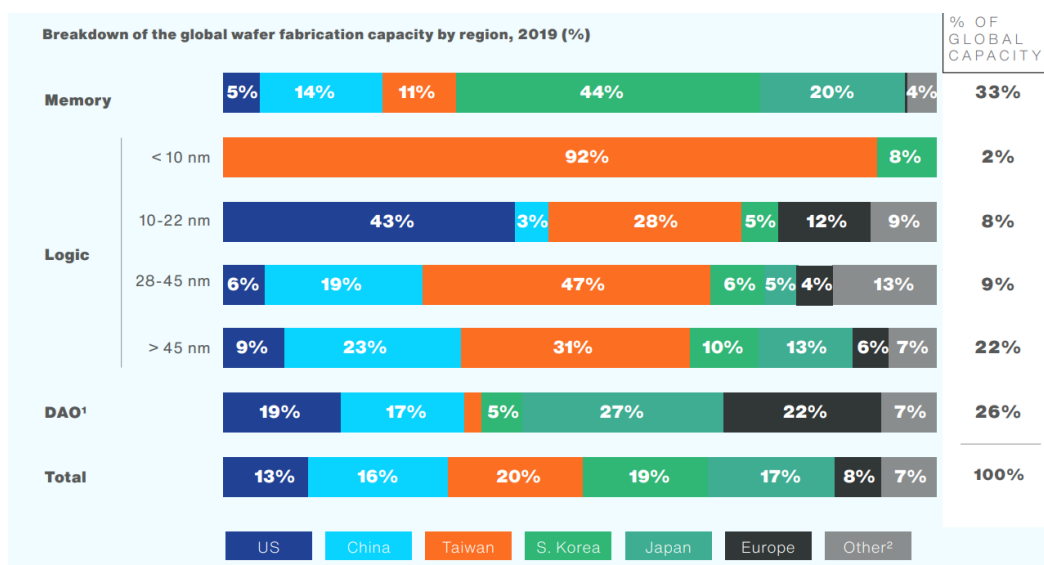


Figura 4. Fabricación Global de semiconductores
Fuente: Semiconductor Industry Association (2021)

Como se puede observar en el gráfico los métodos de Taiwán han funcionado logrando como resultado el 92% de la producción a nivel mundial de semiconductores de < 10 nm. Que son los más cotizados en el mercado ya que mientras más pequeño es el microchip mejor es su funcionamiento y las empresas de alta tecnología lo necesitan para conseguir un valor agregado a sus productos. Es por eso por lo que durante la pandemia y lo que estamos viviendo ahora una escasez de microchips por causa de que una sola empresa tiene la responsabilidad de satisfacer la demanda a nivel mundial, causando que haya retrasos en los procesos de producción de otras empresas tecnológicas.

Taiwán enfrenta varios tipos de riesgo como, escasez de energía, desastres naturales y conflictos de independencia contra China que amenaza con invadir en cualquier momento. Debido al COVID-19. Las tensiones por el Estrecho de Taiwán han crecido rápidamente y los riesgos geopolíticos son cada vez más altas. Debido a que las industrias de semiconductores de Taiwán es parte fundamental del mercado, existen crecientes preocupaciones sobre el impacto de la cadena de suministros global. También tienen una gran participación en la producción de semiconductores de última generación de teléfonos inteligentes y computadoras (Nogimori, 2021).

En los últimos años Taiwán ha sido rodeado por varios factores de riesgo. En mayo del 2021 una planta de semiconductores fue cerrada según el número de casos de Covid-19 y puso en pausa su producción por el retraso de la obtención de vacunas, solo el 1,3% de los 23,5 millones de habitantes estaban vacunados para ese momento. Taiwán no es miembro de las Naciones Unidas por influencias de China, en la cual hizo el suministro de vacunas sean difíciles de conseguir. La población taiwanesa está totalmente vacunada en este momento. Así mismo, existen preocupaciones por el suministro de energía. Taiwán tuvo apagones continuos en toda la isla en mayo de 2021, debido a un mal funcionamiento en la red. Aunque hay que aclarar que no hubo un gran impacto en la producción. La mayoría de su energía primaria se deriva de combustibles fósiles importados y la autosuficiencia energética de Taiwán (Nogimori, 2021).

Los desastres naturales también son motivo de preocupación. Los semiconductores requieren grandes cantidades de agua durante el proceso de fabricación, pero Taiwán experimentó una sequía en junio del año pasado que aumentó el riesgo en la fabricación de semiconductores. Continuando, existen riesgo de inundaciones, ya que el promedio

anual de tifones es mayor al de Japón. Además, el impacto de los terremotos no puede ser ignorado. Así mismo, sufre de terremotos, como por ejemplo un terremoto de magnitud 7.6 golpeó el centro de Taiwán el 21 de septiembre de 1999, dejando hasta 2.415 vidas de personas perdidas y teniendo un gran impacto en los semiconductores. Según la producción económica en riesgo por amenaza naturales del Lloyd's City Risk Index, dice que la ciudad de Taipéi tenía el mayor riesgo de las principales ciudades mostradas en grafico siguiente. Cabe de destacar que los riesgos políticos están aumentando. Esto fue desencadenado por las declaraciones hechas por el ex comandante de EE. UU. del comando del Indo-Pacífico de los Estados Unidos, Philip Davidson, esto fue en el comité el 9 de marzo de 2021, donde se afirmó que China podría invadir Taiwán dentro de seis años. Sin embargo, en la cumbre Japón-Estados Unidos y la cumbre del G7, los líderes de las naciones Unidas industrializadas se refirieron a la paz y estabilidad del Estrecho de Taiwán, y han mantenido presión sobre la postura de línea dura de China hacia Taiwán (Nogimori, 2021).

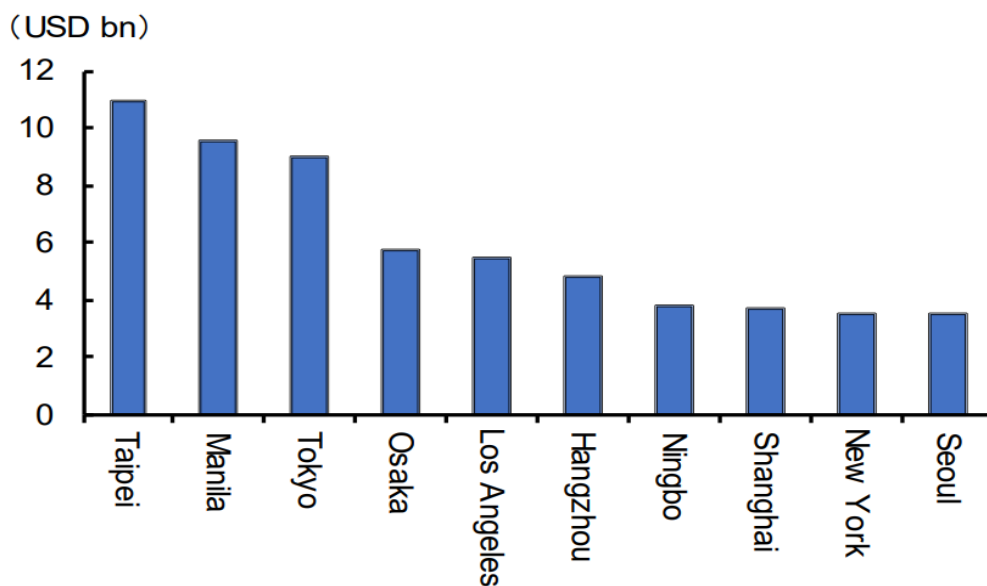


Figura 5. Riesgo de desastres naturales

Fuente: based on Lloyd's City Risk Index (2018), Elaborado por Minoru Nogimori.

Como tal, Taiwán se enfrenta a varios riesgos, incluidos cortes de energía, desastres naturales y relaciones con China. Sobre todo, debemos ser claramente conscientes de los riesgos para Taiwán y la industria clave de Taiwán, los semiconductores.

2.3 Método de Japón y Corea del Sur

Como en el caso de Taiwán, Estados Unidos represento un cambio extraordinario para los países de Japón y Corea del Sur en su economía y su innovación tecnológica; demostrando que aun de haber sufrido las consecuencias de una guerra, en este caso de Japón de la segunda guerra mundial, en la cual salió derrotado y en el caso de Corea, fue la guerra entre Corea del Norte y Sur, en busca del poder total en su región; estos países ahora son potencias en tecnología en la actualidad. De acuerdo con el paper realizado por Robert H. Wade (2018) estos países crecieron rápidamente gracias a que los estados hicieron contribuciones importantes como: descentralizar al gobierno, fomentar la competitividad, bajar la inflación, fomentar el capital humano, tener un sistema financiero eficaz y seguro y tener fácil acceso a la tecnología. Además, muchas personas asiáticas fueron a aprender de la tecnología de occidente para poder montar sus propias empresas en sus países. Así fue como aprendieron a realizar semiconductores. Pero Japón y Corea del Sur tomaron otro camino distinto al de Taiwán.

En esas épocas las marcas que dominaban el mercado eran NEC, Hitachi, Toshiba, ect. Esa hegemonía empozo a desaparecer en los años 90 hasta la situación actual. Durante la segunda mitad de los 80, Japón obtenía más de la mitad de la cuota de mercado mundial. Japón se posiciono en el primer puesto de fabricantes de microchips en el mundo, siendo NEC el líder mundial. En el siguiente cuadro se muestran los lideres mundiales en ventas de semiconductores de 1985 al 2011 (Ignacio Martil, 2021).

Tabla 1. Ventas mundiales de semiconductores (1985-2011)

Worldwide Semiconductor Sales Leaders (\$B)												
Rank	1985		1990		1995		2000		2006		2011F	
1	NEC	2.1	NEC	4.8	Intel	13.6	Intel	29.7	Intel	31.6	Intel	50.6
2	TI	1.8	Toshiba	4.8	NEC	12.2	Toshiba	11.0	Samsung	19.7	Samsung	34.5
3	Motorola	1.8	Hitachi	3.9	Toshiba	10.6	NEC	10.9	TI	13.7	Toshiba	13.5
4	Hitachi	1.7	Intel	3.7	Hitachi	9.8	Samsung	10.6	Toshiba	10.0	TI	12.8
5	Toshiba	1.5	Motorola	3.0	Motorola	8.6	TI	9.6	ST	9.9	Renesas	11.3
6	Fujitsu	1.1	Fujitsu	2.8	Samsung	8.4	Motorola	7.9	Renesas	8.2	ST	9.6
7	Philips	1.0	Mitsubishi	2.6	TI	7.9	ST	7.9	Hynix	7.4	Qualcomm*	9.6
8	Intel	1.0	TI	2.5	IBM	5.7	Hitachi	7.4	Freescall	6.1	Hynix	9.4
9	National	1.0	Philips	1.9	Mitsubishi	5.1	Infineon	6.8	NXP	5.9	Micron	8.7
10	Matsushita	0.9	Matsushita	1.8	Hynudai	4.4	Philips	6.3	NEC	5.7	Broadcom*	7.1
Top 10 Total (\$B)		13.9	31.8	86.3	108.1	118.2	167.1					
Semi Market (\$B)		23.3	54.3	154	218.6	264.6	321.3					
Top 10 % of Total Semi Mrkt		60%	59%	56%	49%	45%	52%					

Fuente: IC Insights (2021)

De acuerdo con Ignacio Martil (2021). Como la historia nos muestra, La aparición de nuevas tecnologías en el mercado trae consigo cambios radicales. En la década de 1990 apareció el ordenador personal (PC) y los fabricantes japoneses no supieron como adaptar o mejorar su tecnología de microchips para que fuese compatible con la máquina. Como consecuencia la participación japonesa disminuyó. Otras innovaciones fueron apareciendo y en el mercado aumentó así la hegemonía de Estados Unidos. El gobierno de Japón consideraba a la industria de los semiconductores muy importantes para el país, así que se ofreció a otorgarle ayudas a estas empresas privadas, pero al largo plazo terminaría afectado aún más, debido a que al obtener subsidios del gobierno seguían implementado una gestión vertical, que más tarde se darían cuenta que no era rentable porque incluía todas las fases de fabricación: el diseño, la fabricación de chips, el montaje, las pruebas y la distribución. No como en el caso de Taiwán, liderado por el fabricante TSMC, que estableció un modelo de negocio horizontal.

Hay que aclarar que todo esto pasó también en la época de la explosión de la burbuja de activos al principio de los noventa, que causa aún más intervencionismo y ayudas del estado hacia las empresas. Las políticas públicas de préstamos bancario-indulgentes contaron con el apoyo del gobierno, las empresas solo tenían que presentar un plan de negocios que prometiera una mejora en la situación. El resultado es que se frenó la reestructuración de las empresas. El crecimiento económico se paralizó, las expectativas empresariales fueron negativas y las ventas internas se estancaron (Latsos, 2019).

Según Mihai Macovei (2019) los esfuerzos para estimular la economía en el caso del gobierno de Japón acaban con el crecimiento de la economía. La teoría austriaca del ciclo económico, iniciada por Ludwig von Mises explica “La reducción por parte del Estado de los tipos de interés por debajo del tipo de interés del mercado desencadena una expansión del crédito fiduciario en el contexto de la banca fiduciaria y de las reservas fraccionadas”. Esto quiere decir que esto conduce a las características de mala inversión como el consumo excesivo. Lo primero despilfarran en factores de producción e innovación empresarial que los consumidores no necesitan y lo segundo socava la reposición del capital social. La investigación de (Nakamura et al. 2018) demuestra que las innovaciones realizadas en Japón son innovaciones que son complementarias y simples en realidad y no traen un valor agregado para el consumidor.

En el caso de Corea del Sur paso exactamente lo mismo empresas como Samsung, que era el principal fabricante de semiconductores en la actualidad, ahora pasa desapercibido. Debido, a que sus microchips la mayor parte las consumen las empresas sur coreanas, dando a entender que el favoritismo y la toma de decisiones centralizadas a ciertas empresas por parte del gobierno tienen un precio. El tamaño de la utilización de los recursos no basta para tener un crecimiento sostenible. Solo el libre mercado puede asignar y a garantizar los recursos necesarios para los factores de producción, llegando a hacer más productivos. Lamentablemente, en el caso de Corea del Sur, están fuertemente ligados con el gobierno ralentizando la optimización de recursos. (Macovei, 2020).

Se puede ver en el gráfico realizado por SIA (2021). Que el financiamiento de investigación y desarrollo de los Estados Unidos viene de un 70% de empresas privadas y un 22% es financiamiento estatal. Demostrando que las mayores innovaciones de semiconductores vienen gracias a la intervención de empresas privadas y no mucho de las estatales.

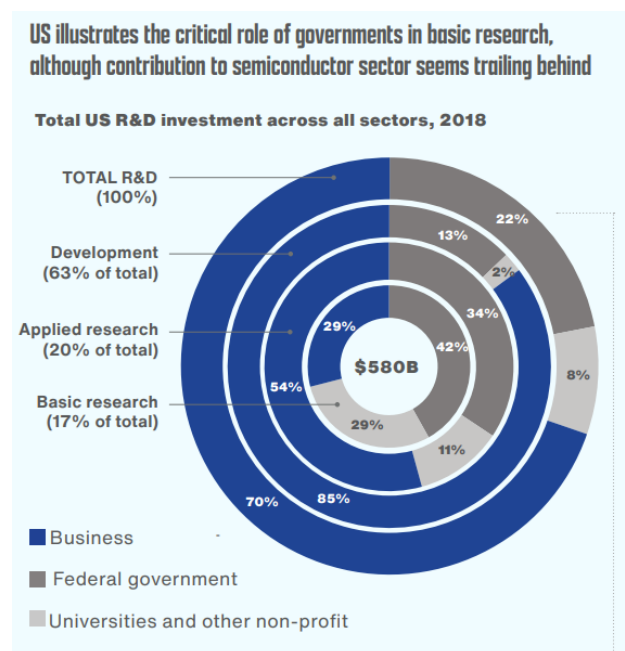


Figura 6. Total de inversión por sectores para la investigación de semiconductores
Fuente: Semiconductor Industry Association (2021)

Rothbar argumento (1959) “solo el libre mercado puede asegurar una asignación eficiente de los factores de producción, mientras que la inversión patrocinada por el estado es o

bien una mala inversión o bien ninguna inversión, sino también un desperdicio de activos”. Podría explicarse la idea cómo al restringir la competencia en el mercado se puede desplazar a condiciones menos favorables incluyendo a la producción. Este punto debe ser entendido por el gobierno de Corea si desea superar a Taiwán en la materia de los semiconductores (Macovei, 2020). Como se muestra en el gráfico siguiente Taiwán exporta más microchips que Japón y Corea del Sur, teniendo también un aumento importante por año, demostrando que las medidas del país independizado de China tomo mejores decisiones en cuanto a los circuitos integrados.

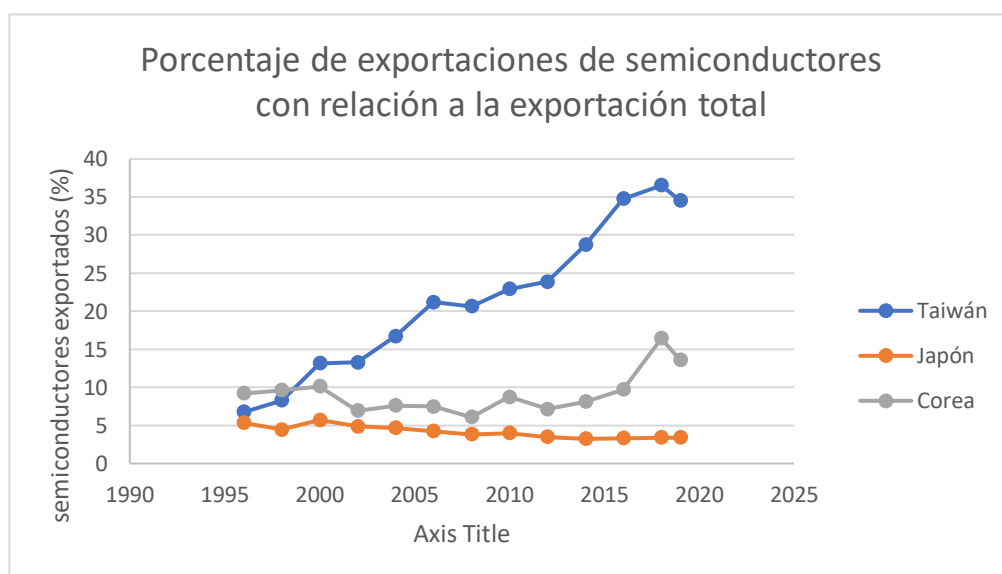


Figura 7. Porcentaje de exportaciones de semiconductores con relación a la exportación total
Fuente: Atlas de Complejidad Económica (2021), Autor: Andrés Alviar

Las disputas que han tenido Japón y Corea del Sur pueden afectar a la larga la producción de circuitos integrados. Este conflicto tiene sus inicios desde la época colonial. La disputa comercial es parte del conflicto histórico, que se deriva de la colonización japonesa de la península. El objetivo real de Japón era China, en un intento de obtener la supremacía sobre el este de Asia, durante la Guerra de Imjin. En la cual Japón quería usar Corea como una forma de invadir la China Ming para restablecer relaciones comerciales. Esto causo grandes pérdidas a Corea y a China, causando que la península se dividiera en dos. Por lo tanto, la guerra de Imjin es un hito en la relación entre Japón y Corea del Sur. La época colonial es el período a partir del cual se originaron la mayoría de las disputas entre estas dos naciones. Sin embargo, las diferentes perspectivas sobre este período de cada lado impiden cualquier acuerdo entre las dos. Ninguno de los dos países tuvo relaciones

diplomáticas oficiales hasta el tratado de Normalización de 1965, este tratado resolvió las relaciones de gobierno entre ambos países que dejó la puerta abierta a más disputas sobre cuestiones coloniales. La normalización marco el comienzo de un período de conflicto y cooperación que dura hasta nuestros días (Loric Dumas, 2021).

Los problemas históricos y de seguridad nunca ha restringido los lazos comerciales y económicos en el este de Asia. A pesar de las relaciones complicadas, China, Taiwán, Japón y Corea del Sur, siempre han comerciado entre sí. La guerra entre China y los EE.UU., está relacionada con el gobierno japonés. Japón entendió que la ventaja competitiva de una posición dominante en la cadena de suministros es una forma que controlar todo el proceso. Japón impuso restricciones de exportación sobre los productos químicos semiconductores hacia Corea del Sur, esperando que esta restricción afecte a la República de Corea. Esto fue una movida para presionar a Corea del Sur, para que cambie su posición con respecto a la Corte Suprema que decidió sancionar a empresas japonesas por trabajos forzados durante la era colonial (Loric Dumas, 2021).

Corea del Sur es el líder de los dispositivos de memoria de semiconductores con diferencia. Samsung y SK Hynix son los líderes en este segmento (más del 60% de la participación) y juntos representan el 18% de los ingresos totales de semiconductores del mundo. Esta posición sin embargo aumenta su vulnerabilidad. La caída de los ingresos de semiconductores en 2019 fue el mayor para los chips de memoria, lo que impactó Samsung y Sk Hynix más que otras firmas. Además, esta disminución de los ingresos se produjo en él, pero momento en la industria surcoreana que se enfrentaban una restricción de la exportación japonesa de químicos necesarios para sus chips de memoria. Corea del Sur depende de empresas extranjeras como, equipos y materiales, este grupo está dominado por ASML holandés (Loric Dumas, 2021).

En el caso de Japón, el país tiene una posición dominante en equipamiento, así como una fuerte empresa de IDM. Los IDM controlan todo el proceso de fabricación y la mayoría de los equipos pueden ser suministrados por empresas japonesas. Por lo tanto, le da a Japón una fuerte resiliencia, adquirida por la integración casi completa de toda la cadena de suministros, excepto por el silicio y ciertos tipos de equipos. Corea del Sur y Japón se encuentran en dos posiciones diferentes en la industria de los semiconductores.

Son altamente interdependientes y complementarios. Si bien las empresas de IDM de Corea del Sur están líderes en el segmento de memoria de semiconductores, Japón es un jugador clave para equipos, especialmente productos químicos. Si bien Japón no compra muchos chips de memoria, Corea del Sur depende sobre productos químicos japoneses. Esto crea una relación proveedor-comprador en la que Japón tiene una posición dominante (Loric Dumas, 2021).

Hoy en día, Samsung y SK Hynix son los mejores IDM y Japón es uno de los mejores proveedores cuando se trata de equipo. En 2019, Tokyo Electron, Hitachi High-Technologies y Dianippon Screen constituían alrededor del 27% del mercado total de equipos. Esta situación de ganar-ganar nunca ha sido cuestionada por las empresas, pero las tensiones políticas revelaron la dependencia de los productos químicos japoneses. Japón también domina cuotas de mercado en celulosa, material de cátodo, material de ánodo y otros elementos clave para la industria de semiconductores. Sin embargo, la hegemonía japonesa en algunos productos químicos no solo concierne a Corea del Sur, Cuatro firmas japonesas controlan el 75% del mercado mundial de EUV producto químico fotorresistente. La tecnología EUV es esencial para la memoria más nueva de 7 nanómetros chips desarrollados por Samsung y SK Hynix. Por lo tanto, encontrar proveedores alternativos es complicado para cualquier empresa del mundo. Por consiguiente, Japón tiene más cartas para jugar en caso de una represalia comercial por parte de Seúl (Loric Dumas, 2021).

En Corea están amenazados por esta disputa comercial. Ya que producen los chips de memorias más avanzados y necesitan los productos químicos más refinados que Japón produce. Solo una empresa coreana puede vender fluoruro de hidrógeno refinado a Samsung y Sk Hynix. Sin embargo, no se tiene la capacidad industrial para vender suficiente para satisfacer la demanda. Además, hay otras empresas que, si pueden producir el mismo químico, pero nunca han trabajado para Samsung y SK Hynix. La firma estadounidense Dupont tiene tres instalaciones en Corea del Sur que se especializa en productos químicos. Así mismo, las instalaciones de estas empresas solo producen una versión anterior de Photoresist que es inadecuado para los medios de producción EUV utilizados por Samsung y SK Hynix (Loric Dumas, 2021).

En 2019, Samsung y SK Hynix sufrieron una gran disminución en sus ingresos. Esto ocurrió debido a la disminución de la demanda en el mercado de chips de memoria. Además, la restricción comercial impuesta por Tokio era probablemente que fomentara esta disminución. En la primera mitad de 2020, los ingresos de Samsung crecieron un 12%, mientras que SK Hynix fue de 13%, hay que aclarar que estos crecimientos son inferiores al crecimiento de los ingresos de las 10 principales empresas de semiconductores. Por lo tanto, esto implica que el mercado de semiconductores coreano no ha sufrido por la disputa comercial. En segundo punto, la disminución en 2019 se debió a la caída en demanda de chip de memoria y no debido a la disputa comercial. De hecho, la disputa comercial sigue en curso mientras que la demanda de chips de memoria ha crecido (Loric Dumas, 2021).

Tabla 2. Importación de productos químicos a Corea del Sur exportadas desde Japón

Importation of Fluorinated Polyimides from Japan		
(July 2018-May 2019)	(July 2019-May 2020)	%
22.000.000	30.000.000	36,30%

Importation of Photoresist from Japan		
(July 2018-May 2019)	(July 2019-May 2020)	%
265.000.000	275.000.000	3,77%

Fuente: Instituto de Relaciones Internacionales y Estrategias (IRIS)

Autor: Andrés Alviar

Como se puede apreciar en el cuadro a pesar de las riñas comerciales entre estos dos países asiáticos, las importaciones de polyimides y photoresist a Corea del Sur han aumentado un más del 40% en total. Esto destaca que Japón también se beneficia del superávit que está gozando de Corea del Sur sobre la fabricación de estos componentes. Destacando que Japón tampoco es lo suficientemente ingenuo para perjudicar a sus propias empresas nacionales evitando que sigan vendiendo a unos de sus mejores clientes. Además, poco después del anuncio de las restricciones a la exportación, Samsung comenzó a buscar encontrar un proveedor alternativo de Photoresist. De acuerdo con el

autor Loic Douma (2021) “Si las empresas de Corea del Sur no sufrieron la restricción de las exportaciones japonesas, no es porque sus Cadena de suministro adaptada a la situación cambiante, pero es porque Japón decidió no dañar la industria de semiconductores de Corea del Sur. La decisión se tomó por razones internas asuntos e internacionales”. No obstante, Japón no eliminó la restricción a la exportación, lo que significa que Japón puede usarla. más abruptamente en el futuro si la situación lo requiere.

2.4 El fracaso brasileño en semiconductores

El gobierno federal de Brasil creó Ceitec S.A, una empresa pública para operar en el sector de semiconductores, más concretamente en la producción de chips. Esta empresa tenía como objetivo estimular el crecimiento económico del sector de semiconductores en el país a través de incentivos fiscales. A diferencia de Taiwán que dirigió su atención al mercado externo y creó un marco institucional para apoyar y estimular la ciencia y la tecnología. El arranque de Brasil contó con la participación del estado. El estado asumió la responsabilidad de asimilar los conocimientos tecnológicos y transmitirlos al sector privado. El país evito la integración vertical, que pretende integrar todas las etapas de producción (Pereira & Carvalho, 2019).

En 2008, el Gobierno Federal transformó a Ceitec en una empresa pública de capital privado. La empresa estatal fue creada con la intención de contribuir a revertir la tendencia de expansión del déficit de la balanza comercial del sector de semiconductores y otros componentes. Ceitec estaría en condiciones de realizar todas las etapas de producción y comercialización de semiconductores, que incluye el diseño, fabricación, y actividades back-end, que incluyen pruebas de circuito, además de consultoría y formación de recursos humanos. También de acuerdo con las legislaciones establecidas por el gobierno, la empresa tiene la obligación atender las demandas específicas, tanto de Brasil como en el exterior. La empresa inició sus operaciones en 2011 en la producción de identificación de baja frecuencia. El primer modelo fabricado se utilizó para la identificación y seguimientos de animales conocido como el “chip de buey”. Junto con chips para identificación y seguimiento de vehículos, carga y equipajes. Según su presidente Marcelo Lubaszewski, la proyección es que la empresa alcance una facturación de R\$ 100 millones en 2018 (Pereira & Carvalho, 2019).

Un análisis de la estrategia y resultados. Muestra en la siguiente tabla indica los montos invertidos entre 2009 y 2015, así como los ingresos propios de la empresa.

Tabla 3. Recursos presupuestarios e ingresos propios de Ceitec

Año	Presupuesto	Variación anual (%)	Ingresos procedentes de venta de productos y servicios	Variación Anual (%)
2009	42.000.000,00	0	0	0
2010	97.809.078,71	132,88%	0	0
2011	92.958.350,55	-4,96%	0	0
2012	118.639.133,46	27,63%	189.397,29	0
2013	120.235.936,00	1,35%	1.079.606,36	470,02%
2014	115.582.442,00	-3,87%	2.662.261,40	146,60%
2015	117.385.713,00	1,56%	4.573.360,22	71,78%

Fuente: Relatórios de Gestão Ceitec/PLOA/Portal transparência Brasil (2015)

Elaborado: Andrés Alviar

Dado que Ceitec es una empresa pública de capital privado con fines lucrativos, el análisis de su desempeño hasta la fecha muestra que la misma aún está lejos de mantener sus propios ingresos, poniendo en duda algunos de los objetivos ya netes mencionados. Incluso la proyección, realizada por el directos, de cerrar el año 2015 con ingresos del al menos 7 millones de reales, según los datos del cuadro anterior resulto ser un fracaso, ya que en realidad sus propios ingresos no llegaban no a R\$ 5 millones. El retraso en alcanzar mayores índices de facturación ha dado como resultado varias críticas, como la elección de la empresa para operar en un nicho de mercado como la identificación de animales. Para los ojos rancheros no había nada en especial este chip. “por fuera eran como tantos otros clavados en las orejas” de acuerdo con los granjeros de Rio Grande do Sul (Pereira & Carvalho, 2019).

Otra crítica recurrente se refería a las inversiones ya realizadas entre el 2006 y 2014 se invirtieron 670 millones en la empresa y aún tenían muchos contratiempos. Como el cambio de presidentes, dudas sobre la eficiencia de los recursos asignados y los indicios

de irregularidades señalados por el tribunal de Cuentas de la Unión. Además, aún no ha logrado interiorizar todos los pasos de fabricación de chips. Según su presidente, Marcelo Lubaszewski, el 70% del proceso se puede hacer en el país. El resto todavía viene de en el extranjero (Pereira & Carvalho, 2019).

A pesar del estímulo dado por el estado en la puesta en marcha, en los países desarrollados en general todavía hay una mayor presencia en la inversión privada en actividades de investigación y desarrollo. Para quienes el estado tendría actualmente el papel de inducir inversión privada, complementándola, no sustituyéndola. En última instancia, el estado debe ser el coordinador de estas inversiones y no su líder. Correspondería entonces al estado promover mecanismos de política de innovación, ya sea del lado de la oferta o de la demanda, pero no refleja necesariamente en la creación de una empresa pública para estimular el desarrollo de semiconductores en Brasil. En el caso de Ceitec S.A ocurrió justo lo contrario, y no coordinó con agentes privados (Pereira & Carvalho, 2019).

Uno de los problemas principales fue la forma en que se gestionan sus negocios, a través del sistema de compra del estado y la contratación a través de licitaciones públicas. Como resultado esto crea mucha demora para la dinámica de gestión de personas. Además, crea vergüenza para su política de remuneración, dado que la estructura de cargos y salarios en el sector público, derivado del modelo de contratación mediante concurso, es bastante rígido y no permite diferenciar la retribución de los profesionales en una misma posición por su productividad, sólo por criterios de antigüedad en el sector público. Prueba de ello fue cuando el equipo auditor en 2016 indico problemas en la estructura del personal, en el departamento de compras, contratos y almacén. Dado el elevado número de procesos y sus especificidades y las dificultades derivado de la no autorización para aumentar el número de servidores. Otro aspecto muy problemático es la lentitud en los procesos de compra en función de los procedimientos legales, que también es una barrera importante para el desempeño de la empresa (Pereira & Carvalho, 2019).

Actualmente, el mercado brasileño de semiconductores tiene otras tres empresas privadas: Unitec, HT Micron y Smart. En cuanto a la tecnología utilizada, en Ceitec el principal producto (chip de buey) funciona con tecnología de 600 nanómetros (Ceitec, 2012), mientras que Unitec pretende producir chips con la tecnología entre 120 y 90 nanómetros. Cuanto menor sea el número de nanómetros, mejor será el rendimiento. Este

hecho revela la brecha tecnológica que existe entre los productores de Brasil, especialmente Ceitec, y los principales actores mundiales en este mercado. Así, es posible afirmar que la tecnología de fabricación de Ceitec es bastante obsoleto en comparación con el mercado mundial de semiconductores. Así, aunque la estrategia anunciada por la empresa es la de operar en los mercados globales, el primer obstáculo encontrado se refiere a la propia capacidad productiva y la etapa de desarrollo tecnológico de la estatal, ya que es un mercado de muy alta tecnología, extremadamente competitiva, que requiere inversiones muy altas (Pereira & Carvalho, 2019).

Si consideramos la experiencia de Taiwán, aunque cada país tiene su peculiaridad y actualmente el contexto mundial del sector de los semiconductores es muy diferente a la que existía en la década de 1970, sobre todo por la ausencia de una ventana de oportunidad como la que se abrió, es necesario reconocer que la actual experiencia brasileña en el sector necesita ajustes y hay que volver a discutir. Operar en un mercado altamente competitivo que requiere altas inversiones como en el caso del sector de los semiconductores no puede ser realizado por una empresa estatal dependiente de las transferencias agencias gubernamentales, enfocadas exclusivamente al mercado interno y que aún competir en un mercado tan dinámico se ve obligado a operar en un sistema enyesado por las normas impuestas al sector público en el país (Pereira & Carvalho, 2019).

Capítulo 3: Marco empírico y estudio del desarrollo de semiconductores en Ecuador

Históricamente, el desarrollo económico y de comercio exterior del Ecuador ha estado dominado por la exportación de materias primas, y se considera un único productor de materias primas como el cacao y el banano; y, desde la década de 1970, el petróleo, situación que se considera como el comercio exterior del país. Debilidades en la capacidad de reformulación y adaptación a los mercados cambiantes. Cabe aclarar que en los últimos años se ha incentivado la diversificación de la producción de bienes y servicios de exportación, y se ha ganado un espacio importante en rubros de exportación como flores, camarones, turismo y frutas. (Tonato, 2017).

Tabla 4. Exportación de Productos en Ecuador por Toneladas

	Banano y Derivados plátano	Café y elaborados	Camarón	Cacao y elaborados	Atún y pescado	No tradicionales	
	1,742,093	5,667,958	55,806	187,391	182,162	72,486	2,378,861
	1,523,498	5,198,010	51,715	208,813	172,660	85,114	2,568,429
	1,037,089	5,444,859	36,523	223,156	199,637	78,554	2,618,551
	426,597	5,947,993	31,641	296,760	223,341	94,104	2,756,360
	930,680	6,267,766	24,097	341,825	257,704	69,993	2,563,093
	1,861,267	6,166,463	24,706	370,779	253,059	68,533	2,978,041
	2,391,220	6,575,605	19,375	441,539	308,287	84,184	2,885,844
	2,365,920	6,872,363	14,097	512,108	321,952	89,466	2,924,481
	2,657,404	6,875,422	12,914	645,043	297,082	82,331	2,975,070
	2,444,405	7,260,508	11,431	688,489	353,930	81,460	3,330,820

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Andrés Alviar

EXPORTACIONES POR GRUPOS DE PRODUCTOS Ecuador (Toneladas)

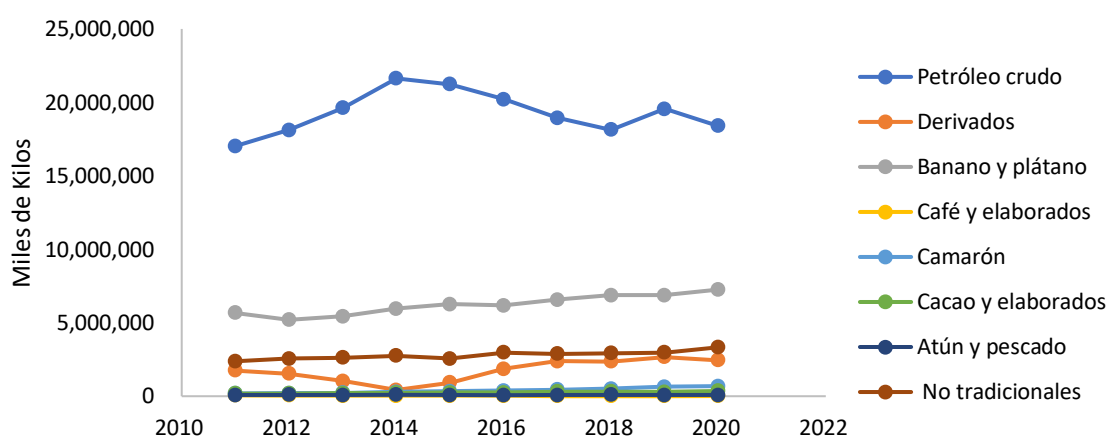


Figura 8. Exportaciones por grupo de productos Ecuador

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Andrés Alviar

Según las cifras publicadas por el Banco Central del Ecuador en el país se han desarrollado productos industrializados como: derivados del petróleo, café elaborado, elaborados de cacao, harina de pescado, químicos, fármacos, manufacturas de metales, sombreros y manufacturas de textiles. Pero no se menciona sobre la elaboración de semiconductores. Así mismo los productos que son importados que tengan relación con los semiconductores son productos tecnológicamente terminados para el consumo personal o bienes de capital para la industria como maquinaria y equipos. Por lo cual tiene coherencia esta información, debido a que los microchips son componentes que son utilizados en aparatos electrónicos y Ecuador no produce estos bienes de tecnología; ya que son importados, no tendría sentido realizar semiconductores que no sean compatibles con los productos internacionales. Además, tampoco tiene la maquinaria necesaria para fabricarlos o ensamblarlos y ser competitivo.

Dentro de los antecedentes de investigación de los microchips en Ecuador se encuentra la tesis de Llamba (Repositorio de la Universidad de Ambato, 2018) titulada “sistema de impresión para el depósito de semiconductores orgánicos embebidos en materiales poliméricos”. De la Universidad Técnica de Ambato. El autor considera la implementación de los parámetros de diseño, simulación, modelado 3D y construcción

necesarios para crear semiconductores orgánicos embebidos en materiales poliméricos, y también analiza la selección de componentes electrónicos óptimos, utilizando información secundaria. En este trabajo se concluyó que el uso de rodillos de acero inoxidable es fundamental a la hora de comprender todas las propiedades que componen un semiconductor orgánico, que evita la pérdida de propiedades del material, y se sugirió el uso de una configuración de impresión 3D cartesiana en la parte software. , para facilitar el control del sistema de impresión.

En el área de los microprocesadores también se encuentra el trabajo de Julio Cadena S et al. (2012) Titulado “Diseño de Hardware y Software de Systems on Chip empleando tecnología Xilinx EDK”. Los autores utilizaron el primer sistema en chip, que demostrará que se puede diseñar hardware como software en chip combinando las ventajas del diseño programable en campo y aprovechando la reutilización de núcleos y plataformas IP y el uso de Xilinx. Tecnología de desarrollo EDK. Forma rápida y rentable. Llegaron a la conclusión de que el concepto de codiseño y el uso de FPGA permiten a los diseñadores invertir en la implementación de cada capa de un sistema integrado, lo que permite optimizar cualquier capa. Por otro lado, la ayuda de herramientas de diseño de alto rendimiento como Xilinx es un factor clave para habilitar rápidamente la generación automática de arquitecturas de hardware. Al final concluyeron que el proyecto es el primer paso en el sector eléctrico y electrónico hacia un nuevo modelo de negocio para el desarrollo y exportación de tecnología SoC. Dentro de esta rama se encuentran empresas desarrolladoras de IP Cores, arquitecturas y plataformas de hardware.

En el ámbito de investigaciones o tesis de fabricación de microchips se tiene a Galecio (Universidad Católica de Guayaquil, 2010) con su tesis titulada “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION DE BASES PARA MICROCHIPS EN ECUADOR” de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. En este trabajo la autora propuso la elaboración de bases para los semiconductores que permita obtener utilidades mediante un enfoque de actividades de negocio, ya que los semiconductores es una de las industrias más importantes en el mundo. Este estudio se realizó para comprobar si es factible o no la elaboración de las bases de microchips en Ecuador, ya que el país cuenta con algunas materias primas para su elaboración del mismo, pero por diferentes factores como la falta de mano de obra capacitada y falta de tecnología no se desarrollan campos de producción. Así mismo en el país (Universidades, Escuelas superiores

Politécnicas e institutos tecnológicos) no han logrado alcanzar los niveles de Investigación y Desarrollo (I+D) que esta tecnología necesita. La autora llegó a la conclusión que antes la posibilidad de no poder ingresar en forma definitiva al mercado de los chips, porque los grandes consumidores preferirían mantener sus proveedores habituales, se plantean alternativas de elaborar con la misma tecnología otros componentes. Hay materia prima en Ecuador para abaratar los costos y a base al estudio del mercado la base para microchips tiene una demanda creciente. Y se debería implementar programas asociativos para la elaboración de bases para semiconductores, se debería también promover atraer inversionistas y establecer nexos con empresas, así mismo como inversión extranjera directa, que incentive la promoción de la inversión a largo plazo.

Lo que Ecuador posee es el conocimiento para saber cómo funciona un semiconductor y como se fabrican. Debido a que la Academia (Universidades) ofrecen maestrías en estas áreas y hay un sinnúmero de investigaciones realizadas por alumnos universitarios como, estudios sobre factibilidad de hacer microchips, hasta Diseño de Hardware y Software de Systems on Chip empleando tecnologías Xilinx EDK, pero sin tener las herramientas necesarias para poner en práctica estas ideas e investigaciones. Estas mismas universidades han realizado su propio semiconductor, un ejemplo de esto es la Universidad de San Francisco de Quito, en la cual los estudiantes realizaron el primer microchip de 45 nanómetros de Ecuador. Esto demuestra que si hay talento ya preparado para trabajar en esta área y también lo que dijo Mises es cierto “El servicio de impartir conocimientos, en persona o en forma de libro, puede pagarse fácilmente. Lo que falta es el suministro de capital ahorrado necesario para poner en práctica los métodos avanzados”. El conocimiento es fácil de obtener además se puede aplicar ingeniería inversa para saber cómo los fabrican, no es un secreto para nadie, lo que hace falta es el capital adecuado y un libre mercado para atraer a empresas tecnológicas a desarrollar semiconductores.

Estados Unidos y Japón eran los principales al inicio de este boom tecnológico los que más fabricaban microchips, pero estos fueron desbancados por Taiwán y Corea del Sur. Sin mencionar que Singapur e Irlanda también están en esta carrera. Lo que sí se puede asegurar es que estos países mencionados, están en una posición más elevada en el ranking del INDEX OF ECONOMIC FREEDOM que Ecuador, realizada por la Heritage

Foundation. Y estos mismos tienen una alta gama de innovación y tecnología. Es posible adoptar o intentar los mismo métodos que Taiwán o los países asiáticos optaron para poder desarrollar semiconductores, con una internacionalización agresiva y también con ayuda del gobierno para atraer empresa extranjeras; con esto es importante aclarar que se necesita paciencia con un plan bien elaborado a largo plazo para poco a poco ir ganando reputación y obtener las herramientas necesarias para competir en un mercado siempre estará en demanda, causando un cambio en la economía ecuatoriana si se logra hacer bien.

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

Con la finalización de este trabajo de titulación se puede ver que se han cumplido los objetivos generales y específicos propuestos al inicio de la tesis. A razón de que, si es posible implementar medidas económicas para la fabricación de microchips para Ecuador, debido a que países que no inventaron los circuitos integrados pudieron vencer al que si los invento, pero hay que tomar en cuenta ciertos factores por la cual ciertos tuvieron éxito y fracasos, como:

Es importante que el gobierno fomente la investigación y desarrollo de su país, como aprender de los mejores e intentar que los tecnócratas que saben del tema puedan invertir promover la transferencia de tecnología de países ya experimentados, lanzando una industria autóctona de capital de riesgo.

Poner altas regulaciones gubernamentales en la fabricación de semiconductores como en el caso de Estados Unidos no fue una buena idea, ya que eso llevo a un decrecimiento del 30% de su manufactura, causando una migración de la empresas a pises asiático por lo cual estos aprendieron de las empresas norteamericanas y decidieron a la larga crear sus propias empresas asiáticas que empezaron a tener una participación importante en el mercado hasta tal punto que los circuitos integrados dependen de una solo empresa.

No es necesario que el estado tenga una participación muy intrusiva en la industria ya vimos con los ejemplos de Brasil, Japón y Corea que mientras el estado favorezca a cierta industria y aparte a las demás que quieran competir, causa una disminución en el rendimiento e innovación debido a esa intervención las empresas no invierten en lo que primordial y además como no sale de su zona de confort no obtienen una innovación que valga la pena la las industrias tecnológicas por lo cual se mantienen en el mismo nivel y empresas como TSMC domina el mercado global.

La inversión extranjera directa también es una opción muy buena para empezar, si no se tiene del capital necesario.

Recomendaciones

Fomentar la inversión extranjera directa, proponer acuerdos atractivos como para las empresas internacionales como la exoneración de impuestos y garantías que ayuden a la empresa extranjera para que confíen en Ecuador ya que invertir en una industria de semiconductores se necesita mucho capital por lo cual es importante mostrar ser un país estable digno de confiar.

Con las empresas ya establecidas en Ecuador si ese fuese el caso, los profesionales ecuatorianos empezarían a trabajar en estas industrias para obtener experiencia y mientras pasa eso tienes en Ecuador una industria que da empleos. A largo plazo los profesionales ecuatorianos tendrán la oportunidad de crear sus propias empresas para competir, causando una innovación en esta rama, como hizo Taiwán. Con la competencia puedes explotar las habilidades de las personas haciendo que el mercado sea más favorable para los consumidores, ya que les entregas productos de mejor calidad.

Bibliografía

- Antonio Varas, R. V. (Abril de 2021). Semiconductor Industry Association . Obtenido de Semiconductor Industry Association : file:///C:/Users/Jose%20Alviar/Documents/Tesis%208vo/Informaci%C3%B3n%20de%20cad%C3%A9micos/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf
- Rothbard, M. N. (7 de septiembre de 2019). Mises Institute. Obtenido de Mises Institute: <https://mises.org/es/library/ciencia-tecnologia-y-gobierno>
- Ludwig von Mises Institute (2013[1940]) “Nationalökonomie: Theorie des Handelns undWirtschaftens”, Editions Union Gens-Ludwig von Mises Institute [on line] en *Ludwig von Mises Institute*. Disponible en: <http://mises.org/document/5371/Nationalokonomie-Theorie-des-Handelns-und-Wirtschaftens>. Fecha de última consulta: 3/4/2022
- Rothbard, Murray (1986 [1973]) “Lo Esencial de von Mises” en Ludwig von Mises (1986) *Planificación para la Libertad y otros Ensayos*, Centro de Estudios sobre la Libertad, Buenos Aires.
- von Hayek, Friedrich (1944 [2008]) *Camino a la Servidumbre*, Unión Editorial, Madrid
- von Mises, Ludwig (2012 [1912]) *La Teoría del dinero y del crédito*, Unión Editorial, Madrid.
- von Mises, Ludwig (2012 [1920]) *Economic Calculation in the Socialist Commonwealth*, Mises Institute, Alabama..
- Disponible en: http://library.mises.org/books/Ludwig%20von%20Mises/Economic%20Calculation%20in%20the%20Socialist%20Commonwealth_Vol_2.pdf. Fecha de última consulta: 7/4/2022.
- von Mises, Ludwig (1986 [1931]) “Las Causas de la Crisis Económica” en *Revista Libertas*, N°5, octubre 1986, ESEADE, Buenos Aires. Disponible en línea: http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/45_5_Ludwig%20von%20Mises.pdf
- Von Mises, Ludwig (1994 [1927]) *Liberalismo*, Colección Obras Maestras del Pensamiento Contemporáneo, Planeta, Barcelona.

- von Mises, Ludwig (2001 [1929]) *Crítica del intervencionismo, el mito de la tercera vía*, Unión Editorial, Madrid.
- von Mises, Ludwig (2001a) “Recuerdos” en Ludwig von Mises *Ludwig von Mises. Autobiografía de un Liberal. La gran Viena contra el Estatismo*. Unión Editorial. Madrid.
- von Mises, Ludwig (2001b) “El marco histórico de la Escuela Austriaca de Economía” en Ludwig von Mises, *Ludwig von Mises. Autobiografía de un Liberal. La gran Viena contra el Estatismo*. Unión Editorial. Madrid.
- von Mises, Ludwig (2002 [1928]) “Monetary Stabilization and Cyclical Policy” en Ludwig von Mises *On the Manipulation of Money and Credit*, Mises Institute, Alabama. Disponible en: <http://mises.org/pdf/manipulation/omomac.pdf>. Fecha de última consulta: 7/4/2013.
- Von Mises, Ludwig (2005 [1936]) “La teoría ‘austriaca’ del ciclo económico” en *Revista Libertas* XII: 43, octubre 2005, ESEADE, Buenos Aires. Disponible en: http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/3_12_Mises_Teoria%20Austriaca.pdf. Fecha de última consulta: 12/04/2013.
- Von Mises, Ludwig (2007 [1922]) *El socialismo, análisis económico y sociológico*, Unión Editorial- Universidad Francisco de Marroquín, Madrid.
- von Mises, Ludwig (2007 [1949]) *La acción humana, Tratado de economía*, Unión Editorial, Madrid.
- Antonio Varas, R. V. (Abril de 2021). *Semiconductor Industry Association* . Obtenido de Semiconductor Industry Association : file:///C:/Users/Jose%20Alviar/Documents/Tesis%208vo/Informaci%C3%B3n%20de%20cad%C3%A9micos/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf
- Rothbard, M. N. (7 de septiembre de 2019). *Mises Institute*. Obtenido de Mises Institute: <https://mises.org/es/library/ciencia-tecnologia-y-gobierno>
- Macdonald, E. (9 de febrero de 2020). *Mises Institute*. Obtenido de Mises Institute: <https://mises.org/es/wire/la-industrializacion-y-el-libre-comercio-son-el-camino-para-salir-de-la-pobreza>
- <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2021/10/01/auge-y-caida-de-la-industria-de-los-semiconductores-en-japon/>