



Circuitos de poder: la geopolítica de la industria de microprocesadores en etapa de transición hegemónica

Power circuits: the geopolitics of the microprocessor industry in a stage of hegemonic transition

 Agustín Salvia

Facultad de Humanidad y Ciencias de la Educación,
Universidad Nacional de La Plata, Argentina
asalviae40@gmail.com

 Julián González Gómez

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación,
Universidad Nacional de La Plata, Argentina
gonzalez.julian2900@gmail.com

 Bautista Iacobucci

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata,
Argentina
link00222@gmail.com

Recepción: 18 febrero 2025

Aprobación: 03 marzo 2025

Publicación: 01 mayo 2025

Cita sugerida: Salvia, A., González Gómez, J. e Iacobucci, B. (2025). Circuitos de poder: la geopolítica de la industria de microprocesadores en etapa de transición hegemónica. *Geograficando*, 21(1), e177. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe177>

Resumen: En la actual etapa de caos sistémico (Arrighi y Silver, 1999), donde diferentes estados se disputan la supremacía mundial, se definen el ascenso y caída de algunos países y regiones dentro del sistema mundo. Aquí es de suma importancia la innovación tecnológica, cuya búsqueda crea una competencia entre los diferentes países y da por resultado una extensa carrera por el alcance de la tecnología de punta. Los microprocesadores de alta tecnología son la pieza clave para la producción de otro tipo de tecnologías en desarrollo (como por ejemplo las Inteligencias Artificiales), como primer paso para la transición hegemónica. El desarrollo de microprocesadores de alta tecnología resulta estar condicionado para algunos países debido a la extensa cadena productiva y las disputas entre los numerosos actores que la componen. El objetivo del presente artículo es exponer la dimensión espacial de la cadena de microprocesadores y analizar la capacidad de los países productores, para comprobar si es real la hegemonía estadounidense en materia de producción y diseño de microprocesadores frente a una China que comienza a resquebrajar los cimientos del gigante norteamericano. Obtenemos como resultado, la distancia a la que aún se encuentra China de superar a EE. UU. en materia de microprocesadores.

Palabras clave: Crisis de hegemonía, Geopolítica, Microprocesadores, Estados Unidos, China.

Abstract: In the current stage of systemic chaos (Arrighi y Silver, 1999), where different states are competing for world supremacy, the rise and fall of certain countries and regions within the world system are being defined. Technological innovation is of utmost importance here, as it creates competition among various countries, resulting in an extensive race to achieve cutting-edge technology. High-tech microprocessors are the key component for the development of other emerging technologies (for example, Artificial Intelligence). The development of microprocessors is conditioned for some countries by the extensive productive chain they comprise and the disputes among the numerous



actors involved. The objective of the present article is to expose the spatial dimension of the microprocessor manufacturing network and analyze the capacity of the producing countries, in order to verify whether American hegemony in microprocessor design and fabrication is real, in contrast to a China, which is beginning to fracture the foundations of the North American giant. As a result, we can see how far China still is from surpassing the US in terms of microprocessor production.

Keywords: Hegemony crisis, Geopolitics, Microprocessors, United States, China.

1. Introducción

Actualmente nos encontramos en la etapa de ‘caos sistémico’, de acuerdo con el concepto acuñado por Arrighi y Silver (1999) para describir momentos de quiebre de una hegemonía, que son fases de desorden mundial (Moniz Bandeira, 2016) y “guerras de 30 años”. Estas épocas se caracterizan por la agudización de los conflictos, especialmente una vez que se ingresa en la etapa de quiebre hegemónico: se agudizan la pujas entre Estados y entre capitales o empresas, crecen las luchas sociales de grupos y clases sociales a lo largo del sistema, emergen nuevos grupos y se reconfiguran realidades materiales que dan forma a nuevas fuerzas sociales. Son épocas en donde se define el ascenso y declive de países y regiones, donde se pone completamente de manifiesto la dimensión geopolítica (y geoestratégica) del desarrollo/subdesarrollo (Merino, 2024).

Samir Amin (1997) explica los cinco monopolios a dominar para alcanzar la hegemonía: innovación tecnológica, control de los mercados financieros mundiales, acceso monopolista a los recursos naturales del planeta, control de medios de comunicación y armas de destrucción masiva. Señala, además, que el primer monopolio sobre la innovación tecnológica es el punto nodal para los monopolios siguientes, ya que sin este se dificulta la obtención de los próximos. Por otro lado, requiere un Estado poderoso que pueda afrontar un apoyo estatal mediante inversión estratégica y gasto militar.

Taylor y Flint (2002) expresan que no existen tres procesos que funcionan en tres escalas sino un único proceso que se manifiesta en las tres (local-nacional-global). La necesidad de acumulación se experimenta localmente, se justifica (o impulsa) a nivel nacional, para que al final los beneficios se organicen a nivel global. Por otro lado, las escalas no son aisladas entre sí, ya que solo puede ser definida, determinada y calificada con relación a las demás. Deben ser consideradas en su dinámica en movimiento y sometidas a procesos de cambio, relaciones y vínculos de interpenetración escalar (Brandao, 2010). Brandao por su parte, añade la concepción de escala regional a las anteriormente mencionadas, de esta forma, lo local-nacional-regional-global poseen una constante interrelación. Se lleva a cabo una relación dialéctica dentro de las diferentes escalas, procesos a escala local tienen diversas manifestaciones territoriales a escala nacional, regional o global y viceversa (Brandao, 2010).

El sistema capitalista ha tenido grandes transformaciones a lo largo de la historia. En la actualidad nos encontramos en un periodo que comenzó en la década del 70 con la crisis del fordismo y ha sufrido algunas transformaciones en los últimos años. En este sentido, denominamos al periodo actual como capitalismo informacional en fase de plataformas (Castells, 2000; Fuchs, 2012; Srnicek, 2018; Zukerfeld, 2020). Esta fase comienza luego de la crisis del 2008 cuando el capital de riesgo se redirecciona hacia los startups tecnológicos y se potencia la inversión en tecnologías vinculadas a el software, inteligencia artificial (IA), internet de las cosas (IoT), entre otras (Srnicek, 2018; Sadin, 2018). Por esta razón, los microprocesadores comienzan a tener un rol preponderante dentro de la producción tecnológica de las potencias hegemónicas (China y EE. UU. principalmente).

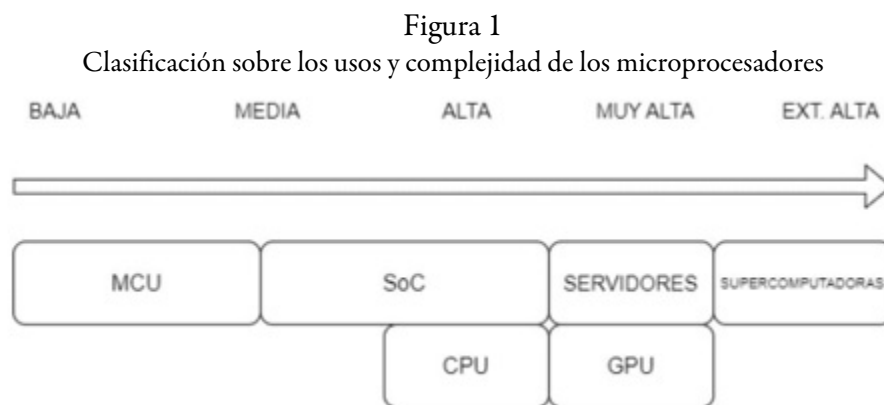
El objetivo del presente trabajo es exponer la dimensión espacial de la cadena de microprocesadores y analizar la capacidad de los países productores, para comprobar si es real la hegemonía estadounidense en materia de producción y diseño de microprocesadores, frente a una China que comienza a resquebrajar los cimientos en la economía del gigante norteamericano.

2. Metodología

En primera instancia indagamos sobre la composición de los microprocesadores y los diferentes tipos de complejidades entre estos, mediante una clasificación sobre sus usos y complejidades. Por otro lado, cómo se compone la producción de semiconductores en sus diferentes etapas del proceso y que actores estatales, privados e híbridos la componen. En segunda instancia se realiza un análisis geopolítico sobre las capacidades de desarrollo de cadenas de producción, innovación tecnológica (IT) y conocimientos, a fin de establecer en qué punto de dicho avance se encuentra el gigante asiático con respecto a EE. UU. y los diferentes actores que compiten en la carrera por la innovación tecnológica de los microprocesadores.

2.1. CLASIFICACIÓN EN TORNO AL MICROPROCESADOR Y SU COMPLEJIDAD

Un chip, también llamado microprocesador o circuito integrado, no es más que una placa de silicio, con un diseño grabado y con cables que generan un circuito capaz de regular el flujo de la electricidad. La fabricación de un microprocesador es un proceso altamente complejo que involucra múltiples etapas, desde el diseño inicial hasta la producción en masa. Este proceso incluye la creación de patrones foto litográfica en silicio, la deposición de capas de materiales conductores y aislantes, la grabación de circuitos mediante técnicas de litografía avanzada y la prueba exhaustiva de cada chip fabricado. Además, existen múltiples microprocesadores de diversa complejidad y destinados a diferentes usos. A su vez, con el objetivo de aportar precisiones para el estudio de dicha tecnología en las ciencias sociales es que se crea la siguiente clasificación (Figura 1).



Microcontroladores (MCU)

- Uso: Dispositivos embebidos y sistemas de control básico.
- Complejidad: Baja a media.
- Características:
 - Diseñados para aplicaciones específicas.
 - Integran CPU, memoria (RAM y flash), y periféricos en un solo chip.
 - Ejemplos: ARM Cortex-M series, AVR ATmega328p, ESP32.
- Aplicaciones: Electrodomésticos, automóviles, IoT, controladores de dispositivos.

Los microcontroladores (MCUs) son circuitos integrados (ICs) monolíticos que integran una unidad central de procesamiento (CPU), memoria (RAM y ROM) y periféricos de entrada/salida (E/S) en un solo chip. Diseñados para operar de manera autónoma y eficiente, son el componente fundamental de los sistemas embebidos. Estos sistemas están optimizados para ejecutar tareas específicas y en tiempo real, lo que los hace ideales para aplicaciones donde el tamaño, el consumo de energía y el costo son factores críticos. La arquitectura de un MCU está adaptada para maximizar la eficiencia energética y el rendimiento en aplicaciones específicas. Algunas marcas pueden ser, por ejemplo, las familias ARM Cortex-M, AVR ATmega328p y ESP32 ofrecen una amplia gama de MCUs con diferentes características y capacidades, permitiendo seleccionar el dispositivo más adecuado para cada aplicación. La integración de periféricos como temporizadores, convertidores analógico-digitaes (ADCs) y módulos de comunicación serial facilitan la interacción con el mundo exterior y reduce la complejidad del diseño. Los MCUs están optimizados para tareas específicas. Esto se traduce en una menor densidad de transistores y una arquitectura más simple, lo que a su vez implica un menor consumo de energía y un menor costo. La métrica clave en un MCU es su capacidad para ejecutar eficientemente las instrucciones y tareas requeridas por la aplicación.

Procesadores de Aplicaciones (SoC- System on Chip)

- Uso: Dispositivos móviles, tablets, wearables.
- Complejidad: Media a alta.
- Características:
 - Incluyen CPU, GPU, controladores de memoria, y otros módulos en un solo chip.
 - Alta integración para eficiencia energética y rendimiento en espacios pequeños.
 - Ejemplos: Apple A17 Pro, Qualcomm Snapdragon, Samsung Exynos.
- Aplicaciones: Smartphones, tablets, smartwatches.

Los procesadores de aplicaciones, también conocidos como sistemas en chip (SoC, por sus siglas en inglés), son componentes esenciales en dispositivos móviles, tablets y wearables. Estos procesadores integran una CPU, una GPU, controladores de memoria y otros módulos en un solo chip, lo que permite una alta integración y eficiencia energética en espacios reducidos. La complejidad de estos SoC varía de media a alta, ya que deben equilibrar el rendimiento con el consumo energético para adaptarse a las necesidades de dispositivos compactos. En estos procesadores, la cantidad de transistores juega un papel crucial en la capacidad de procesamiento y la eficiencia energética. La integración de múltiples funciones en un solo chip permite una reducción significativa del tamaño y del consumo de energía, mientras se mantiene un alto nivel de rendimiento. Por ejemplo, los SoC como el Apple A17 Pro, el Qualcomm Snapdragon y el Samsung Exynos son utilizados en smartphones, tablets y smartwatches.

Procesadores para Computadoras Personales (CPU de Escritorio y Portátiles)

- Uso: Computadoras personales, laptops.
- Complejidad: Alta.
- Características:
 - Diseñados para balancear rendimiento y eficiencia.
 - Multinúcleo, con capacidades de overlocking y gestión avanzada de energía.
 - Ejemplos: Intel Core i9, AMD Ryzen 9.

- Aplicaciones: Trabajo de oficina, gaming, creación de contenido.

Los procesadores para computadoras personales son componentes de alta complejidad diseñados para equilibrar rendimiento y eficiencia. Estos procesadores, como el Intel Core i9 y el AMD Ryzen 9, son fundamentales para una amplia gama de aplicaciones, incluyendo trabajo de oficina, gaming y creación de contenido. Están diseñados con una arquitectura multinúcleo, lo que permite una ejecución eficiente de múltiples tareas simultáneamente y proporciona un rendimiento robusto en aplicaciones que requieren alta capacidad de procesamiento. La integración de un gran número de transistores permite a estos CPUs manejar operaciones complejas y ejecutar aplicaciones de alta demanda con rapidez.

Procesadores para Servidores y Estaciones de Trabajo (CPU de Servidor)

- Uso: Servidores, estaciones de trabajo, centros de datos.
- Complejidad: Muy alta.
- Características:
 - Altamente optimizados para multitarea y procesamiento paralelo.
 - Gran cantidad de núcleos, soporte para grandes cantidades de RAM y rendimiento escalable.
 - Ejemplos: AMD EPYC, Intel Xeon.
- Aplicaciones: Virtualización, big data, inteligencia artificial.

Los procesadores para servidores y estaciones de trabajo, conocidos como CPUs de servidor, son componentes de muy alta complejidad, diseñados para manejar entornos donde el multitarea y el procesamiento paralelo son esenciales. Estos procesadores, como el AMD EPYC y el Intel Xeon, están altamente optimizados para soportar grandes cantidades de núcleos y memoria RAM, lo que permite un rendimiento escalable y una capacidad superior para gestionar aplicaciones exigentes. Se utilizan principalmente en servidores, estaciones de trabajo y centros de datos, donde se requieren capacidades avanzadas para la virtualización, el análisis de big data y la inteligencia artificial.

Procesadores Gráficos (GPU)

- Uso: Computación gráfica, procesamiento paralelo masivo.
- Complejidad: Muy alta.
- Características:
 - Diseñados para cálculos en paralelo con miles de núcleos.
 - Utilizados tanto en gráficos como en aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje profundo.
 - Ejemplos: NVIDIA RTX, AMD Radeon, NVIDIA Tesla.
- Aplicaciones: Renderizado 3D, entrenamiento de redes neuronales, simulaciones científicas.

Los procesadores gráficos (GPU) son componentes de muy alta complejidad diseñados específicamente para la computación gráfica y el procesamiento paralelo masivo. Estos procesadores están optimizados para realizar cálculos en paralelo, empleando miles de núcleos que permiten manejar enormes volúmenes de datos simultáneamente. Las GPUs son fundamentales no solo en la generación de gráficos, sino también en aplicaciones avanzadas como la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo, donde se requiere un procesamiento intensivo de datos. La cantidad de transistores en una GPU es significativamente mayor que en una CPU convencional, lo que es crucial para su capacidad de realizar operaciones paralelas a gran escala. Esta densidad de transistores permite que las GPUs ejecuten tareas extremadamente complejas, desde el entrenamiento de redes neuronales hasta simulaciones científicas avanzadas. El alto número de transistores en estos procesadores es esencial para manejar la enorme carga de trabajo en tiempo real, la eficiencia en el manejo de tareas gráficas y de cómputo intensivo.

Procesadores para Supercomputadoras.

- Uso: Computación de alto rendimiento (HPC), simulaciones científicas, investigaciones complejas.
- Complejidad: Extremadamente alta.
- Características:
 - Altamente personalizados, optimizados para rendimiento máximo.
 - Utilizan arquitecturas avanzadas y escalabilidad extrema.
 - Ejemplos: IBM Power9, ARM-based processors en supercomputadoras como Fugaku.
- Aplicaciones: Modelado climático, física cuántica, simulaciones nucleares.

Los procesadores utilizados en supercomputadoras representan la cúspide de la complejidad en la computación moderna, siendo diseñados para computación de alto rendimiento (HPC) y para tareas que requieren capacidades de procesamiento extremadamente avanzadas. Estos procesadores están altamente personalizados y optimizados para alcanzar el máximo rendimiento posible. Están diseñados con arquitecturas avanzadas y escalabilidad extrema, lo que les permite manejar simulaciones científicas, investigaciones complejas y otras aplicaciones de gran envergadura, como el modelado climático, la física cuántica y las simulaciones nucleares. En las supercomputadoras, la densidad de transistores permite una paralelización masiva de tareas, lo que es esencial para el rendimiento en aplicaciones que requieren cálculos intensivos y precisos. Estos procesadores están diseñados no solo para maximizar el rendimiento, sino también para garantizar que puedan escalar eficientemente a medida que se incrementa la demanda de procesamiento, lo que es fundamental en entornos de HPC.

Procesadores Especializados (ASIC, FPGA)

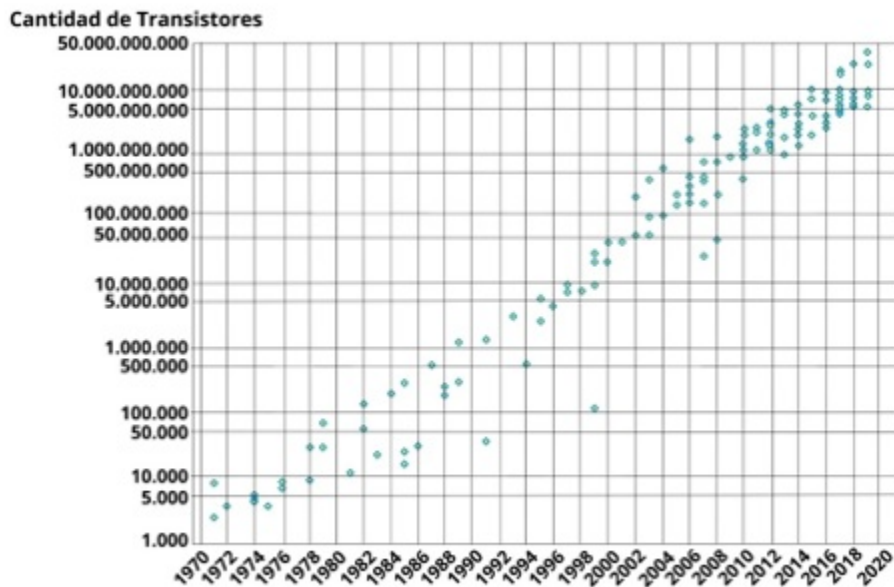
- Uso: Aplicaciones específicas como criptomonedas, procesamiento de señales.
- Complejidad: Variable, desde media hasta muy alta.
- Características:
 - ASICs son circuitos integrados personalizados para una aplicación específica.
 - FPGAs son reprogramables, permitiendo flexibilidad para aplicaciones específicas.
 - Ejemplos: ASICs para minería de criptomonedas, FPGAs utilizados en telecomunicaciones.
- Aplicaciones: Criptomonedas, aceleración de algoritmos, procesamiento de señales.

Los procesadores especializados, como los ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica) y los FPGA (Matrices de Puerta Programables en Campo), están diseñados para aplicaciones específicas que requieren soluciones de hardware adaptadas a tareas concretas. La complejidad de estos procesadores puede variar desde media hasta muy alta, dependiendo de la función para la que están optimizados. Los ASICs son circuitos integrados personalizados que se diseñan para cumplir una tarea específica con máxima eficiencia, donde el hardware está optimizado para el cálculo de hashes. Por otro lado, los FPGA son reprogramables, lo que permite una gran flexibilidad para ser adaptados a diferentes aplicaciones. En el caso de los ASICs, la densidad de transistores está ajustada para maximizar el rendimiento en la tarea específica para la que fueron diseñados, minimizando el consumo de energía y aumentando la velocidad de procesamiento.

La tecnología de microprocesadores ha continuado evolucionando, alcanzando nodos de fabricación cada vez más pequeños. En consonancia Gordon Moore, cofundador de Intel, en 1965 propone la llamada Ley de Moore. Observó que el número de transistores en un microprocesador se duplica aproximadamente cada dos años, lo que también significaba un aumento exponencial en la capacidad de procesamiento y una disminución en el costo por transistor, además de la reducción de su tamaño en nanómetros (NM). En la siguiente escala (Figura 2) se aprecia el recuento de transistores MOS para microprocesadores en comparación con las fechas de introducción, que casi se duplica cada dos años. De todas formas, el CEO de Nvidia, Jensen Huang, afirma que actualmente, como resultado de la carrera por la innovación tecnológica, la Ley de Moore ha perdido su vigencia dada a la velocidad con la que avanza la IA puntualmente de Nvidia. El superchip GB200 NVL72 es entre treinta y cuarenta veces más veloz que su predecesor, el H100; entre otros ejemplos.

Figura 2

Ley de Moore: Número de transistores por microchip duplicados cada dos años

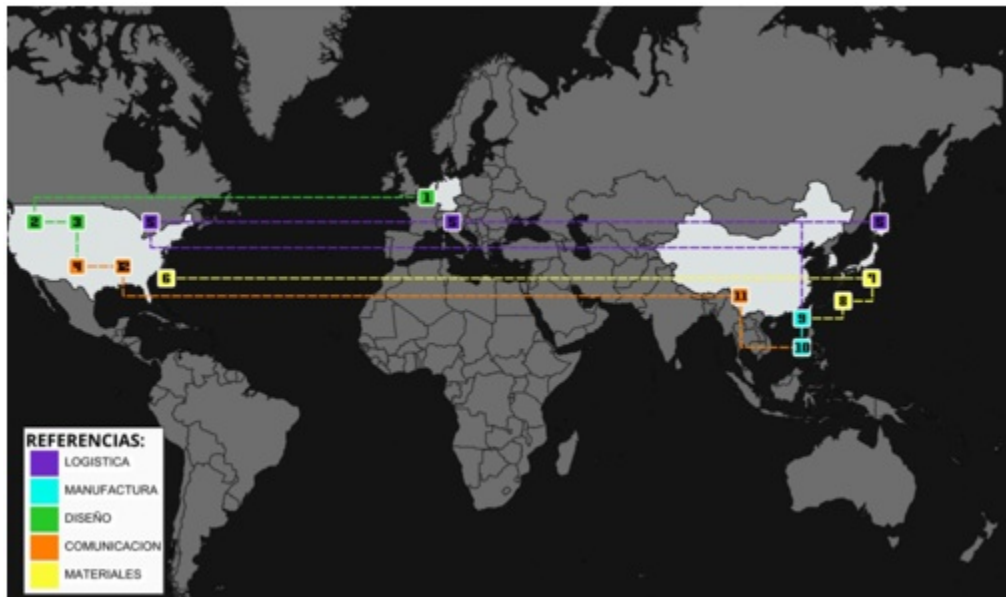


Fuente: Elaboración propia.

2.2. CADENA PRODUCTIVA DE MICROPROCESADORES Y SU DISTRIBUCIÓN GLOBAL

Desde el punto de vista de la dimensión espacial, Milton Santos (1996) desarrolla el concepto de un medio técnico-científico-informacional, donde el espacio responde a los intereses de los actores hegemónicos de la economía, incorporándolos a las corrientes de la globalización, haciendo que la ciencia, la tecnología y la información estén en la base misma de todas las formas de utilización y funcionamiento del espacio. En este medio se implantan las producciones materiales o inmateriales características de la época. En otras palabras, podríamos decir que las acciones hegemónicas se establecen, se realizan y tienen por finalidad los objetos hegemónicos. Así es como la complejidad en la producción de microprocesadores, su aporte a la ciencia, la tecnología y la información, está distribuida entre distintos países, a lo que Santos (1996) llama zonas luminosas y opacas. Los nodos centrales en la producción se dividen en zonas poseedoras de silicio como Rusia y China, el monopolio de máquinas fotolitográficas por la empresa neerlandesa ASML, el diseño a mano de empresas principalmente norteamericanas y británicas (Apple, Google, Amazon, Intel, AMD, Nvidia) y su fabricación dada en el sureste asiático, en Taiwán, China y Corea del sur (Figura 3).

Figura 3
Distribución de la cadena de valor de la producción de microprocesadores

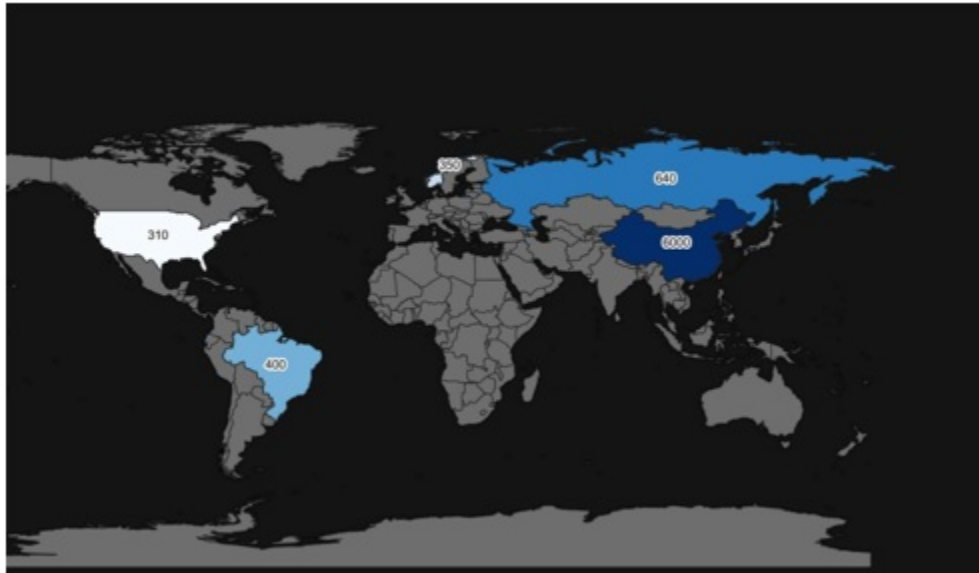


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Figura, J. (2023). An Assessment of the European Microchip Industry and Its Expansion Strategy. Horizon Insights.

El silicio es el elemento más importante de todos en el proceso de fabricación de los chips, al contrario de lo que a veces se piensa, su obtención y posterior tratamiento no presenta ninguna dificultad en particular. Se trata del segundo elemento más común de la corteza terrestre, donde constituye el 27,7% de toda la materia, solamente por detrás del oxígeno.

El mercado mundial de silicio equivalía en 2019 aproximadamente a 6.050 millones de dólares, y se espera que siga aumentando con una tasa de crecimiento anual compuesta de 4,6% durante la siguiente década. En otras palabras, se prevé que el mercado mundial del silicio alcance un valor de 11.460 millones de dólares en 2027 (Morrison, 2022). Los principales productores de silicio actualmente son China, con más de 6.000 toneladas métricas en 2021, en segundo lugar, la sigue Rusia, con 580 toneladas métricas, Brasil, con 390 toneladas métricas producidas en el mismo año y, por último, EE. UU. con 310 toneladas métricas (Morrison, 2022). Solo China, Brasil y Rusia generan el 87% de la oferta mundial de silicio (Figura 4).

Figura 4
Comercio global de silicio



Fuente: Elaboración propia.

La segunda fase del desarrollo es la fabricación de obleas de silicio, las cuales son el sustrato para la posterior fabricación de microcircuitos mediante técnicas de dopado y, grabado químico y deposición de diversos materiales. Japón es el líder indiscutido en la fabricación de obleas, con una cuota de mercado ligeramente inferior al 60% (Arnal, García y Ricart, 2023), seguida por Taiwán que se sitúa alrededor de un 16% y Alemania con una cuota del 14%. China controla menos del 5% de la producción mundial, mientras que EE. UU. no produce (Business executives for national security, 2023).

La fabricación de un microprocesador es un proceso altamente complejo que involucra múltiples etapas, desde el diseño inicial hasta la producción en masa. Este proceso incluye la creación de patrones fotolitográficos en silicio, la deposición de capas de materiales conductores y aislantes, la grabación de circuitos mediante técnicas de litografía avanzada y la prueba exhaustiva de cada chip fabricado. Como se explicó anteriormente, la fotolitografía consiste en la impresión de patrones a una oblea mediante el depósito de una capa de metal, a la cual se le aplicarán ciertas resinas fotosensibles, que luego serán introducidas a un horno que calienta ligeramente la oblea de silicio, fijando las resinas. Por último, se expone a la luz con una placa llamada foto-máscara, con la oblea de por medio, quedando impreso el patrón en la resina fotosensible.

Este proceso se realiza mediante maquinaria específica. La compañía holandesa ASML, es la única en el mundo capaz de fabricar máquinas de litografía que permitan dibujar grabados lo suficientemente pequeños como para caber en los nuevos chips de última generación. Otras empresas dedicadas a la producción de equipos para la producción de microchips son la japonesa Tokyo Electron y las estadounidenses Applied Materials, KLA Tencor Corporation y LAM Research Corporation.

2.3 PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES Y SUS EMPRESAS:

Las cinco empresas principales en el ámbito de la propiedad intelectual del sector de los microchips son ARM Holdings (Procesadores ARM), una compañía británica con una cuota de mercado en 2020 superior al 40%, Synopsys (SoC), Cadence (Chips IA e integrados) y Microchip Technology (Microcontroladores), las tres estadounidenses e Imagination Technologies (Gráficos), también británica. Si nos centramos exclusivamente en el diseño, las tres principales compañías son Mentor, Graphics, Cadence y Synopsys, todas ellas estadounidenses. Existen un total de tres modelos de producción diferentes: las empresas llamadas *fabless* (empresas sin fábricas que deslocalizan su producción, por ejemplo AMD), las *foundry* (las empresas deslocalizadas, tradicionales y mecanizadas, por ejemplo TSMC) y las fábricas integradas (se encargan de todo el proceso, por ejemplo Intel).

3. Resultados y discusión

3.1. GEOPOLÍTICA DE MICROPROCESADORES

A partir del análisis geopolítico, actualmente nos encontramos en la etapa de ‘caos sistémico’, de acuerdo con el concepto acuñado por Arrighi y Silver (1999) para describir otros momentos de quiebre de una hegemonía, que son fases de desorden mundial (Moniz Bandeira, 2016) y “guerras de 30 años”. Son épocas en donde se define el ascenso y declive de países y regiones, donde se pone completamente de manifiesto la dimensión geopolítica (y geoestratégica) del desarrollo/subdesarrollo (Merino, 2024). Para entender el concepto de hegemonía nos parece necesario retomar los cinco monopolios que plantea Samir Amin (1997), haciendo énfasis en el monopolio tecnológico. Este último se plantea como el punto nodal para los siguientes monopolios a dominar. En este caso, señalamos que los microprocesadores son una de las tecnologías a desarrollar, entendiendo que los eslabones de tecnología dentro de la cadena de valor se encuentran radicados en países centrales, como es visible en la clasificación de microprocesadores realizada, y como también en la distinción entre producción y diseño.

Estados Unidos es el país donde se dio el origen de los microprocesadores, por lo que mantiene una ventaja temporal per se. Como se aprecia en la Tabla 1, cinco de las diez principales empresas de microprocesadores son norteamericanas y es el Estado con la posición más sólida en innovación, propiedad intelectual y diseño. Por otro lado, es importante destacar que los microprocesadores fabricados en masa por China (principalmente por SMIC) rondan los 28NM. Dentro de la clasificación realizada previamente (Figura 1) rondan en complejidad baja y media, siendo microcontroladores y procesadores de aplicaciones.

Tabla 1

Tabla comparativa sobre el volumen de la cadena de producción global de semiconductores

Empresas	Localización de su sede.	Ingresos (en miles de millones de dólares)	Porcentaje en cuota de mercado.
Samsung	Corea del Sur	74,6	15,51
Intel	EE. UU.	70,8	14,72
Toshiba	Japón	38,7	8,05
SK Hynix	Corea del Sur	35,3	7,34
TSMC	Taiwán	32,4	6,74
Micron	EE. UU.	30,4	6,32
Qualcomn	EE. UU.	22,7	4,72
Broadcom	EE. UU.	20,8	4,32
Texas Inst	EE. UU.	15,7	3,26
NXP	Países Bajos	9,4	1,95
TOP 10	-	350,8	72,9
Total	-	481	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de IC Insights, Company report (2019).

Tradicionalmente la postura norteamericana siempre había sido de expansión hacia otros países y de colaboración con sus aliados y con el resto de los Estados que conforman la cadena. Con la llegada de Donald Trump como presidente en 2016, con su agenda política proteccionista, considerada como un freno de la globalización, comenzó a limitar la compra y venta de productos manufacturados chinos, calificándolos como competidor estratégico. En 2018 se inicia la guerra comercial entre ambos estados, con EE. UU. poniendo aranceles por un valor de 50.000 millones de dólares a los productos chinos y luego China respondiendo de la misma forma. Con esto se instalaba que la globalización había causado más daños que beneficios a EE. UU., y la victoria de Trump era una respuesta a eso.

Posterior a las disputas comerciales con China, EE. UU., con el objetivo de independizarse de la cadena global y competir con China por el dominio tecnológico mundial, lanzó en agosto de 2022 la CHIPS and Science Act, siendo un fondo de 53.000 millones de dólares para devolver las cadenas de suministro de semiconductores a los EE. UU., crear empleos, apoyar la innovación estadounidense y proteger la seguridad nacional. Además, el Departamento de Comercio ha anunciado 30.000 millones de dólares más en inversiones propuestas del sector privado de CHIPS que abarcan 23 proyectos en 15 estados. Esta ley, promulgada por el congreso durante el gobierno de Joe Biden, busca subsidiar la producción de microprocesadores en territorio estadounidense

Dentro de los monopolios en disputa, en vías de un mundo multipolar, China es quien posee capacidades de disputa. Este último posee núcleos como Beijing, Shanghai, Shenzhen y capacidades de centro que han quebrado monopolios que tenía el Norte Global, modificando estructuralmente el mapa del poder económico y la dinámica centro/semiperiferia/periferia (Merino, 2022).

China es el mayor mercado de microprocesadores del mundo (Grimes y Du, 2022). Sin embargo, su rol en la cadena queda relegado prácticamente al último eslabón, la manufacturación, ensamblaje de productos y la prueba y control de calidad. De hecho, el principal problema del gigante asiático es que, si bien es el mayor consumidor y demandante, gran parte del valor agregado asociado a los chips se genera fuera de su territorio nacional por empresas extranjeras. En 2018 la demanda total de microchips ascendió a 430.800 millones de dólares. En ese mismo año China importó microprocesadores por valor de 312.000 millones de dólares, teniendo un déficit comercial -en comercio de microprocesadores- de 227.400 millones de dólares (Grimes y Du, 2022)

Con el proceso de deslocalización productiva a países del sureste asiático y principalmente a China, han comenzado a surgir nuevos enclaves de desarrollo de microprocesadores que buscan hacer contrapeso a la hegemonía estadounidense de dicha tecnología. Desde hace unos años, producto del crecimiento económico chino, comenzó a mejorar el nivel de vida de la población, los costes de producción y mano de obra. Esto genera que las empresas transnacionales allí localizadas comiencen a buscar otros países en los cuales reterritorializar su producción. China se vio en la necesidad de impulsar políticas nacionales de innovación para poder remplazar las tecnológicas extranjeras por empresas chinas y no quedar así fuera de la cadena de valor. En este contexto, surgen planes como el Made in China 2025, apuntado al desarrollo de altas tecnologías (incluidos microprocesadores), como también el XIV Plan Quinquenal a 2035, buscando aumentar el gasto anual en investigación y desarrollo en más del 7% y también reducir su dependencia en importación de productos manufacturados de alta complejidad para suplantarlos por producción nacional.

Hasta ahora China ha conseguido hacerse con una parte significativa del mercado de semiconductores de gama baja, entre las compañías subcontratadas de montaje y prueba. Respecto a los chips de gama alta, sólo tiene una cuota de mercado en torno al 7% u 8%, concentrada sobre todo en la producción de obleas, mientras que externaliza la mayoría de la producción a *foundries* extranjeras (Roca, 2024). Desde 2023 que EE. UU. impuso sanciones a China respecto a la compra de máquinas litográficas a la empresa neerlandesa ASML, la cual tiene el monopolio de dicha tecnología. Peter Wennink, el director general de ASML y Jensen Huang, director general de NVIDIA, han persuadido al gobierno de EE. UU. que las sanciones están motorizando el desarrollo de China respecto a las máquinas litográficas. Los resultados finalmente fueron que SMIC reacondiciono las máquinas pertenecientes a ASML que ya poseía en su haber para así alcanzar la producción de microprocesadores más complejos (López, 2023). Como mencionamos anteriormente, la carrera tecnológica y la competencia por el comercio de los microprocesadores se ve expresado en la reducción del tamaño del microprocesador en nanómetros (Figura 5). De esta forma SMIC alcanza la tecnología de microprocesadores de 5NM en 2023, por supuesto con cierto tiempo de atraso, contando además con capacidad de fabricación de obleas, que con el agregado del proceso litográfico podría señalar un avance relevante de la industria China. Por otro lado, en 2024 China logro aumentar un 12,5% su producción en microprocesadores (principalmente de complejidad baja y media), alcanzando su récord histórico más allá de las sanciones recibidas.

4. Conclusiones

Como primeros resultados podemos desatacar que China, como principal jugador geoestratégico y el potencial futuro centro hegemónico del sistema mundo, aún carece de la tecnificación superior en términos de producción y diseño de microprocesadores para competir a Estados Unidos, quien vimos que aún posee la cuota de mercado más alta, como también sobre el diseño y la propiedad intelectual. Incluso aun no es suficiente la producción realizada por empresas chinas para satisfacer la demanda local, recurriendo a importar semiconductores. China gasta más en importar semiconductores que en petróleo o cualquier otro producto (Rapoza, 2021), controlando tan solo el 7% del mercado mundial de semiconductores (Vázquez, 2022). El desarrollo en dichas tecnologías por parte de China en los últimos años es realmente considerable, pero aún insuficiente y con varios años de atraso respecto a los principales productores mundiales.

Retomando el concepto de zonas luminosas y opacas de Santos (1996) en torno a la cadena productiva, China (junto a EE. UU. por supuesto) es el actor con mayor influencia en dichas zonas luminosas de la cadena productiva. Forma parte del sector primario del silicio, como principal productor, produce también las obleas, diseña y ensambla, sumado a que pudo superar parcialmente los bloqueos occidentales en torno a las máquinas fotolitográficas. Esto le da una potencialidad por sobre los demás productores mundiales para quebrar la hegemonía estadounidense en dicha tecnología.

Es importante mencionar que desde la asunción de Donald Trump como presidente de EE. UU. en enero de 2025 y sus numerosos bloqueos económicos y aranceles, el Departamento de Estado de Estados Unidos habló de Taiwán como parte de una sola China. Además, impuso aranceles del 25% sobre importaciones de acero y aluminio a numerosos países, entre ellos Taiwán (López, 2025). Asimismo, amenaza a este último con imponer más aranceles de entre el 25% y 100% si no trasladan la industria de producción de chips a Estados Unidos, en búsqueda de acelerar la creación de fábricas de TSMC en su territorio, habiendo tres actualmente en construcción. Habrá que esperar y observar cómo continúan los giros geopolíticos y económicos de EE. UU., pero hemos visto que la producción de microprocesadores estadounidense depende de la producción taiwanesa de tipo *foundry*. De continuar con aranceles y la falta de reconocimiento al gobierno de Taiwán podría generar un escenario (por el momento hipotético) de acercamiento de Taiwán hacia China, o simplemente un alejamiento de EE. UU., lo que impactaría profundamente en la producción de microprocesadores estadounidense realizada por NVIDIA y TSMC.

Roles de colaboración

Agustín Salvia: Escritura - revisión y edición, Conceptualización, Redacción - borrador original, Metodología, Investigación.

Julián González Gómez: Escritura – revisión y edición, Conceptualización, Redacción - borrador original, Metodología, Investigación.

Bautista Iaccobuci: Análisis formal, Curaduría de datos, Investigación.

Referencias bibliográficas

- Amin, S. (1997). *El capitalismo en la era de la globalización*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Arnal, J., García, E. y Ricart, J. (2023). *Policies and tools for strengthening the European semiconductor ecosystem*. *Elcano Policy Paper*. Real Instituto Elcano. <https://www.realinstitutoelcano.org/en/policy-paper/policies-and-tools-forstrengthening-the-european-semiconductor-ecosystem/>
- Arrighi, G. y Silver, B. (1999). *Chaos and Governance in the Modern World System*. London: University of Minnesota Press.
- Arrighi, G. (2007). La lógica territorial del capitalismo histórico. En *Adam Smith en Pekín* (pp. 223-261). Madrid: Akal.
- Brandao, C. (2010). Escalas y políticas del desarrollo regional. Desafíos para América Latina. En *Producción social del ambiente construido y sus escalas espaciales: notas para una teoría acerca de las acciones y decisiones de sujetos concretos* (pp. 241-270). São Paulo: Editorial Miño y Dávila. Universidad Nacional del Litoral.
- Business Executives for National Security (2023). *The Global Semiconductor Supply Chain: Key Inputs*. Semiconductor Supply chains info series. <https://bbnc.bens.org/semiconductors---page-3-key-inputs>
- Castells, M. (2000). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Madrid: Alianza Editorial.
- Figura, J. (2023). An assessment of the European microchip industry and its expansion strategy, Quarterly Journal by Beyond the Horizon ISSG. *Horizon Insights*, 6(1), 1-8. https://behorizon.org/wp-content/uploads/2023/11/Horizon-Insights_2023_1.pdf
- Fuchs, C. (2012). Una contribución a la crítica de la economía política del capitalismo informacional transnacional. *Nómadas*, 36, 26-41. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105124264003>
- Girando, A. (25 de marzo de 2024). Biden anunció su plan quinquenal para hacer chips. *Tiempo argentino*. https://www.tiempoar.com.ar/ta_article/biden-anuncio-su-plan-quinquenal-para-hacer-chips/
- Grimes, S. y Du, D. (2022). China's emerging role in the global semiconductor value chain. *Telecommunications Policy*, 46(2), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101959>
- Lacort, J. (2025). NVIDIA acaba de romper la ecuación que predijo el futuro de la tecnología, según su CEO. La IA necesita su propia Ley de Moore. *Xataka*. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/nvidia-acaba-romper-ecuacion-que-predijo-futuro-tecnologia-su-ceo-ia-necesita-su-propia-ley-moore>
- López, J. C. (2024). China empieza a dejar de necesitar a EE. UU.: el Gobierno prefiere que sus empresas ya no compren los chips de NVIDIA. *Xataka*. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/china-empieza-a-dejar-necesitar-a-eeuu-gobierno-prefiere-que-sus-empresas-no-compren-chips-nvidia>
- López, J. C. (2023). China prepara su mayor contragolpe: invertirá 41.000 millones de dólares para tener sus propios equipos de litografía. *Xataka*. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/china-empieza-a-dejar-necesitar-a-eeuu-gobierno-prefiere-que-sus-empresas-no-compren-chips-nvidia>
- López, J. C. (2025a). Donald Trump carga contra TSMC: impondrá aranceles del 25 al 100% a los chips fabricados en Taiwán. *Xataka*. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/donald-trump-carga-tsmc-impondra-aranceles-25-al-100-a-chips-fabricados-taiwan>

- López, J. C. (2025b). Record histórico para China: su industria de los chips ha producido en 2024 mas que nunca a pesar de las sanciones. *Xataka*. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/record-historico-para-china-su-industria-chips-ha-producido-2024-que-nunca-a-pesar-sanciones#:~:text=Juan%20Carlos%20L%C3%B3pez,-La%20industria%20de%20los%20semiconductores%20de%20China%20ha%20producido%20en,5%25%20m%C3%A1s%20que%20en%202023>
- Matallana Pacheco, F. y Lovon Cueva, M. (2023). El nuevo mundo polinodal de los microchips: el rol clave de la multinacional taiwanesa TSMC y su incidencia en el sistema Estado-nación moderno. *Revista Política Internacional*, 133.
- Merino, G. (2022). La guerra en Ucrania, un conflicto mundial. *Revista Estado y Políticas Públicas*, 19, 113-140. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.15053/pr.15053.pdf
- Merino, G. (2024). La dimensión geopolítica del desarrollo. *Revista Desarrollo Estado y Espacio*, 3(1). <https://doi.org/10.14409/rdec.2024.1.e0042>
- Miller, C. (2023). Introducción. En *La Guerra de los Chips. La gran lucha por el dominio mundial* (2da. edi., pp. 5-14). Barcelona: Edicions 62.
- Moniz Bandeira, L. A. (2016). Guerras por procuração, terror, caos e catástrofes humanitarias. En *A desordem mundial* (pp. 239-253). Rio de Janeiro: Editora José Olympio.
- Morrison, S. (2022). Semiconductor materials: What is silicon? Power & Beyond. *The platform for power electronics*. <https://www.power-and-beyond.com/semiconductor-materials-what-is-silicon-aba604a23f39215d0c410a14e5f071121/>
- Politi, J. (2025). Donald Trump to impose 25% tariffs on Steel and aluminium imports. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/54810a2c-1db7-488b-ab38-7d00c2dcf016>
- Rapoza, K. (2021). China Turns Semiconductors Into The 'New Oil' While GM Runs Out Of Chips. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/kenrapoza/2021/02/07/china-turns-semiconductors-into-the-new-oilwhile-gm-runs-out-of-chips/?sh=3bc5edd120af>
- Roca, C. (2024). *La geopolítica de los microchips en el marco de la nueva Ley Europea de Chips de 2023*. Escuela Diplomática de Barcelona. Universitat de Barcelona. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/212262/1/TFM_MUDOI_MARSET_ROCA_CARLA_23_24.pdf
- Sadin, E. (2018). *La silicolonización del mundo. La irresistible expansión del liberalismo digital*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- Santos, M. (1996). *De la totalidad al lugar*. Barcelona: Editorial Oikos-tau.
- Srnicek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Caja Negra.
- Stalling, W. (2006). *Computer organization and architecture: Designing for performance*. Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall.
- Taylor, P. y Flint, C. (2002). El análisis de los sistemas- mundo en geografía política. En *Geografía política. Economía-mundo, Estado-nación y localidad* (pp. 1-44). Madrid: Trama Editorial.
- U.S. Department of Commerce (2024). *Two Years Later: Funding from CHIPS and Science Act Creating Quality Jobs, Growing Local Economies, and Bringing Semiconductor Manufacturing Back to America*. National Institute of

Standards and Technology. <https://www.commerce.gov/news/blog/2024/08/two-years-later-funding-chips-and-science-act-creating-quality-jobs-growing-local>

Vázquez, J. (2022). La guerra de los chips persigue frenar el ascenso tecnológico de China. *El País*. <https://agendapublica.elpais.com/noticia/18329/guerra-chipspersigue-frenar-ascenso-tecnologico-china>

Zukerfeld, M. (2020). Bits, plataformas y autómatas. Las tendencias del trabajo en el capitalismo informacional. *Revista Latinoamericana de Antropología del Trabajo*, 7, 1-50.