

## **CAPITALISMO DEL CONOCIMIENTO Y GEOPOLÍTICA**

*Autor: Lic. Carlos Luis Hechavarria Cabrera*

### **Transición al capitalismo basado en el capital de conocimiento y nuevas tendencias en la Geopolítica: una introducción al tema**

Desde el último cuarto del siglo XX, el capitalismo contemporáneo ha experimentado transformaciones estructurales profundas, que han derivado en la emergencia de una nueva macroetapa, en el marco histórico del modo de producción capitalista. Se trata de una era en la que el capital de conocimiento adquiere un peso determinante en los procesos de acumulación y en la estructuración del conjunto de relaciones económicas, políticas, sociales e ideológicas.

Múltiples estadísticas y procesos hacen cada vez más evidente la centralidad del conocimiento en las relaciones de producción capitalistas. El crecimiento del gasto en Investigación + Desarrollo (I+D) y del por ciento que este representa del PIB en los países de mayor desarrollo, es uno de los síntomas más visibles.

En Estados Unidos, el gasto en I+D en el 2020 fue 83 veces mayor que en 1956 según precios corriente, y 11 veces mayor según precios constantes (National Science Board, 2022). Más allá del peso de la economía estadounidense en el alza de este indicador, otro elemento importante en el comportamiento de la I+D ha sido la ascendente relevancia de otros países en este mismo apartado. En 1960, Estados Unidos comprendía el 69% del gasto en I+D, mientras en el 2020, representaba 31%. Como correlato, ha sido evidente un aumento de la participación del resto del mundo en el gasto en I+D, principalmente de la República Popular China (en lo adelante China) durante la segunda década del siglo XXI (National Science Board, 2022).

Sin embargo, plantear que el conocimiento se erige como elemento central en lo que inicialmente fue denominado por Daniel Bell como sociedad post-industrial<sup>1</sup>, podría considerarse una aproximación imprecisa. En el capitalismo industrial, en el que el desarrollo tecnológico adquirió un rol central en la acumulación capitalista, el conocimiento ya presentaba un carácter medular. Sobre esto advertía Celso Furtado cuando expresaba que *la tecnología es la aplicación al sistema productivo del conocimiento empírico o científico del mundo físico. Se puede decir que la economía industrial solo encuentra límites*

---

<sup>1</sup> Término que busca definir a la sociedad estadounidense de la segunda mitad del siglo XX que, entre otros rasgos, ya se caracterizaba por presentar una estructura económica en la que el sector de los servicios era predominante, y el sector secundario experimentaba una relativa pérdida de peso.

*(...) en la capacidad del hombre para ahondar en el conocimiento del mundo en que vive* (Furtado, 1968).

Más allá del enfoque determinista con el que se podría juzgar esta hipótesis, ella encierra un planteamiento considerado válido en la presente investigación: si los avances tecnológicos son un reflejo material del conocimiento científico-técnico, este último ya era un factor clave en la etapa del capitalismo industrial.

Partiendo de esta consideración, en este trabajo se entiende el capitalismo del conocimiento como un estadio del modo de producción capitalista en el que la composición físico-intelectual del capital<sup>2</sup> muestra un predominio del capital intelectual por sobre el capital físico. Este fenómeno es resultado y causa de múltiples cambios estructurales. El avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), transformaciones en el marco jurídico en función de la apropiación privada de la producción de conocimiento, la emergencia de sectores de clase asociados al capital intelectual, entre otras tendencias, explican rasgos distintivos de la nueva etapa.

Uno de los indicadores que permite realizar una aproximación cuantitativa al cambio de la composición físico-intelectual del capital, es el capital basado en el conocimiento (KBC por sus siglas en inglés). Este término comprende un amplio rango de activos intangibles que, a su vez, suelen clasificarse en tres grandes grupos: información computarizada (software y bases de datos) propiedad innovadora (patentes, derechos de autor, diseños, marcas registradas) competencias económicas (valor de marca, capital humano específico de la empresa, redes de contacto, redes de contacto, saber hacer organizacional, que incrementa la eficiencia de la empresa). La medición de este indicador es el resultado de esfuerzos recientes, dentro del campo de la contabilidad del crecimiento<sup>3</sup>, para la aplicación de metodologías que permitan cuantificar la inversión empresarial en activos, generalmente de naturaleza intangible e intensivos en conocimiento.

A partir de estos esfuerzos, se han obtenido resultados que describen cambios en múltiples estructuras económicas hacia una mayor presencia de las denominadas actividades intensivas en conocimiento. Un ejemplo de ello es el contraste en la evolución de las inversiones en KBC y las inversiones en activos tangibles. En el caso de Estados Unidos,

---

<sup>2</sup> Esta proporción se sustenta en la premisa de que la composición del capital también puede explicarse desde una dicotomía físico-intelectual. Esta división se manifiesta tanto en el caso del capital constante como en el del capital variable. En el primer caso, se expresa en la división entre los medios de producción de bienes y los medios de producción de conocimiento. En el segundo, se expresa en la división entre la fuerza de trabajo destinada a la producción de bienes y la destinada a producción de conocimiento.

<sup>3</sup> La contabilidad del crecimiento atribuye el crecimiento de una economía a aumentos en el volumen de factores (normalmente capital y trabajo) y el aumento de la productividad de esos factores.

las inversiones en activos tangibles pasaron de representar más del 12% del PIB en 1972 a significar alrededor del 9% en el 2011; mientras, la inversión en KBC pasó de representar alrededor del 8% en 1972 a constituir alrededor del 15% en el 2011. Este contraste entre la inversión en activos tangibles y activos intangibles es un reflejo estadístico valioso de la transición del capitalismo industrial al capitalismo del conocimiento (OECD, 2013).

Este tipo de transformaciones estructurales, tienen un impacto en fenómenos que trascienden el ámbito económico, entre los que se incluyen no pocos de carácter geopolítico.

En la etapa del capitalismo comercial, existía muy poca relación entre el costo de producción y el precio de venta de la mercancía. La mayor parte de ese precio, estaba destinado a cubrir gastos en intermediarios, impuestos de peaje y las ganancias de la entonces dominante, burguesía comercial (Furtado, 1968). En ese contexto, eran determinantes en la relación espacio-poder, las inversiones en armar buques de guerra y conformar sistemas de flota, dominar puertos importantes, y posicionarse en territorios estratégicos para el trasiego de mercancías.

La emergencia del capitalismo industrial puso también en el centro de las agendas políticas otras prioridades, relacionadas con el dominio de los espacios geográficos. El acelerado aumento de la producción de grandes máquinas y el aumento de la productividad de bienes de consumo, incrementó exponencialmente el consumo de recursos naturales. Luego, el control de territorios con la materia prima necesaria para garantizar la producción industrial devino en objetivo estratégico de los sectores dominantes. Este rasgo se afianzó con el asenso de los monopolios y el propio desarrollo de las fuerzas productivas. Sobre esto último, bastaría pensar en el impacto que tuvo la aparición de la energía eléctrica y la industria automotriz en la geopolítica, a partir del crecimiento de la demanda de minerales energéticos.

La transición del actual modo de producción, hacia una fase basada en el capital del conocimiento, también ha puesto en el centro de las agendas políticas nuevas prioridades, que respondan a nuevos fenómenos y tendencias del mundo contemporáneo. Por ejemplo, las TIC, constituyen la base material de la reciente transformación estructural, en tanto ha permitido la producción de conocimientos a un ritmo extraordinario, así como la gran maquinaria permitió la producción de grandes volúmenes de bienes. El desarrollo de las TIC y su importancia para los procesos globales de acumulación en la actualidad, han desencadenado nuevas dinámicas que exigen nuevas perspectivas sobre la relación espacio-poder.

A esta necesidad, busca responder el presente trabajo. Sin pretender arribar a lecturas concluyentes, se analiza cómo la transición hacia una era marcada por la centralidad del capital de conocimiento está estrechamente relacionada con la aparición y/o desarrollo de procesos en el campo de la Geopolítica. En ese análisis, se dedica particular atención a cómo se inserta América Latina y el Caribe en esos fenómenos, y los desafíos que estos implican para la región.

### **Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y el control de recursos naturales: relevancia de las tierras “raras”**

La generación de medios de producción de conocimiento, particularmente la de su componente tangible, es uno de los factores<sup>4</sup> que ha elevado considerablemente la demanda de los denominados elementos de minerales raros (EMR)<sup>5</sup> (Magrassi y Giordano, 2022). Estos recursos tienen una amplia aplicación en la elaboración de dispositivos que soportan la obtención, transmisión y procesamiento de información. Algunos de esos dispositivos abarcan mercados sumamente extenso, como ocurre en el caso de los teléfonos inteligentes y los ordenadores.

Varios ejemplos confirman esa tendencia. Uno de ellos es la importancia de los minerales raros para la obtención de sustancias que emiten luminiscencia para su aplicación en tubos de rayos y pantallas planas de disímiles proporciones. La industria del vidrio es el mayor consumidor de materias primas derivadas de las “tierras raras”, utilizándolas para el pulido del vidrio y aditivos que aportan color y propiedades ópticas especiales. El lantano, por ejemplo, está presente en casi el 50% de las lentes de las cámaras digitales, incluidas las de los teléfonos móviles. Igualmente, los imanes que se derivan de EMR y/o de sus aleaciones, principalmente del neodimio-hierro-boro, se usan con frecuencia en procesos de fabricación en los que el espacio y el peso son factores limitantes. Tales son los casos de soporte de memoria como discos duros de ordenador y unidades de disco CD-ROM y DVD (Chapman, 2017).

La distribución de las tierras raras a nivel global, muestran una gran concentración. Según las estimaciones, de la “US Geological Survey”, presentadas en el 2022, las reservas mundiales de tierras raras ascienden aproximadamente a 120 millones de toneladas

---

<sup>4</sup> Es importante acotar que otros factores han sido también clave en este fenómeno, principalmente el aumento de la producción de tecnología para la explotación de fuentes renovables de energía.

<sup>5</sup> Los elementos de tierras raras generalmente se subdividen en elementos ligeros (LREE), cerio (Ce), lantano (La), neodimio (Nd), praseodimio (Pr), samario (Sm) y elementos pesados (HREE), disprosio (Dy), erbio. (Er), Europio (Eu), Gadolinio (Gd), Holmio (Ho), Lutecio (Lu), Terbio (Tb), Tulio (Tm), Iterbio (Yb), Itrio (Y).

métricas. De ese total, la mayor parte se concentra, por un amplio margen<sup>6</sup>, en la República Popular China: El gigante asiático lidera tanto la lista de reservas, con 44 millones de toneladas, como de la producción minera anual en 2021, con 168.000 toneladas (Magrassi y Giordano, 2022).

La explotación de “tierras raras” expresa aún más una elevada concentración. Según el referido informe estadounidense, el 95% de la producción de minerales raros se concentra en cuatro países: China (61%), EEUU (16%), Myanmar (10%) y Australia (8%). Una vez más el peso importante del gigante asiático supone un dato destacable (Magrassi y Giordano, 2022).

El carácter estratégico de los EMR, en tanto base fundamental para la producción de medios de producción de conocimiento, y la elevada concentración de las reservas y los productores de esos recursos, han determinado la creciente relevancia de las “tierras raras” en la geopolítica actual.

Una de las principales manifestaciones de esta tendencia, es cómo la influencia de China en las redes de suministro de EMR, se ha expresado también en términos de influencia geopolítica. Por ejemplo, en 2019, durante una de las fases más intensas de la guerra comercial entre Estados Unidos y China, el presidente Xi Jinping y su principal negociador comercial recorrieron una instalación de procesamiento de tierras raras en la provincia de Jiangxi, conocida por su riqueza en tierras raras. Esta acción fue interpretada como un mensaje para Estados Unidos sobre la gobernanza de China en las cadenas de distribución de tierras raras, teniendo como precedente importante el embargo de China sobre las exportaciones de tierras raras a Japón, que se produjo debido a una disputa territorial en el otoño de 2010 (Nakano, 2021).

En este escenario signado por tensiones geopolíticas, también se inserta la región de América Latina y el Caribe. Brasil es el tercer país con mayores reservas de tierras raras del mundo y el primero del continente americano (Magrassi y Giordano, 2022). Sin embargo, los niveles de producción registrados en el territorio suramericano es relativamente bajo, muy lejos de los principales productores a nivel global.

Esta situación convierte a Brasil en un espacio en el cual se dirime la rivalidad entre grandes corporaciones, con un notable trasfondo geopolítico. Una evidencia nítida de este fenómeno, fue la adquisición de los negocios brasileños de Niobio y Fosfatos de Anglo American, por parte de la empresa China Molybdenum Co (CMOC). Uno de los principales

---

<sup>6</sup> Vietnam y Brasil, países con la segunda y tercera reservas mundiales, presentan de conjunto, cifras menores a las reservas de China

argumentos de esta operación fue el de contribuir a la estrategia de la corporación asiática de explorar yacimientos de minerales raros, en una de las principales jurisdicciones mineras, como lo es la brasileña. Si bien la compra del activo estadounidense tuvo lugar esencialmente en los marco de la competencia capitalista, el carácter estratégico de los recursos, y el desplazamiento de un actor estadounidense, le añade un componente geopolítico al hecho.

### **Medios de producción de conocimiento y geopolítica: microprocesadores y semiconductores en la confrontación EEUU-China**

Como se mencionó anteriormente, la base material de la transición hacia el capitalismo del conocimiento ha sido el desarrollo y extensión de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Dentro de estas, los microprocesadores y los semiconductores cumplen una función clave, en tanto constituyen el componente de *hardware* medular en el procesamiento de información en equipos de cómputo. Por tanto, los microprocesadores y semiconductores son fundamentales en la producción de conocimiento y determinantes para mantener niveles elevados de competitividad en la actualidad.

En un mundo en el que las cadenas globales de valor (CGV) son un factor clave en la estructuración de las relaciones económicas internacionales, la producción de microprocesadores y semiconductores constituye un eslabón fundamental de esas redes de suministro. Dicho proceso de producción en sí mismo, se subdivide también en varios segmentos que abarcan fases de diseño y obtención de derechos de propiedad intelectual, desarrollo y producción de equipos para la fabricación de chips, suministro de materia prima, fabricación de chips, y ensamblaje y prueba de semiconductores (Martin, 2023).

En esas cadenas de valor, la *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company* (TSMC) constituye un actor clave. La empresa asiática desarrolla, construye y opera instalaciones de fabricación de chips que abastecen a grandes empresas como Apple, Broadcom, Qualcomm, Nvidia y Advanced Micro Devices. De hecho, TSMC es líder, por un amplio margen, en la fabricación mundial de chips de última generación, con un 92% de la cuota de ese mercado. Estos dispositivos presentan una resolución de dispositivo inferior a diez nanómetros, lo cual se traduce en una mayor velocidad en el procesamiento de la información y eficiencia en el consumo energético (Martin, 2023).

Este poder monopólico que ostenta Taiwan es una variable determinante en la confrontación sino-estadounidense. Si el territorio insular, ya es un foco de conflicto por las contradicciones entre la política de “Una sola China” y el apoyo estadounidense a la

preservación del Estado taiwanés, la guerra comercial entre las dos principales potencias de la actualidad añade aún más tensión.

Un punto álgido de esta confrontación ocurrió en el marco de las recientes sanciones estadounidenses contra Huawei. Una de las principales medidas adoptadas por la potencia norteamericana fue la restricción de los suministros de semiconductores producidos en terceros países (lo cual incluía a los fabricados por TSMC) a HiSilicon, una empresa china de semiconductores, propiedad de Huawei, que carecía de fábricas en su cadena de producción. La acción fue refrendada mediante una enmienda a la Prohibición General Tres emitida por el Buró de Industria y Seguridad de EEUU, también conocida como “regla del producto directo producido en el extranjero” (Eurasia Group, 2023).

El acelerado crecimiento de Huawei y su afianzamiento como líder tecnológico a nivel global, lo convirtió en un objetivo de la política estadounidense orientada a contrarrestar el ascenso de China. La empresa asiática había triunfado en la carrera por la 5G y dominaba el 20% de la cuota de mercado de los teléfonos inteligentes, en el 2020 (la empresa con mayor cuota de mercado en ese momento) (Statista, 2023). Este posicionamiento de Huawei a escala mundial, era expresión de un liderazgo tecnológico de China, que de manera progresiva apunta a transformarse en un creciente liderazgo geopolítico.

Los efectos de la sanción incidieron considerablemente en crecimiento acelerado de Huawei. Del 20% de cuota de mercado en el 2020, la empresa asiática disminuyó al 4% en el 2021 (Statista, 2023). Sin embargo, desde entonces y con un importante apoyo del Estado chino, Huawei ha llevado a cabo acciones encaminadas a amortiguar las medidas estadounidenses. Una de las más notables se constató en el lanzamiento del modelo de teléfono inteligente Mate 60 Pro+, el cual cuenta con un procesador de 7 nanómetros (Bloomberg Línea, 2023). La disposición de este tipo de tecnología es una muestra de resiliencia ante las sanciones de EEUU y de la posible autonomía de China en términos de fabricación de microprocesadores y semiconductores.

Este y otros sucesos, como el lanzamiento del sistema operativo HarmonyOS, sugieren que las medidas impulsadas por EEUU para restringir el acceso de China a tecnología de punta, tienden a perder efectividad en el largo plazo, por la capacidad del gigante asiático de amortiguar y superar los desafíos que aquellas imponen. Sin embargo, la estrategia de EEUU para afrontar esta “carrera tecnológica” comprende carriles que debieran tener mayores impactos en el futuro.

Tal es el caso de la *Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors and Science Act*, también conocida como la CHIP Act. La iniciativa tiene entre sus principales objetivos

el de catalizar inversiones que fomenten las capacidades de EEUU en la fabricación de semiconductores. Igualmente, busca impulsar la I+D y la comercialización de tecnologías de vanguardia, como la computación cuántica, la inteligencia artificial, la energía limpia y la nanotecnología, crear nuevos centros regionales de alta tecnología y aumentar la disponibilidad de fuerza de trabajo en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)<sup>7</sup> (Badlam, 2022).

Aunque América Latina y el Caribe se ha mantenido a la saga en la producción de microprocesadores y semiconductores avanzados, algunos países de la región han sido parte de esta carrera tecnológica, y podrían tener una mayor participación en el futuro.

Un caso en el que se evidencia esta afirmación es en Costa Rica. Desde fines de la década del 90', la compañía estadounidense Intel, líder en la producción de procesadores, ha invertido en infraestructura y en la capacitación de profesionales costarricenses. Ello ha servido de base para la inserción de la economía centroamericana en las cadenas de globales de producción de microprocesadores. Esta dinámica, aunque no ha estado exenta de contratiempos (como el cierre de un centro de ensamble y prueba en el 2014), ha contribuido a mantener las capacidades productivas de Costa Rica en el sector.

En un contexto marcado, entre otros factores<sup>8</sup>, por la rivalidad económica y geopolítica entre EEUU y China, Costa Rica apunta a ser un pivote de la potencia norteamericana, en su estrategia de reestructuración de las redes de suministro de semiconductores. Así lo confirman declaraciones del Departamento de Estado de EEUU que anuncian la cooperación con del Gobierno de Costa Rica para *hacer crecer el ecosistema global de semiconductores y crear una cadena global de valor de semiconductores más transparente, segura y sostenible* (Departamento de Estado de EEUU, 2023). Según la institución norteamericana, esta alianza es posible gracias al Fondo Internacional de Innovación y Seguridad Tecnológica (Fondo ITSI), creado por la Ley CHIPS y Ciencia del 2022.

Al financiamiento gubernamental de esta colaboración, se suma también la inversión del sector privado. En el mes de agosto del 2023, Intel declaró que invertirá de forma escalonada 1.2000 millones de dólares en Costa Rica, para reforzar y fortalecer las

---

<sup>7</sup> La Ley CHIPS prevé un gasto de 280 mil millones de dólares durante los próximos diez años. La mayor parte (200.000 millones de dólares) se destina a I+D y comercialización científica. Unos 52.700 millones de dólares se destinan a la fabricación de semiconductores, la investigación y el desarrollo y el desarrollo de la fuerza laboral, con otros 24.000 millones de dólares en créditos fiscales para la producción de chips. Hay 3 mil millones de dólares programados para programas destinados a tecnología de punta y cadenas de suministro inalámbricas.

<sup>8</sup> Otro proceso que contribuye al posicionamiento de Costa Rica como fabricante de semiconductores es la implementación de estrategias de diversificación y *nearshoring*, por parte de un número significativo de transnacionales, para amortiguar los eventos disruptivos de las CGV. Este fenómeno se intensificó en el contexto de pandemia.

operaciones en el país (Blomberg Línea, 2023). Este anuncio tuvo lugar en paralelo a la visita del presidente costarricense a la Casa Blanca, donde el mandatario centroamericano reafirmó que Costa Rica continuaría siendo uno de los aliados más "fuertes" de EEUU en economía y seguridad (Revista SUMMA, 2023).

Estos hechos corroboran que la estrategia norteamericana para afrontar la carrera tecnológica con China, trasciende los límites de las fronteras de EEUU y tiene a la región latinoamericana y caribeña dentro de sus escenarios de operaciones. Sin embargo, la poca complejidad económica y los bajos niveles de acumulación de capital de conocimiento en los países de la región, apuntan que deben tener una menor relevancia que otras economías emergentes, cuya actividad innovadora presentan una mayor dinamismo.

### **Implicaciones geopolíticas de la confrontación en el ciberespacio**

Otro fenómeno asociado al acelerado desarrollo de las TIC, con importantes implicaciones geopolíticas, es la creciente importancia de los espacios virtuales como escenario en el que se dirimen contradicciones y conflictos entre actores de gran peso político. Si bien el ciberespacio, podría considerarse un dominio que, en un sentido estricto, no está incluido en el tradicional espacio físico, existe una estrecha relación entre ambas dimensiones. Las tecnologías digitales, de hecho, se basan en un conjunto de componentes e infraestructura de naturaleza tangible. Desde los dispositivos con unidades de procesamiento, hasta centros de datos y cables de fibra óptica, todos estos elementos se manifiestan en la dimensión del espacio físico.

La confrontación en el ciberespacio presenta relaciones con el espacio físico de muchas otras maneras. Si se obvian los ordenadores personales y teléfonos inteligentes y se consideran solo los objetos con chips, se estima que hacia 2017 o 2018 el número de "cosas" conectadas creció por encima del número de personas (Orange, 2019). El desarrollo del llamado Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en el inglés), ha dado paso a un mundo en el el funcionamiento de un número cada vez mayor de componentes del espacio físico depende de soluciones informáticas que, en muchos casos, están conectadas a la web.

Así como estas funcionalidades han permitido un aumento notable de la eficiencia de los procesos de trabajo, el monitoreo de los equipos o la toma de decisiones, también han dado vida a un nuevo teatro de operaciones con fines perniciosos. El estrecho vínculo entre *software*, internet y "cosas" en el mundo actual, hace que muchos ataques en el espacio virtual tengan un impacto en el espacio físico. Esta situación explica, en buena medida, el alcance de fenómenos como la ciberguerra y las llamadas guerras híbridas en las que se

combinan las tecnologías militares con las acciones y tácticas en los terrenos tradicionales de confrontación.

Hacia el 2017, varias fuentes apuntaban a que los 15 países con mayor presupuesto militar del mundo desarrollaban capacidades ciberofensivas y defensivas. En 2011, entre los 193 estados miembros de la ONU, 68 países tenían proyectos de seguridad cibernética. En 2012, el número de esos países aumentó a 114, entre los cuales 47 países tenían proyectos militares de ciberseguridad. Los países desarrollados, encabezados por Estados Unidos, han formulado sistemas relativamente completos de políticas y estrategias de guerra cibernética, respaldados por su sólida base tecnológica y presupuestaria. Además, están acelerando la creación de fuerzas cibernéticas y la realización de investigaciones teóricas sobre la guerra cibernética (Gazula, 2023).

Este significativo aumento de la inversión en mecanismos y fuerzas para la agresión en el espacio virtual, se ha materializado en ciberarmas y ciberataques. Dentro de los objetivos de esos instrumentos y acciones, no pocos han estado encaminados a afectar infraestructura estratégica para la economía y defensa de varios países. Luego, la disposición y aplicación de herramientas y estrategias de seguridad en el ámbito cibernético, se ha erigido en un factor clave para el ejercicio efectivo de poder en el espacio físico.

El acceso a información que documente esta situación suele ser bastante complejo, en tanto un número considerable de las agresiones en el espacio virtual ocurren bajo la égida de operaciones encubiertas. Ello limita la posibilidad de confirmar la veracidad de las fuentes y de consultar enfoques con poco sesgo político. No obstante, es posible observar algunos hechos, cuyos relatos generan cierto consenso y permiten realizar una mayor aproximación a la forma en que los ciberataques se llevan a cabo, y cómo estos impactan en el terreno físico.

Uno de los casos más conocidos es el del uso de la que es considerada por varias fuentes como la primera ciberarma diseñada para atacar sistemas de control industrial específicos, y desplegada contra un objetivo geográfico específico: StuNext. El *malware*, presuntamente creado por servicios de EEUU e Israel, tuvo como principal objetivo a la industria nuclear iraní. Buscó huellas dactilares clave de sistemas de control industrial específicos y, de forma remota, provocó que colapsaran. Al mismo tiempo, hizo creer a los supervisores locales que todos los sistemas estaban funcionando sin anomalía. El ataque inutilizó más de 1.000 centrifugadoras nucleares y, según algunos informes, ralentizó el programa nuclear de Irán en casi dos años (Hooshang, 2015).

Al poner la mirada en América Latina y el Caribe, se observa que la región no ha estado exenta de agresiones en el espacio virtual, que impactan en el espacio físico. Según estadísticas compiladas por informes de la CEPAL, en el periodo 2016-2012, se registraron 30 incidentes de conocimiento público, que afectaron directamente la cadena logística de diversas organizaciones. 11 de los incidentes ocurrieron durante 2020, cantidad que fue 57% mayor que la registrada en 2017 y 2018. Algunos de ellos fueron muy publicitados en el sector de la logística y del transporte, como el ataque a la empresa Maersk, la cual sufrió una pérdida de 300 millones de dólares (Díaz, 2021).

América Latina y el Caribe presenta una situación poco favorable en materia de seguridad en el ciberespacio. Las enormes distancias en cuanto a la disposición y desarrollo de las TIC, influye significativamente en la capacidad de los países de la región de afrontar agresiones en el espacio virtual.

Un ejemplo que ilustra esta asimetría es a lo que varios informes y artículos se refieren como brecha cuántica. La computación cuántica engendra un potencial disruptivo extraordinario que apunta a revolucionar las TIC. Su aplicación supone un salto hacia el procesamiento más eficiente de los datos y, consecuentemente, un aumento exponencial en la velocidad en la que son procesados. Dentro de las múltiples implicaciones que esta tecnología asoma, resalta su posible impacto en la ciberseguridad, en tanto los computadores cuánticos son capaces de romper la criptografía que protege las comunicaciones en Internet o en telefonía, con una eficiencia exponencialmente superior (Allende, 2019).

Conscientes de su potencial, varios gobiernos de las economías más desarrolladas ya han invertido en la investigación y el desarrollo de tecnologías cuánticas. Hacia el 2019, China ocupaba posiciones de liderazgo, con un programa nacional de más de 10.000 millones de dólares, que financió el lanzamiento de un satélite para habilitar telecomunicaciones intercontinentales cuánticamente encriptadas. La Unión Europea, con un monto de inversión de 1200 millones de dólares y Estados Unidos con inversiones de 1300 millones de dólares, se hacían presente en esa carrera tecnológica (Allende, 2019).

En América Latina y el Caribe no existen países con estrategias nacionales definidas o con fondos específicamente dedicados a programas de investigación y desarrollo de estas tecnologías. En algunos países, incluso, no se cuenta con investigadores de primera línea en estos temas. En los pocos que existen laboratorios capaces de producir tecnología cuántica, como Brasil o Argentina, se nota la ausencia de un sector empresarial con conocimiento y capacidad para desarrollar un mercado tecnológico (Allende, 2019).

Estas profundas asimetrías, tendrán implicaciones significativas en el terreno geopolítico. La disposición de tecnología de punta para la ciberseguridad, es un factor cada vez más importante en la conformación de sistemas de alianzas y asociaciones en torno a grandes potencias, que cuentan con las capacidades tecnológicas avanzadas. En estos vínculos, será igualmente importante la afinidad política de los actores, en tanto la ciberseguridad, es un asunto que requiere una sólida confianza en el largo plazo<sup>9</sup>.

### **A modo de conclusión**

El modo de producción capitalista ha transitado hacia una etapa basada en el capital de conocimiento. Se trata de un proceso que tiene entre sus rasgos fundamentales, un cambio en la proporción de la composición físico-intelectual del capital, a favor de este último componente. Este fenómeno ha estado relacionado con disímiles factores entre los que destaca el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones y su imbricación con los procesos de producción de conocimiento.

La emergencia del capitalismo basado en el capital de conocimiento ha desencadenado nuevas dinámicas que exigen nuevas perspectivas sobre la relación espacio-poder. Entre estas tendencias se encuentra la creciente relevancia del acceso a las “tierras raras”, la importancia del control de las cadenas de producción de componentes estratégicos para la producción del conocimiento, y el uso del ciberespacio para controlar y agredir posiciones estratégicas en el espacio físico.

En todas estas dinámicas, América Latina y el Caribe se inserta de manera desfavorable, por carecer de capacidades necesarias para contrarrestar las amenazas y capitalizar las oportunidades que implican las referidas tendencias. Ello sugiere que, en el marco de las mencionadas tendencias, la región continúa caracterizándose por ser escenario de disputa entre las principales potencias globales.

---

<sup>9</sup> El propio caso de StuNex, en Irán, es explícito esta afirmación. Según varias fuentes, la empresa alemana Siemens, productora del sistema empleado en el control de las centrales nucleares, se vio comprometida en la preparación de la operación. Ello sugiere que la prevención de ciberataques, implica también la selección de proveedores confiables, criterio en el que es muy importante la afinidad política de los Estados.

## Referencias bibliográficas

Allende, Marcos: *¿Cómo funciona la computación cuántica?*, en <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/como-funciona-la-computacion-cuantica/>. Consultado el 5 de septiembre del 2023.

\_\_\_\_\_ : *La promesa de una nueva era tecnológica: la era cuántica*, en <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/impacto-de-las-tecnologias-cuanticas/>. Consultado el 5 de septiembre del 2023.

Badlam, Justin; Stephen Clark; Suhrid Gajendragadkar; [et al]: *The CHIPS and Science Act: Here's what's in it*, en <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-chips-and-science-act-heres-whats-in-it>

Bloomberg Línea: *Huawei lanza un móvil aún más potente y EE.UU. investiga oficialmente el chip chino*, en <https://www.bloomberglinea.com/2023/09/08/huawei-lanza-un-movil-aun-mas-potente-y-eeuu-investiga-oficialmente-el-chip-chino/>. Consultado el 10 de septiembre del 2023.

\_\_\_\_\_ : *Intel anuncia inversión de US\$1.200 millones en Costa Rica*, en <https://www.bloomberglinea.com/2023/08/30/intel-anuncia-inversion-de-us1200-millones-en-costa-rica/> Consultado el 8 de septiembre del 2023

Chapman, Bert: *The Geopolitics of Rare Earth Elements: Emerging Challenge for U.S. National Security and Economics*, en [https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=lib\\_fsdocs](https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=lib_fsdocs). Consultado el 18 de agosto del 2023.

Departamento de Estado de los Estados Unidos: *Cooperación con Costa Rica para explorar oportunidades de la cadena de suministro de semiconductores*, en <https://www.state.gov/translations/spanish/cooperacion-con-costa-rica-para-explorar-oportunidades-de-la-cadena-de-suministro-de-semiconductores/>. Consultado el 4 de septiembre del 2023.

Díaz, Mariano: *Estado de la ciberseguridad en la logística de América Latina y el Caribe*, Publicación de Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2021

Eurasia Group: *The Geopolitics of Semiconductors*, en <https://www.eurasiagroup.net/files/upload/Geopolitics-Semiconductors.pdf>. Consultado el 20 de agosto del 2023.

Furtado, Celso: *Las formas históricas del desarrollo*, en *Textos Selectos de Economía (2004)* [www.eumed.net/cursecon/textos/](http://www.eumed.net/cursecon/textos/). Consultado 3 de agosto del 2023.

- Gazula, Mohan: *Cyber Warfare Conflict Analysis and Case Studies*, en <https://cams.mit.edu/wp-content/uploads/2017-10.pdf>. Consultado el 2 de septiembre del 2023.
- Hooshang, Cameran: *The Spatiality of Power in Internet Control and Cyberwar*, en [https://escholarship.org/content/qt0w99g31p/qt0w99g31p\\_noSplash\\_d37f5204da1a488d1c2fae4a8b8cd9fe.pdf?t=nrzm6s](https://escholarship.org/content/qt0w99g31p/qt0w99g31p_noSplash_d37f5204da1a488d1c2fae4a8b8cd9fe.pdf?t=nrzm6s). Consultado el 6 de septiembre del 2023.
- Magrassi, Carlo y Alfonso Giordano: *From Geology, through Geopolitics, to Security: a critical and comprehensive analysis of Rare Earth Elements, the vitamins of the modern society*, en [http://tesi.luiss.it/34347/1/645142\\_BRUNI\\_ALESSIO.pdf](http://tesi.luiss.it/34347/1/645142_BRUNI_ALESSIO.pdf). Consultado el 15 de agosto del 2023.
- Martin, Bradley; Laura Baldwin; Paul Deluca; [et al]: Supply Chain Interdependence and Geopolitical Vulnerability. The Case of Taiwan and High-End Semiconductors, en [https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_reports/RRA2300/RRA2354-1/RAND\\_RRA2354-1.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA2300/RRA2354-1/RAND_RRA2354-1.pdf). Consultado el 20 de agosto del 2023
- Montoya, Miguel, Daniel Lemus y Evadio Kaltenecker: *The Geopolitical Factor of Belt and Road Initiative in Latin America: The cases of Brazil and Mexico*, en [https://www.researchgate.net/publication/341545875\\_The\\_Geopolitical\\_Factor\\_of\\_Belt\\_and\\_Road\\_Initiative\\_in\\_Latin\\_America](https://www.researchgate.net/publication/341545875_The_Geopolitical_Factor_of_Belt_and_Road_Initiative_in_Latin_America)
- Nakano, Jane: The Geopolitics of Critical Minerals Supply Chains, en <https://www.csis.org/analysis/geopolitics-critical-minerals-supply-chains>. Consultado el 20 de agosto del 2023
- National Science Board. (Abril 2022). Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons. <https://www.ncses.nsf.gov/pubs/nsb20225/recent-trends-in-u-s-r-d-performance>. Consultado el 2 de septiembre del 2023.
- OECD. (2013). Supporting investment in knowledge capital, growth and innovation, en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264193307-en>. Consultado el 29 de agosto del 2023.
- Orange: *Más cosas que personas*, en <https://blog.orange.es/red/mas-cosas-que-personas-dispositivos-iot/>. Consultado el 6 de septiembre del 2023.
- Revista SUMMA: “Costa Rica seguirá siendo uno de los aliados más «fuertes» de EE.UU”, tras visita de Chaves, en <https://revistasumma.com/costa-rica-seguira-siendo-uno-de-los-aliados-mas-fuertes-de-ee-uu-tras-visita-de-chaves/>. Consultado el 9 de septiembre del 2023.

Statista: *Global smartphone market share from 4th quarter 2009 to 2nd quarter 2023 (by vendor)*, en <https://www.statista.com/statistics/271496/global-market-share-held-by-smartphone-vendors-since-4th-quarter-2009/>