

# La transformación del banco central: desafíos en la era de la Cuarta Revolución Industrial\*

The transformation of the central bank: challenges in the era of the Fourth Industrial Revolution

Pascual Amézquita Zárate\*\*

Fecha de Recepción: 05 de septiembre de 2025

Fecha de Aprobación: 03 de octubre de 2025

Fecha de Publicación: 10 de octubre de 2025

DOI: <https://doi.org/10.18041/0124-0021/dialogos.63.13734>

## Resumen

Este artículo examina la transformación del banco central en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial (4RI), con énfasis en los cambios organizacionales, tecnológicos y de gobernanza asociados al proceso de digitalización. Desde un enfoque institucional, se analiza cómo la adopción de herramientas digitales, como las monedas digitales de banco central (CBDC), los sistemas de pagos instantáneos, la inteligencia artificial, los modelos de supervisión automatizada (SupTech) y las plataformas de regulación inteligente (RegTech), está redefiniendo tanto las funciones técnicas como las capacidades internas de estas entidades. El trabajo identifica los principales desafíos que enfrentan los bancos centrales en su transición digital, tales como la adecuación de sus infraestructuras tecnológicas, la incorporación de nuevos perfiles profesionales, la transformación de la cultura organizacional, y la necesidad de preservar su autonomía funcional frente a actores tecnológicos privados. Asimismo, se plantea que esta transformación no puede analizarse de manera aislada, sino como parte de un cambio más amplio en la gobernanza pública, lo cual exige mayores niveles de transparencia, nuevas formas de coordinación interinstitucional y una deliberación democrática renovada.

Open Access



**Como citar:** Amézquita, P. (2025). La transformación del banco central: desafíos en la era de la Cuarta Revolución Industrial. *Revista Diálogos de Saberes*, 63, 83-105. <https://doi.org/10.18041/0124-0021/dialogos.63.13734>

\*Este artículo es resultado de la investigación realizada dentro del grupo Entorno Económico, de Prime Business School de la Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia.

\*\*Licenciado en Ciencias Sociales, Abogado y Doctor en Economía. Docente e investigador de Prime Business School de la Universidad Sergio Arboleda. Líder del grupo Entorno Económico. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8912-4904> Correo electrónico: [pascual.amezquita@usa.edu.co](mailto:pascual.amezquita@usa.edu.co).

A partir de un análisis comparativo y de experiencias internacionales recientes, se argumenta que el banco central debe redefinir su contrato institucional para actuar de forma legítima, ética y eficaz en la economía digital del siglo XXI.

**Palabras clave:** Banco central; Cuarta Revolución Industrial, Gobernanza digital, Moneda digital, Capacidad estatal.

**Clasificación JEL:** E58, G28, O33, E42, H11, O38.

## **Abstract**

This article examines the transformation of central banks in the context of the Fourth Industrial Revolution (4IR), with an emphasis on the organizational, technological, and governance changes associated with the digitization process. From an institutional perspective, it analyzes how the adoption of digital tools—such as central bank digital currencies (CBDCs), instant payments, artificial intelligence, automated supervisory models (SupTech), and smart regulatory platforms (RegTech)—is redefining both the technical functions and internal capabilities of these institutions. The paper identifies the main challenges central banks face in their digital transition, such as adapting their technological infrastructures, incorporating new professional profiles, transforming their organizational culture, and preserving their functional autonomy vis-à-vis private technology actors. It also argues that this transformation cannot be analyzed in isolation, but rather as part of a broader shift in public governance, which demands greater transparency, new forms of inter-institutional coordination, and renewed democratic deliberation. Based on a comparative analysis and recent international experiences, it is argued that the central bank must redefine its institutional contract to act legitimately, ethically, and effectively in the digital economy of the 21st century.

**Keywords:** Central bank; Fourth Industrial Revolution, Digital governance, Digital currency, State capacity.

**JEL Classification:** E58, G28, O33, E42, H11, O38.

## **1. Introducción**

La Cuarta Revolución Industrial (4RI) está transformando irreversiblemente la arquitectura económica, social e institucional contemporánea. La inteligencia artificial (IA), el big data, la automatización, el blockchain y la computación cuántica modifican los modelos productivos, redefinen las relaciones laborales y desafían las capacidades y funciones del Estado. En este contexto, las administraciones públicas enfrentan el doble reto de incorporar tales innovaciones sin comprometer principios fundamentales como legalidad, transparencia, equidad y eficiencia.

Entre estas instituciones, los bancos centrales (BC), tradicionalmente concebidos como entidades técnicas, autónomas y conservadoras, han emergido como espacios clave para observar cómo el Estado gestiona y regula la disrupción digital.

Los BC han emprendido un proceso de modernización acelerada en las últimas décadas. La emisión de monedas digitales (CBDC), el uso de IA en análisis macroeconómicos, los sistemas de pagos instantáneos y la adopción de plataformas de *sandbox* regulatorio constituyen algunos de los avances (Amézquita, 2021; Herrera, 2025). Estas innovaciones han expandido el instrumental de política monetaria y han generado nuevas exigencias organizacionales y culturales. A la vez, los BC enfrentan presiones como la inestabilidad política, la pérdida de legitimidad técnica, la competencia regulatoria global y los compromisos con el desarrollo sostenible y políticas novedosas como la relajación cuantitativa.

Esta transformación no es exclusivamente técnica, ya que afecta las lógicas institucionales del BC y plantea interrogantes sobre su autonomía, su capacidad de gobierno y su relación con otros organismos del Estado. Además, revela la tensión entre la innovación y la estabilidad en un entorno crecientemente volátil. Así, el BC constituye un laboratorio institucional privilegiado para analizar los dilemas contemporáneos de la administración pública en la era digital.

Este artículo parte de la hipótesis de que la transformación digital del BC redefine no solo sus instrumentos de política y supervisión, sino también su arquitectura organizacional, convirtiéndose en un referente —o incluso en una advertencia— para otras instituciones públicas frente a entornos de disrupción tecnológica e incertidumbre política. En este sentido, el objetivo consiste en examinar los procesos de adaptación, las tensiones que enfrentan y las lecciones posibles para el conjunto del aparato estatal.

El texto se estructura de la siguiente manera: En primer lugar, se presenta un panorama general sobre el impacto de la 4RI en la arquitectura institucional del Estado. Posteriormente, se analizan las nuevas herramientas digitales en los BC y las funciones emergentes asociadas. La cuarta sección aborda los desafíos organizacionales, las implicaciones para otras entidades públicas, mientras la quinta desarrolla algunas reflexiones normativas en torno a la gobernanza digital. La sexta sección expone una agenda de investigación y acción. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de política hacia una transformación institucional estratégica, ética y democrática.

## 2. La Cuarta Revolución Industrial y sus impactos sobre la arquitectura institucional del Estado

La noción de Cuarta Revolución Industrial (4RI), difundida por el Foro Económico Mundial, alude a un proceso de transformación sistémica en el que convergen tecnologías digitales, físicas y biológicas con una velocidad, alcance y profundidad sin precedentes (Schwab, 2016). A diferencia de revoluciones anteriores —marcadas por la mecanización, la electricidad o la computación—, la actual se caracteriza por una interconectividad ubicua, la automatización inteligente, el aprendizaje automático, el *big data*, el *blockchain* y el Internet de las Cosas. Estas tecnologías están remodelando los sistemas productivos y los mercados laborales, y desafiando los marcos regulatorios, las estructuras organizacionales y las capacidades operativas del Estado (Suleyman, 2024).

Desde una perspectiva institucional, la 4RI no solo es un fenómeno económico o tecnológico, sino que tiene profundas implicaciones para la gobernanza pública. Tal como advierte Mazzucato (2018), los Estados no pueden limitarse a regular *ex post* las externalidades tecnológicas, sino que deben convertirse en agentes activos del proceso de innovación, con capacidad para definir misiones, coordinar actores y asumir riesgos. En este contexto, las administraciones públicas se ven compelidas a modernizar sus procesos internos, digitalizar sus servicios, actualizar sus capacidades analíticas y repensar sus estructuras organizativas, en un entorno que privilegia la velocidad y la adaptabilidad.

Autores como Dunleavy et al. (2006) han sugerido que estamos ante una transición desde la nueva gestión pública hacia un modelo de “Estado digital”, caracterizado por el uso intensivo de tecnologías de la información en la gestión gubernamental, la reconfiguración de las relaciones Estado-sociedad y una creciente interdependencia entre actores públicos y privados. Este cambio implica oportunidades y riesgos. Por un lado, la digitalización puede mejorar la eficiencia, transparencia y participación; por otro, puede generar nuevas desigualdades, formas de vigilancia, y una dependencia excesiva de proveedores tecnológicos privados (Norrlöf, 2022; Zuboff, 2019).

En términos de capacidades estatales, la literatura ha identificado al menos tres dimensiones críticas para enfrentar los retos de la 4RI: la capacidad técnica (acceso a recursos humanos y tecnológicos), la capacidad organizacional (estructura interna, liderazgo, cultura) y la capacidad adaptativa (habilidad para aprender, coordinar e innovar) (Wu et al., 2015; Andrews, Pritchett & Woolcock, 2017). Estas capacidades se vuelven fundamentales para que el Estado no quede rezagado respecto a los cambios del entorno y pueda responder eficazmente a desafíos como la automatización del empleo, la desinformación digital, la gobernanza algorítmica o la protección de datos personales.

En este marco, el papel del BC adquiere una relevancia singular. Tradicionalmente concebido como una institución técnica y autónoma, con mandatos claramente delimitados —estabilidad monetaria, supervisión financiera, control de la inflación—, el BC se ve hoy interpelado por fenómenos que trascienden sus funciones convencionales (Amézquita & Romero, 2016; Bernanke, 2020; Blanchard & Summers, 2017; Prasad, 2022)). La aparición de criptomonedas, la necesidad de regular plataformas financieras digitales, la urgencia de ampliar la inclusión financiera mediante tecnologías móviles y el debate sobre la emisión de monedas digitales de banco central (CBDC) exigen no solo una actualización instrumental, sino también una transformación organizacional de fondo.

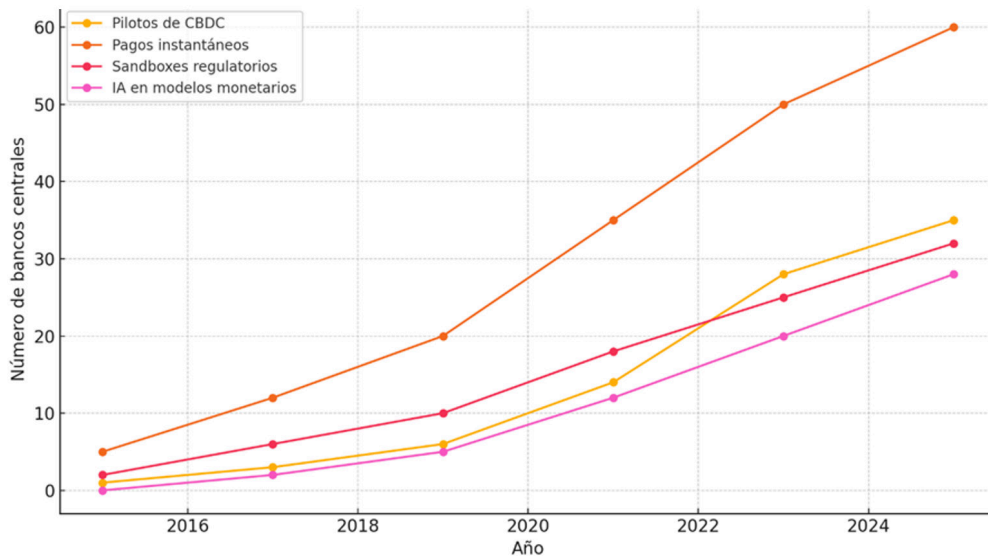
Cabe destacar que la creciente sofisticación de los mercados financieros digitales ha provocado una ampliación del perímetro regulatorio que recae, en buena medida, sobre los BC. Esta ampliación requiere nuevas formas de coordinación interinstitucional y el desarrollo de marcos regulatorios flexibles, prospectivos y tecnológicamente informados (Arner, Barberis & Buckley, 2016). Al mismo tiempo, el diseño de políticas públicas en un entorno de *big data* y algoritmos predictivos exige fortalecer las capacidades analíticas del BC, incorporar expertos en ciencia de datos, y revisar las estructuras de toma de decisiones, muchas de las cuales continúan sustentándose en modelos tradicionales que pueden resultar insuficientes frente a las nuevas dinámicas digitales.

Finalmente, la 4RI plantea desafíos normativos y éticos para el accionar del Estado. Como advierte Castells (2012), la lógica de las redes digitales tiende a desdibujar fronteras territoriales, jerarquías institucionales y tiempos políticos, lo que obliga a repensar los principios básicos de la acción pública. En este contexto, el BC, al ser una de las instituciones más estables y técnicas del aparato estatal, puede funcionar como un laboratorio institucional para experimentar mecanismos de innovación regulatoria, transformación organizacional y adaptación estratégica (cit. BIS, 2022; Zambrano & Garratt, 2022). No obstante, como se explorará en las secciones siguientes, estos procesos no están exentos de tensiones internas, dilemas democráticos y riesgos de captura tecnocrática.

### **3. Digitalización del banco central: nuevas herramientas, nuevas funciones**

En la última década, los bancos centrales (BC) han protagonizado un proceso sostenido de transformación tecnológica que redefine sus instrumentos operativos y sus funciones estratégicas, por diversos factores: aceleración de la innovación en el sistema financiero, aparición de nuevos riesgos sistémicos —como los derivados del *shadow banking* digital—, la necesidad de mejorar la eficiencia de los sistemas de pagos y la presión por ampliar la inclusión financiera.

La transformación digital ha dejado de ser un fenómeno circunscrito a la banca comercial o al ecosistema *Fintech*. En la actualidad, impacta profundamente la manera en que los BC conciben, implementan y comunican sus políticas (gráfica 1). En este contexto, la digitalización es una herramienta de modernización tecnológica y un catalizador de redefiniciones institucionales, organizacionales y estratégicas. Esta sección examina los principales desarrollos tecnológicos que están modificando el papel del BC, así como las nuevas funciones que emergen.



**Gráfica 1.** Evolución de herramientas digitales en la BC (2015-2025)

Fuente: Elaboración propia con base en BIS (2023), Arner et al. (2016), Zetsche et al. (2017), Danielsson et al. (2021) y World Bank (2021). Los datos son estimaciones de IA.

### 3.1 Las CBDC

Entre los desarrollos más relevantes se encuentra el creciente interés en las monedas digitales emitidas por bancos centrales (Central Bank Digital Currencies [CBDC]). Actualmente, alrededor del 93% de los bancos centrales del mundo se encuentra explorando o desarrollando diferentes formas de CBDC, en fases que van desde la investigación hasta proyectos piloto o implementaciones reales (BIS, 2023). Las CBDC pueden ser para transacciones interbancarias o para uso por el público general.

El surgimiento de las CBDC responde a múltiples motivaciones. En primer lugar, buscan preservar la soberanía monetaria frente a la creciente adopción de criptomonedas privadas o *stablecoins* globales, como fue el caso del proyecto fallido de Libra/Diem impulsado por Meta. En segundo lugar, prometen una mayor eficiencia en los sistemas de pago, con menores costos de transacción, mayor seguridad y velocidad. En tercer lugar, se proyectan como una herramienta para mejorar la inclusión financiera, especialmente en países con baja bancarización (Auer & Böhme, 2020; IMF, 2020; Herrera, 2025).

Las experiencias internacionales permiten observar distintos modelos de CBDC. Por ejemplo, mientras el *Sand Dollar* de Bahamas prioriza la inclusión financiera en regiones sin infraestructura bancaria, el e-CNY de China se inserta dentro de un ecosistema sofisticado de pagos digitales como WeChat Pay o Alipay. Estos casos permiten explorar distintos modelos de emisión, diseño técnico (*token-based* vs. *account-based*), grado de anonimato, y relación con el sistema bancario tradicional (Zambrano et al., 2022).

No obstante, las CBDC plantean desafíos significativos. Entre ellos se encuentran el riesgo de desintermediación bancaria que afecta el margen de acción de la política monetaria, la gestión de la privacidad de los usuarios, la interoperabilidad internacional y la necesidad de marcos legales claros. Además, desde una perspectiva operativa, su implementación requiere capacidades tecnológicas avanzadas que no todos los BC poseen en la actualidad (Carstens, 2021).

A estos retos se suman importantes dilemas de diseño institucional. Por ejemplo, persisten debates acerca de si las CBDC deben ser emitidas directamente por el banco central o a través de intermediarios financieros regulados, así como sobre el grado de programabilidad que debería tener una moneda digital estatal. Estas discusiones reflejan que la adopción de las CBDC no constituye únicamente un cambio tecnológico, sino también una transformación profunda de las relaciones entre el Estado, el sistema financiero y la ciudadanía.

### **3.2 Pagos instantáneos y plataformas**

Otra área de transformación relevante corresponde a la modernización de los sistemas de pago. Cada vez más BC están promoviendo —o directamente desarrollando— plataformas de pagos instantáneos que operan las 24 horas del día, con liquidación inmediata y bajo costo para el usuario. Entre los casos más representativos se encuentran PIX en Brasil, el UPI en India, FedNow en Estados Unidos y Bre-B en Colombia.

Estos sistemas generan efectos significativos tanto a nivel macroeconómico como institucional. En el plano macroeconómico, incrementan la eficiencia del sistema, reducen la demanda de efectivo, mejoran la trazabilidad del dinero y permiten una mayor integración entre agentes formales e informales. Además, posibilitan transferencias gubernamentales directas, subsidios y otras formas de política redistributiva con menor filtración y mayor velocidad (World Bank, 2022).

El rol del BC en estos desarrollos es decisivo. Actúa como operador o facilitador de la infraestructura y define estándares de interoperabilidad, acceso, ciberseguridad y protección de datos. Además, tiene la responsabilidad de monitorear los efectos de estas nuevas plataformas sobre la competencia, la concentración del mercado y la estabilidad del sistema de pagos (BIS, 2023).

### 3.3 Innovación regulatoria

La velocidad del cambio tecnológico ha superado la capacidad de respuesta de muchos marcos regulatorios (Makarov y Schoar, 2022). Frente a este desfase, diversos BC han comenzado a utilizar entornos de prueba controlados, conocidos como *regulatory sandboxes*, que permiten a empresas innovadoras testar productos y servicios financieros bajo la supervisión directa de la autoridad reguladora. Países como Reino Unido, Singapur, México y Colombia son algunos de los países que han institucionalizado este modelo.

Los *sandboxes* representan una innovación importante porque redefinen la relación regulador-regulado. En lugar de una lógica sancionatoria o prohibitiva, promueven una de cocreación, aprendizaje conjunto y diálogo técnico. Según Zetzsche et al. (2017), esta forma de “regulación inteligente” permite reducir asimetrías de información, anticipar riesgos y fomentar una innovación más alineada con los objetivos de estabilidad financiera y protección del consumidor (Norrlöf, 2022).

En paralelo, se han desarrollado herramientas de *RegTech* y *SupTech* que utilizan IA, aprendizaje automático y análisis de *big data* para mejorar las capacidades de supervisión y cumplimiento. Así, algunos BC ya emplean algoritmos para detectar patrones inusuales en operaciones cambiarias, validar en tiempo real reportes regulatorios o construir mapas de riesgo basados en redes de transacciones.

Estos desarrollos aumentan la eficiencia del regulador y elevan sus requerimientos técnicos, organizacionales y éticos. Se requiere talento especializado, marcos de gobernanza algorítmica y estrategias de ciberseguridad avanzadas. Además, surgen dilemas sobre la neutralidad de los modelos, la transparencia en la toma de decisiones automatizadas y la protección de los derechos digitales de los usuarios (Arner et al., 2016; Danielsson et al., 2021).

### 3.4 Nuevas herramientas analíticas

La digitalización también ha impactado el núcleo de las operaciones analíticas del BC. La incorporación de IA, *big data* y aprendizaje automático en las áreas de investigación económica, proyecciones macroeconómicas y estabilidad financiera se ha intensificado de manera significativa durante los últimos años.

Estas herramientas permiten ampliar el horizonte y la granularidad del análisis. Por ejemplo, el uso de *nowcasting* basado en *big data* permite generar pronósticos de inflación o crecimiento con mayor frecuencia y precisión que modelos tradicionales. La minería de texto y el análisis de sentimiento aplicado a medios, redes sociales y transcripciones también permiten captar mejor las expectativas del mercado. Asimismo, la simulación de escenarios usando técnicas IA ayuda a identificar vulnerabilidades sistémicas ocultas o efectos no lineales (Danielsson et al., 2021).

No obstante, estas metodologías no sustituyen los modelos estructurales tradicionales como los modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE), sino que funcionan como herramientas complementarias. Su implementación requiere infraestructura de datos robusta, cultura organizacional abierta a la experimentación y un enfoque crítico respecto a los sesgos inherentes en datos y algoritmos. Además, estas transformaciones plantean dilemas epistemológicos sobre la “caja negra” de las decisiones algorítmicas en contextos de alta sensibilidad política como la política monetaria (Campiglio et al., 2022).

### 3.5 Comunicación

Finalmente, la transformación digital ha modificado las estrategias de comunicación de los BC. En un entorno caracterizado por la sobrecarga informativa, la desinformación y la inmediatez, las formas tradicionales de divulgación —basadas en informes trimestrales y comunicados técnicos— resultan cada vez más insuficientes para sostener la credibilidad y el anclaje de expectativas.

En respuesta a este escenario, numerosos BC han adoptado nuevas estrategias que combinan visualización de datos, lenguaje accesible y uso de redes sociales. Por ejemplo, el Banco de Inglaterra publica indicadores interactivos y explicaciones en lenguaje claro dirigidos a públicos no especializados. El Banco Central Europeo ha desarrollado herramientas de visualización que permiten a los ciudadanos explorar series temporales de inflación, crecimiento o crédito. Algunos incluso han incorporado interfaces de programación de aplicaciones (Application Programming Interfaces [API]) abiertas para facilitar la reutilización de datos por parte de investigadores o periodistas (Issing, 2019; BIS Innovation Hub, 2021a).

Esta apertura trae nuevos retos: cómo asegurar la consistencia de la narrativa institucional en distintos canales, cómo prevenir interpretaciones erróneas en medios digitales, y cómo gestionar la reputación en entornos comunicacionales polarizados. Por eso, la transformación digital de la comunicación exige herramientas tecnológicas y nuevas competencias institucionales en gestión de reputación, educación financiera y escucha activa.

### 3.6 La banca de fomento

Aunque la función de banca de fomento aparentemente no está relacionada directamente con la 4RI, lo evidente es que las actuales tensiones de crecimiento, los retos de los objetivos de desarrollo sostenible y los efectos de la desindustrialización han puesto como prioridad el énfasis en el fomento, que de acuerdo con la experiencia de la posguerra podría impulsarse fuertemente a través de la BC (Dong-Hee, 2023; Mazzucato y Penna, 2015; McKinsey, 2022; Griffith-Jones y Ocampo, 2018).

En síntesis, las nuevas herramientas digitales amplían el repertorio operativo del BC y transforman sus roles. Estas entidades dejan de ser concebidas exclusivamente como guardianas de la estabilidad de precios a convertirse en arquitectos del ecosistema financiero digital. Este tránsito no está exento de tensiones —especialmente en cuanto a autonomía, neutralidad tecnológica y coordinación con otras agencias del Estado—, pero representa una oportunidad histórica para redefinir el lugar del BC en la gobernanza económica del siglo XXI. La tabla 1 presenta una comparación de estas transformaciones y funciones emergentes.

**Tabla 1.** funciones del banco central antes y después de la 4RI

<b>Dimensión</b>	<b>Funciones tradicionales</b>	<b>Funciones emergentes en la era digital</b>
<b>Emisión de dinero</b>	Emisión de billetes físicos como medio de curso legal.	Diseño y prueba de CBDC para pagos minoristas o mayoristas (e-CNY, e-krona, Sand Dollar).
<b>Política monetaria</b>	Ajuste de la tasa de interés de referencia y operaciones de mercado abierto basadas en modelos DSGE y datos de frecuencia mensual.	Uso de <i>big data</i> e IA para <i>nowcasting</i> de inflación, algoritmos de optimización de portafolio y simulaciones de escenarios en tiempo real.
<b>Sistemas de pago</b>	Gestión (o supervisión) de sistemas de liquidación bruta en tiempo real (LBTR) que operan en horario limitado.	Implementación de plataformas de pagos instantáneos 24/7 (FedNow, PIX, UPI, Bre-B) e infraestructuras API abiertas para la economía digital.
<b>Supervisión y regulación</b>	Esquemas prudenciales basados en reportes regulatorios periódicos (Basel III).	<i>Sandboxes</i> regulatorios, <i>RegTech</i> y <i>SupTech</i> para monitorear <i>fintech</i> y cripto-activos con analítica automatizada de riesgos.
<b>Estabilidad financiera</b>	Vigilancia macroprudencial a la banca tradicional; ajustes de requerimientos de capital.	Integración de riesgos cibernéticos y de nuevas plataformas ( <i>DeFi</i> , <i>stablecoins</i> ) en matrices de riesgo sistémico.
<b>Inclusión financiera</b>	Programas de bancarización indirectos (subsidios al crédito, cuentas de ahorro simplificadas).	Pagos móviles y CBDC minoristas interoperables, dirigidos a poblaciones no bancarizadas y transferencias sociales programables.
<b>Comunicación y transparencia</b>	Informes de inflación trimestrales y ruedas de prensa; publicación de minutas con rezago.	<i>Dashboards</i> interactivos, redes sociales y API de datos abiertos; visualización en tiempo real de indicadores monetarios y financieros.

Fuente: elaboración propia con información de BIS (2023), Auer & Böhme (2020), Arner, Barberis & Buckley (2016), Danielsson et al. (2021), Zetsche et al. (2017) e Issing (2019).

Esta comparación muestra cómo la digitalización amplía el repertorio del BC, desplazándolo de un rol reactivo y operacional hacia uno proactivo, innovador y centrado en la gobernanza del ecosistema financiero digital. Estos cambios implican, a su vez, reajustes organizacionales profundos—tema que se abordará en el próximo apartado sobre capacidades, cultura y estructura internas.

## **4. Desafíos organizacionales del BC**

La incorporación de herramientas digitales en los BC no constituye un proceso exclusivamente técnico o instrumental. Por el contrario, implica una reconfiguración profunda de sus capacidades organizacionales, sus estructuras internas, su cultura institucional y sus modelos de liderazgo. En esta sección se analizan los principales desafíos que enfrenta el BC como organización frente a las demandas de la disrupción digital.

### **4.1. La capacidad estatal en entornos de alta incertidumbre**

Enfrentar un entorno cambiante como el derivado de la 4RI requiere más que recursos financieros o marcos normativos: exige competencias organizacionales complejas que permitan diseñar políticas innovadoras, implementar soluciones adaptativas y evaluar resultados en tiempo real. Estas capacidades incluyen habilidades técnicas, liderazgo estratégico, coordinación interinstitucional y flexibilidad operativa (Wu, Ramesh & Howlett, 2015; Andrews, Pritchett & Woolcock, 2017).

En los BC, estas capacidades se ven tensionadas por las exigencias de la economía digital. Por un lado, se requiere reclutar y retener perfiles profesionales altamente especializados —científicos de datos, ingenieros en ciberseguridad, expertos en blockchain—, que compiten directamente con el sector privado. Por otro, se necesita integrarlos dentro de culturas organizacionales tradicionalmente jerárquicas, conservadoras y centradas en la estabilidad.

Además, la lógica algorítmica de muchas herramientas digitales desafía las formas tradicionales de deliberación institucional. Las decisiones basadas en IA, análisis predictivo o minería de datos requieren nuevas formas de gobernanza interna que combinen el juicio técnico con criterios éticos, de privacidad y de transparencia (Campiglio et al., 2022). Esto plantea un reto doble: técnico, por la complejidad de los modelos y político, por la necesidad de justificar públicamente decisiones tomadas con métodos poco comprensibles para el ciudadano medio.

### **4.2. Infraestructura y arquitectura digital**

La transformación digital también demanda infraestructura tecnológica robusta, interoperable y segura. No se trata solo de adquirir nuevos sistemas o plataformas, sino de rediseñar la arquitectura digital institucional del BC. Esto incluye aspectos como la gestión de datos (gobernanza, calidad, privacidad), la

ciberseguridad, la interoperabilidad entre áreas y la integración con sistemas externos (por ejemplo, del sector bancario, agencias fiscales o instituciones internacionales).

El Banco de Inglaterra y el Banco de Canadá, por ejemplo, han creado unidades internas dedicadas exclusivamente a la arquitectura digital institucional, encargadas de supervisar el flujo de datos entre áreas, los protocolos de seguridad y la coherencia tecnológica de sus sistemas. La experiencia de estos bancos muestra que una estrategia digital no puede depender de proyectos aislados: requiere una visión sistémica y de largo plazo, con liderazgo y financiamiento adecuado.

Asimismo, la construcción de infraestructura digital requiere definir estándares abiertos, reglas de interoperabilidad y marcos de gobernanza de datos, lo cual implica coordinación con otros actores del Estado y del ecosistema financiero. Como subraya Mazzucato (2018), esta coordinación no puede quedar sujeta solo al mercado o a alianzas temporales: debe formar parte de una misión estratégica del Estado para asegurar soberanía tecnológica, inclusión digital y resiliencia institucional.

### **4.3 Cultura organizacional, liderazgo y resistencia al cambio**

Uno de los desafíos más complejos de la digitalización en el sector público —y particularmente en instituciones tradicionales como los BC— es el cambio cultural (Weber, 2019). La cultura organizacional influye profundamente en la manera en que se adoptan o resisten las innovaciones tecnológicas. Como lo documenta Dunleavy et al. (2006) en su transición del modelo de “Nueva Gestión Pública” hacia el “Estado Digital”, las reformas tecnológicas fallan si no van acompañadas de transformaciones culturales que reconfiguren incentivos, comportamientos y valores.

Los BC, por su naturaleza, suelen ser instituciones de bajo perfil, aversas al riesgo y orientadas al largo plazo, características valiosas para mantener estabilidad, pero pueden dificultar la adopción de tecnologías que requieren ciclos de innovación más rápidos, estructuras horizontales y mayor apertura al error y al aprendizaje. La incorporación de metodologías ágiles, laboratorios de innovación o programas internos de intraemprendimiento requiere una transformación en los estilos de liderazgo, en los mecanismos de rendición de cuentas y en los sistemas de incentivos internos.

Por ejemplo, el Banco Central de Brasil ha implementado un programa de “Transformación Cultural” que busca fomentar una cultura de innovación interna mediante la creación de células digitales, espacios de co-creación y entrenamiento en pensamiento ágil. Otros, como el de Singapur, han promovido liderazgos intergeneracionales que combinan la experiencia institucional con el dinamismo de nuevos perfiles digitales. Estas experiencias muestran que el cambio cultural es posible, pero requiere estrategia, continuidad y compromiso desde los más altos niveles jerárquicos (BIS, 2021; Aikman, et al., 2021; ECB, 2022).

#### 4.4 Autonomía técnica y riesgo de captura

La digitalización también plantea dilemas sobre la autonomía y la neutralidad tecnológica del BC. A medida que estas instituciones incorporan tecnologías avanzadas —muchas veces provistas por grandes empresas tecnológicas—, se incrementa el riesgo de dependencia tecnológica, concentración de proveedores y pérdida de control sobre sistemas críticos.

Como advierte Zuboff (2019), el auge del “capitalismo de vigilancia” ha hecho que muchas plataformas digitales operen con lógicas de extracción de datos y control conductual que pueden entrar en tensión con los principios de transparencia, privacidad y equidad del sector público. Si un BC delega en terceros la operación de sistemas críticos (por ejemplo, plataformas de pago, algoritmos de supervisión o emisión de CBDC), corre el riesgo de perder soberanía funcional y comprometer la confianza pública.

Para evitar estos riesgos, es necesario fortalecer las capacidades internas de evaluación tecnológica, promover la auditoría independiente de los algoritmos utilizados, y establecer cláusulas contractuales que aseguren la portabilidad, auditabilidad y reversibilidad de los sistemas implementados. Además, se requiere impulsar estándares tecnológicos abiertos y promover la cooperación internacional para evitar asimetrías tecnológicas entre países desarrollados y en desarrollo.

#### 4.5 Gobernanza institucional y *accountability*

La disrupción digital obliga a repensar los marcos de gobernanza del BC. En un entorno digitalizado, donde las decisiones se toman con base en datos masivos, modelos automatizados o herramientas de predicción, es imprescindible garantizar mecanismos de transparencia, rendición de cuentas y supervisión externa.

Esto es particularmente relevante cuando el BC asume funciones que trascienden su mandato tradicional, como la regulación de plataformas *fintech*, la emisión de CBDC minoristas o la supervisión de algoritmos crediticios. Estas funciones tienen implicaciones sociales y distributivas que requieren deliberación pública, control parlamentario y participación ciudadana. No basta con la justificación técnica: se requiere legitimidad democrática.

Algunos autores proponen la creación de comités de ética algorítmica dentro de los BC, similares a los comités de política monetaria, para supervisar el uso de modelos automatizados en decisiones sensibles. Otros sugieren fortalecer los mecanismos de consulta pública, auditorías ciudadanas o transparencia proactiva mediante plataformas digitales. La experiencia de instituciones como el European Data Protection Supervisor o el Bank for International Settlements muestra que es posible combinar sofisticación técnica con exigencias democráticas en la era digital (BIS Innovation Hub, 2021a).

De manera que la digitalización del BC no es solo una evolución tecnológica, es una transformación organizacional profunda. Requiere nuevas capacidades, culturas abiertas a la innovación, liderazgo estratégico, marcos de gobernanza renovados y una infraestructura tecnológica soberana. Como institución clave de la arquitectura estatal moderna, el BC tiene la oportunidad —y la responsabilidad— de liderar esta transición de manera ética, inclusiva y resiliente.

## 5. Reflexiones sobre gobernanza pública en la era digital

La transformación digital del BC no ocurre en un vacío institucional, se enmarca en una reconfiguración más amplia del aparato estatal frente a los desafíos de la 4RI. En este contexto, la gobernanza pública se ve forzada a adaptarse a un entorno donde las relaciones entre conocimiento, autoridad, información y tiempo de decisión han cambiado radicalmente en cuanto a las funciones técnicas del BC y en su lugar dentro del entramado del Estado.

### 5.1 De la burocracia weberiana a la inteligencia algorítmica

La administración pública moderna fue diseñada bajo los principios de la racionalidad weberiana: jerarquía, procedimientos estandarizados, profesionalización y neutralidad técnica (Weber, 2019). Estos principios aseguraron previsibilidad y control, pero en el entorno digital actual —caracterizado por alta complejidad, datos masivos y rápida evolución tecnológica —, tales estructuras resultan insuficientes o incluso disfuncionales.

El tránsito hacia una gobernanza digital implica reemplazar modelos rígidos por estructuras más ágiles, adaptativas e interactivas (Dunleavy et al., 2006). En lugar de operar con base en procesos fijos, las instituciones deben responder en tiempo real, utilizando datos actualizados, modelos predictivos y plataformas colaborativas. Este cambio conlleva descentralización del conocimiento y redistribución del poder técnico dentro del Estado.

En el caso del BC, esta transición implica pasar de modelos de análisis macroeconómico —centrados en agregados históricos y funciones de reacción —, hacia modelos que integren *nowcasting*, detección de shocks en tiempo real y aprendizaje automatizado. La transformación, sin embargo, no es solo técnica, también es epistemológica y política, pues desafía la forma en que se legitiman las decisiones públicas.

### 5.2 Legitimidad, transparencia y participación

Una de las tensiones centrales de la gobernanza digital es cómo mantener o reconstruir la legitimidad democrática de las instituciones en un entorno caracterizado por opacidad algorítmica, aceleración informativa y desintermediación comunicacional. En el caso de los BC, esta tensión es particularmente delicada, dado su carácter técnicamente independiente pero socialmente influyente.

La legitimidad ya no se sostiene solo en la competencia técnica de expertos, sino en la capacidad de la institución para explicar, justificar y abrir al escrutinio ciudadano sus decisiones y metodologías. Esto exige nuevos estándares de transparencia: publicación de modelos, apertura de datos, auditoría de algoritmos y diseño participativo de políticas digitales. Como propone Janssen et al. (2012), la gobernanza digital debe combinar eficiencia automatizada con rendición de cuentas aumentada.

Algunos BC han dado pasos importantes en esta dirección, desarrollando portales de datos abiertos, sistemas de consulta pública sobre política monetaria y reportes multiformato (visual, narrativo, técnico). Sin embargo, el verdadero desafío es incorporar estos mecanismos como parte estructural de su gobernanza, no como iniciativas accesorias. La transformación digital de la autoridad exige también una transformación de la relación con la ciudadanía: más horizontal, empática y dialogante.

### **5.3 Coordinación institucional y fragmentación tecnológica**

Otro desafío de la era digital es la creciente fragmentación del aparato estatal. A medida que cada entidad adopta sus propias herramientas, plataformas y soluciones tecnológicas, se corre el riesgo de construir un ecosistema público desarticulado, ineficiente y vulnerable, denominado islas digitales (Margetts & Dunleavy, 2013), donde la falta de interoperabilidad, gobernanza común y estrategia compartida genera fricciones estructurales.

Para que el BC pueda ejercer de forma efectiva su rol en la economía digital, necesita integrarse en una estrategia de transformación del Estado en su conjunto. Esto implica coordinar con entidades fiscales, organismos estadísticos, agencias de innovación y sectores estratégicos como telecomunicaciones o ciberseguridad. De lo contrario, sus innovaciones se verán limitadas por cuellos de botella administrativos, obsolescencia legal o resistencias sectoriales.

La solución pasa por crear plataformas de gobernanza interinstitucional digital, con liderazgo, competencias técnicas y mecanismos de monitoreo transversal. En países como Estonia o Dinamarca, estas plataformas han sido clave para crear ecosistemas digitales públicos coherentes, escalables y centrados en el usuario. El BC debe tener un lugar relevante en este tipo de instancias, como actor que no solo regula, sino también co-construye el futuro digital del Estado (BIS, 2021; Aikman, et al., 2021; ECB, 2022).

### **5.4 Gobernanza de datos y soberanía digital**

Finalmente, la era digital ha puesto al centro de la discusión un nuevo eje de poder: los datos. La capacidad del BC para monitorear la economía, anticipar shocks y diseñar políticas eficaces depende hoy en gran medida de su acceso, calidad y autonomía en el manejo de datos. Esto supone importantes desafíos organizativos y normativos.

Primero, se necesita construir una infraestructura pública de datos que permita integrar información de distintas fuentes (públicas y privadas) de forma segura, ética e interoperable. Segundo, es indispensable establecer marcos legales sobre privacidad, gobernanza algorítmica y uso secundario de los datos. Tercero, se requiere capacitar a los funcionarios en alfabetización de datos, ética digital y pensamiento crítico frente a los sesgos de la inteligencia artificial (Meijer & Grimmeliikhuijsen, 2021).

El concepto de soberanía digital —entendido como la capacidad del Estado para decidir de manera autónoma sobre su infraestructura, sus plataformas y sus datos— debe estar en el centro de la estrategia digital del BC. No se trata solo de proteger la privacidad, sino de asegurar la capacidad institucional para actuar con independencia, resiliencia y legitimidad en un entorno tecnológico dominado por grandes corporaciones.

Así, la digitalización del BC no puede comprenderse de forma aislada, sino como parte de una transformación en la gobernanza pública que exige revisar los fundamentos epistemológicos, estructurales y normativos del Estado. La legitimidad ya no se sostiene únicamente en la técnica, sino en la transparencia, la coordinación y la participación. El desafío es construir una gobernanza digital que combine eficiencia, inclusión, soberanía y deliberación democrática, en la que el BC sea no solo un actor técnico, sino también un referente ético e institucional en la economía del siglo XXI.

## **6. Agenda futura de investigación y acción pública**

La irrupción de las tecnologías asociadas con la 4RI apenas ha inaugurado el debate sobre la función pública del BC. A fin de orientar la discusión más allá del diagnóstico, se propone una agenda interconectada de investigación aplicada y reformas institucionales que permita evaluar, comparar y escalar buenas prácticas en distintos contextos nacionales y regionales.

### **6.1 Evidencia longitudinal y evaluación comparada**

Hasta ahora, la mayoría de los estudios sobre digitalización del BC son descriptivos o de caso único. Se requiere un programa de paneles de datos que mida, al menos a cinco años, el impacto de las herramientas digitales sobre la estabilidad de precios, la inclusión financiera y la resiliencia operativa. Un índice de madurez digital del BC (IMDBC) podría combinar variables de infraestructura, talento y gobernanza, facilitando análisis de convergencia y rezago (OCDE, 2019). Este instrumento debe ser público y replicable, de modo que la comunidad académica y los organismos multilaterales puedan validar metodologías y resultados.

## 6.2 Desarrollo de métricas de capacidad estatal digital

La transformación tecnológica exige medir habilidades técnicas, adaptativas y políticas. Se propone incorporar al IMDBC un subíndice que evalúe la calidad de datos, la transparencia de modelos y la robustez de los protocolos de ciberseguridad. Esto permitiría identificar brechas críticas y diseñar estrategias de capacitación focalizadas.

## 6.3 Cooperación Sur-Sur y soberanía tecnológica

Muchos países enfrentan restricciones presupuestarias y dependencia de proveedores extranjeros. Una respuesta es la cooperación Sur-Sur para compartir software de código abierto, infraestructuras en la nube y marcos regulatorios armonizados. Iniciativas como la Red de Innovación de Bancos Centrales de ASEAN (ASEAN, 2023) demuestran que los consorcios regionales reducen costos y elevan el poder negociador frente a proveedores globales.

## 6.4 Sostenibilidad en el diseño de CBDC y pagos instantáneos

La próxima generación de criptomonedas podría incorporar atributos de sostenibilidad —por ejemplo, límites de uso para actividades de alto carbono o incentivos transaccionales para proyectos verdes— siempre que se salvaguarden los derechos de privacidad. Adicionalmente, la programabilidad de transferencias públicas abre la puerta a subsidios condicionados a objetivos sociales, reforzando la agenda de protección social basada en datos.

## 6.5 Gobernanza algorítmica y auditoría ciudadana

La legitimidad del BC en la era digital dependerá de su capacidad para someter modelos de IA y *big data* a escrutinio externo. Se recomienda institucionalizar comités de ética con participación de sociedad civil, además de procedimientos de auditoría *ex-ante* y *ex-post* de los sistemas automatizados (Meijer & Grimmelhuijsen, 2021). Esto fortalecerá la confianza pública y reducirá riesgos de captura tecnocrática.

Con estos ejes el BC puede pasar de ser un observador privilegiado de la disrupción a un arquitecto activo de la gobernanza digital, consolidando un nuevo contrato institucional que combine estabilidad macroeconómica, innovación inclusiva y sostenibilidad ambiental.

## 7. Conclusiones: Hacia un nuevo contrato institucional del BC

La transformación digital de los BC no constituye un fenómeno superficial ni limitado a la actualización tecnológica. Lo que se ha documentado en este artículo muestra que implica una reconfiguración profunda del rol institucional del BC, de sus capacidades internas y de su relación con el entorno económico, político y social. En un contexto marcado por aceleración tecnológica, incertidumbre estructural y creciente desconfianza hacia las élites técnicas, el BC se encuentra ante una encrucijada: adaptar sus estructuras y procesos al nuevo entorno sin perder su legitimidad, ni su capacidad de garantizar la estabilidad macroeconómica.

Los desarrollos analizados —desde las CBDC hasta el uso de IA en la política monetaria, pasando por la gobernanza algorítmica y la soberanía de datos— muestran que el BC transita hacia un nuevo contrato institucional que ya no puede basarse exclusivamente en la delegación técnica de autoridad ni en la opacidad operativa, sino que debe sustentarse en nuevas formas de legitimación, que incluyan transparencia digital, rendición de cuentas algorítmica, participación interinstitucional y apertura ciudadana.

El desafío no es solo incorporar capacidades tecnológicas, sino redefinir la arquitectura organizacional y normativa que permite al BC operar con eficacia en un ecosistema digitalizado. Esto implica revisar marcos de gobernanza interna, canales de comunicación externa, criterios de diseño de políticas y, sobre todo, su interacción con otros actores del Estado y del sistema financiero. El BC ya no puede entenderse como un actor aislado, sino como parte de una red de instituciones que debe coordinar capacidades, intercambiar información y responder de manera sistémica a los riesgos y oportunidades del entorno digital.

En países en desarrollo —particularmente en Latinoamérica—, donde los retos de capacidad estatal, inclusión digital y soberanía tecnológica son más agudos, esta transformación adquiere una dimensión aún más estratégica. Los BC pueden cumplir un papel pionero en la modernización del aparato estatal, siempre que logren combinar prudencia institucional con visión innovadora. La experiencia internacional sugiere que las respuestas más efectivas han sido aquellas que integran liderazgo político —ajustándose a las nuevas exigencias de política monetaria—, cooperación interinstitucional, inversión sostenida en infraestructura digital y una cultura organizacional orientada al aprendizaje.

Este proceso no está exento de riesgos. La dependencia de proveedores tecnológicos privados, la opacidad de ciertos modelos algorítmicos, las criptomonedas, el déficit de talento digital en el sector público y la resistencia cultural al cambio, son obstáculos reales que deben ser enfrentados con políticas deliberadas y con una agenda clara de gobernanza digital. La experiencia de los BC puede servir como laboratorio institucional para identificar cuáles son las condiciones habilitantes de una transformación pública efectiva en entornos de alta complejidad. La tabla 2 ofrece una visión global.

**Tabla 2.** Panorama de la transformación digital del BC

<b>Eje analizado</b>	<b>Hallazgos clave</b>	<b>Riesgos identificados</b>	<b>Recomendaciones de política</b>
<b>Herramientas digitales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CBDC</li> <li>• Pagos instantáneos</li> <li>• RegTech / SupTech</li> <li>• IA &amp; big data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación del repertorio operativo</li> <li>• Mayor eficiencia y trazabilidad</li> <li>• Capacidad de “programar” funciones monetarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desintermediación bancaria</li> <li>• Dependencia tecnológica</li> <li>• Opacidad algorítmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fases piloto controladas</li> <li>• Estándares abiertos e interoperables</li> <li>• Auditorías de código y datos</li> </ul>
<b>Capacidades organizacionales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Talento digital</li> <li>• Arquitectura de datos</li> <li>• Cultura ágil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos perfiles (<i>data science</i>, ciberseguridad)</li> <li>• Infraestructura robusta y segura</li> <li>• Laboratorios de innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasez de expertos frente al sector privado</li> <li>• Silos internos e “islas digitales”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia de atracción y retención de talento</li> <li>• Inversión sostenida en nube y ciberseguridad</li> <li>• Programas de intra-emprendimiento</li> </ul>
<b>Gobernanza y legitimidad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparencia</li> <li>• Rendición de cuentas</li> <li>• Participación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portales de datos abiertos y <i>dashboards</i></li> <li>• Consultas públicas sobre política monetaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatiga informativa del público</li> <li>• Riesgo de captura tecnocrática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comités de ética algorítmica</li> <li>• Comunicación multicanal en lenguaje claro</li> <li>• Evaluaciones de impacto democrático</li> </ul>
<b>Coordinación estatal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interoperabilidad</li> <li>• Soberanía digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataformas conjuntas con tesorerías, estadísticas y ciberseguridad</li> <li>• Estrategias nacionales de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentación tecnológica</li> <li>• Dependencia de <i>big-tech</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa interinstitucional de transformación digital</li> <li>• Cláusulas de portabilidad y reversibilidad en contratos TIC</li> </ul>
<b>Contrato institucional futuro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De “guardián” de la inflación a “arquitecto” del ecosistema financiero digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflicto entre innovación y estabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo marco legal que integre autonomía, misión de desarrollo y mandato climático</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, el BC del siglo XXI enfrenta el reto de rediseñar su contrato institucional para actuar como garante de estabilidad en un entorno inestable, como actor tecnológicamente competente en un ecosistema dominado por la innovación privada y como institución pública legítima en un escenario de creciente escrutinio democrático. Este artículo propone que dicha transformación debe abordarse desde una perspectiva estratégica, integrando capacidades estatales, valores democráticos y autonomía tecnológica. Solo de esta manera será posible que los BC no solo sobrevivan a la Cuarta Revolución Industrial (4RI), sino que también asuman un papel activo en la configuración y gobernanza de la economía digital contemporánea.

## Referencias Bibliográficas

- Aikman, D., et al. (2021). *Machine Learning and Central Banking*. Journal of Monetary Economics, 124, S1-S17.
- Amézquita, P. (2021). *Tecnologías financieras, criptomonedas y los trabajadores bancarios*. Asociación Colombiana de Empleados Bancarios (ACEB).
- Amézquita, P., & Romero, C. (2016). Banca central: autonomía y crecimiento económico. *Revista Republicana*, 20(20), pp. 145-165.
- Andrews, M., Pritchett, L., & Woolcock, M. (2017). *Building state capability: Evidence, analysis, action*. Oxford University Press.
- Arner, D. W., Barberis, J. N., & Buckley, R. P. (2016). The evolution of Fintech: A new post-crisis paradigm? *Georgetown Journal of International Law*, 47(4), 1271–1319.
- Asian Development Bank (ADB) (2023). Financial digitalization and its implications for ASEAN+3 regional financial stability. <http://dx.doi.org/10.22617/TCS230020-2>
- Association of Southeast Asian Nations (ASEAN). (2023). *ASEAN central bank innovation initiatives and regional digital financial cooperation*. ASEAN Secretariat. <https://asean.org>
- Auer, R., & Böhme, R. (2020). The technology of retail central bank digital currency. *BIS Quarterly Review*, March, 85–100.
- Bank for International Settlements (BIS). (2021). *Artificial intelligence in central banking*. BIS Papers, No. 118.
- Bank for International Settlements (BIS). (2023). *Gaining momentum: Results of the 2022 BIS survey on central bank digital currencies* (BIS Papers No. 136). <https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap136.htm>
- Bernanke, B. (2020). The new tools of monetary policy. *American Economic Review*, 110(4), 943–983. <https://doi.org/10.1257/aer.110.4.943>
- BIS Innovation Hub. (2021a). *Project Dunbar: International settlements using multi-CBDCs*. Bank for International Settlements.

- Blanchard, O., & Summers, L. H. (2017). *Rethinking stabilization policy: Evolution or revolution?* (NBER WP No. 24179). <https://doi.org/10.3386/w24179>
- Campiglio, E., Monnin, P., von Jagow, A., & Svartzman, R. (2022). *Central banking and climate-aligned financial systems: Challenges and potential actions*. Network for Greening the Financial System (NGFS).
- Carstens, A. (2021, January 27). *Digital currencies and the future of the monetary system* [Speech]. Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/speeches/sp210127.htm>
- Castells, M. (2012). *Networks of outrage and hope: Social movements in the Internet age*. Polity Press.
- Danielsson, J., Macrae, R., & Uthemann, A. (2021). Artificial intelligence and systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 133, 106234. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106234>
- Dong-Hee Joe (2023). Operational aspects of support programs for the digital transformation of exporting SMEs in the Republic of Korea. Presentation at CORPYME hybrid workshop.
- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). *Digital era governance: IT corporations, the state, and e-government*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199296194.001.0001>
- European Central Bank (ECB). (2022). *The use of artificial intelligence in banking supervision*. Occasional Paper Series, No. 305.
- Griffith-Jones, S. y Ocampo, J. A (eds), (2018). *El futuro de los bancos nacionales de desarrollo* (Oxford, edición en línea, Oxford Academic), <https://doi.org/10.1093/oso/9780198827948.001.0001>
- Herrera, B. (2025). *The evolution of banking and challenge for regulators*. Asobancaria y Prime Business School.
- International Monetary Fund (IMF). (2020). *Digital money across borders: Macro-financial implications*. <https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2020/10/17/Digital-Money-Across-Borders-Macro-Financial-Implications-49823>
- Issing, O. (2019). Central bank communication: Practical perspectives. In M. Bordo, J. Gali, & C. Rovelli (Eds.), *Central Banks in a Changing World* (pp. 45–67). CEPR Press.

- Janssen, M., Charalabidis, Y., & Zuiderwijk, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management*, 29(4), 258–268. <https://doi.org/10.1080/10580530.2012.716740>
- Makarov, I., y Schoar, A. (2022). Cryptocurrencies and decentralized finance (DeFi). NBER WP 30006.
- Margetts, H., & Dunleavy, P. (2013). The second wave of digital-era governance: A quasi-paradigm for government on the Web. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 371(1987), 20120382. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0382>
- Mazzucato, M. (2018). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths* (Rev. ed.). Penguin Books.
- Mazzucato, M. y Penna, C. (2015). *Beyond Market Failures*. Institute for New Economic Thinking. WP 7.
- McKinsey (2022). How banks can reimagine lending to small and medium-size enterprises.
- Meijer, A., & Grimmelikhuijsen, S. (2021). Transparency in the algorithmic state. *Government Information Quarterly*, 38(1), 101549. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101549>
- Norrlöf, C. (2022). Under the radar: Alternative payment systems and the national security impacts of their growth. Testimony before the U.S. House of Representatives Committee on Financial Services. <https://www.congress.gov/event/117th-congress/house-event/115144>
- OECD (2019). *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>
- Prasad, E. (2022). *El futuro del dinero*. La esfera de los libros.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Crown Business.
- Suleyman, M. (2024). *La ola que viene*. Penguin Random House.
- Weber, M. (2019). *Economía y sociedad*. México: FCE.
- World Bank. (2022). *Payments and market infrastructures in the digital era*. <https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/publication/payments-infrastructure>

- Wu, X., Ramesh, M., & Howlett, M. (2015). Policy capacity: A conceptual framework for understanding policy competences and capabilities. *Policy and Society*, 34(3–4), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2015.09.001>
- Zambrano, A., & Garratt, R. (2022). Securities settlement using blockchain and smart contracts. *Journal of Financial Market Infrastructures*, 10(3), 1–26. <https://doi.org/10.21314/JFMI.2022.165>
- Zetsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & Barberis, J. N. (2017). Regulating a revolution: From regulatory sandboxes to smart regulation. *Fordham Journal of Corporate & Financial Law*, 23(1), 31–103. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3018534>
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. PublicAffairs.