



Blockchain en sectores económicos estratégicos

La incorporación de tecnologías digitales en los sectores económicos estratégicos ha transformado la forma en que se gestionan transacciones, se coordinan cadenas de valor y se estructuran modelos de negocio. En este escenario, *blockchain* emerge como una infraestructura que redefine los mecanismos tradicionales de confianza, registro y validación. Su aplicación excede el ámbito de las criptomonedas y se inserta en procesos financieros, logísticos y comerciales que requieren trazabilidad, seguridad y eficiencia operativa.

En los sistemas financieros, por ejemplo, las operaciones internacionales, la intermediación bancaria y la gestión de activos dependen históricamente de estructuras centralizadas que concentran validación y control. La tecnología *blockchain* introduce un modelo distribuido donde el registro compartido y la verificación criptográfica modifican la arquitectura de estos procesos. Este cambio impacta directamente en la **desintermediación financiera**, en la reducción de costos operativos y en la aparición de nuevos instrumentos digitales que amplían las posibilidades de circulación del valor.

En paralelo, las cadenas de suministro enfrentan desafíos vinculados con la opacidad informativa, la fragmentación de datos y el riesgo de fraude documental, especialmente en mercados globales con múltiples actores intervinientes. En este contexto, *blockchain* se configura como una **infraestructura de confianza**, capaz de garantizar trazabilidad, inmutabilidad de registros y validación descentralizada en entornos productivos complejos.

En esta unidad abordaremos, en primer lugar, la transformación financiera impulsada por *blockchain*, considerando pagos internacionales, banca digital, criptoactivos, activos tokenizados, *stablecoins*, monedas digitales de bancos centrales (CBDC) y modelos de *DeFi*. Luego, analizaremos su aplicación en logística inteligente y trazabilidad en cadenas de valor, examinando cómo esta tecnología fortalece la transparencia, optimiza procesos y reduce riesgos en entornos productivos estratégicos.

☰ Transformación financiera: pagos, banca y nuevos modelos económicos

☰ Blockchain en sectores institucionales y sociales

☰ Referencias

Transformación financiera: pagos, banca y nuevos modelos económicos

La incorporación de *blockchain* al sistema financiero introduce una transformación estructural en la forma en que se registran y liquidan las transacciones. A través de la tecnología de registro distribuido (*DLT*), los participantes comparten una base de datos sincronizada cuya actualización se realiza mediante mecanismos de consenso. Este diseño redefine la arquitectura tradicional, basada en intermediarios centralizados, y permite que la validación de operaciones se apoye en reglas técnicas y criptográficas compartidas (Shin, 2025).

Uno de los efectos más visibles es la **desintermediación financiera**. En los esquemas tradicionales de pagos internacionales, las transferencias atraviesan cadenas de bancos corresponsales y procesos sucesivos de conciliación. El BIS señala que la **tokenización** permite integrar mensajería, verificación y liquidación en una operación programable única dentro de una

plataforma común, reduciendo fricciones operativas y tiempos de procesamiento (Shin, 2025).

En este escenario, resulta pertinente distinguir entre **criptoactivos no respaldados**, caracterizados por alta volatilidad, y activos financieros *tokenizados* dentro de marcos institucionales regulados. El BIS propone el concepto de *unified ledger*, una arquitectura que integra dinero del banco central tokenizado, dinero bancario *tokenizado* y otros activos financieros en una plataforma programable. Esta arquitectura apunta a preservar la **singularidad del dinero** y la coherencia del sistema monetario, al tiempo que moderniza su funcionamiento (Shin, 2025).

El análisis de *stablecoins* y monedas digitales de bancos centrales (CBDC) amplía este debate. Las *stablecoins* son evaluadas por el BIS a partir de tres criterios: singularidad, elasticidad e **integridad** del sistema monetario, señalando desafíos vinculados con mecanismos de respaldo y cumplimiento de estándares *KYC* y *AML/CFT* (Shin, 2025). Por su parte, CaixaBank *Research* indica que una CBDC podría alcanzar amplia aceptación como medio de pago por su respaldo estatal, aunque su diseño incide en el grado de desintermediación del sistema bancario tradicional (CaixaBank *Research*, 2018).

Desde la perspectiva profesional, estos cambios impactan en modelos de negocio financieros, estructuras de costos, diseño de

productos y estrategias de *compliance*. La pseudonimidad en redes públicas, la circulación transfronteriza de activos digitales y la necesidad de supervisión coordinada entre jurisdicciones introducen nuevos desafíos regulatorios. La innovación tecnológica se articula así con la preservación de estabilidad monetaria, trazabilidad operativa e integridad institucional (Shin, 2025).

Tabla 1. Instrumentos digitales y criterios monetarios

Instrumento	Singularidad	Elasticidad	Integridad regulatoria
Criptoactivos no respaldados	Variable según mercado	Limitada por diseño algorítmico	Desafíos de supervisión
<i>Stablecoins</i>	Depende del respaldo	Condicionada al esquema de reservas	Requiere controles <i>KYC/AML</i>
<i>CBDC</i>	Alta (respaldo estatal)	Determinada por política monetaria	Integrada al marco regulatorio

Fuente: elaboración propia con base en Shin (2025).

La comparación anterior permite observar cómo cada instrumento digital responde de manera distinta a los criterios que estructuran un sistema monetario funcional. Para el análisis estratégico, esta diferenciación resulta operativa al momento de evaluar riesgos, oportunidades de innovación y requisitos regulatorios asociados a cada modelo.

En el ámbito de pagos internacionales, la *tokenización* redefine el flujo operativo al integrar procesos que antes se realizaban de manera secuencial. Este cambio tiene impacto directo en tiempos de acreditación, costos de conciliación y exposición a riesgos operativos, lo que incide en la competitividad de entidades financieras y proveedores de servicios de pago.

Tabla 2. Comparación operativa: pago internacional tradicional vs infraestructura *tokenizada*

Dimensión	Esquema tradicional (corresponsalía bancaria)	Infraestructura tokenizada (<i>unified ledger</i>)
Intervinientes	Ordenante → banco emisor → bancos corresponsales →	Ordenante → plataforma programable → beneficiario

	banco receptor → beneficiario	
Proceso de conciliación	Secuencial, con actualización de cuentas en cada entidad intermedia	Integrado en una única operación programable
Tiempo de liquidación	Dependiente de validaciones sucesivas entre intermediarios	Potencialmente reducido por validación compartida
Costos operativos	Asociados a múltiples intermediarios y procesos de compensación	Reducidos por simplificación de la arquitectura
Riesgo operativo	Mayor exposición a demoras y errores de conciliación	Riesgo concentrado en la gobernanza de la plataforma

Fuente: elaboración propia con base en Shin (2025).



La comparación precedente permite visualizar cómo la arquitectura tecnológica condiciona directamente el diseño del modelo financiero. En el esquema tradicional, la multiplicidad de intermediarios fragmenta la información, distribuye responsabilidades y genera costos asociados a conciliaciones sucesivas. En cambio, una plataforma tokenizada integra validación, transferencia y registro en una operación unificada, lo que redefine tiempos, costos y exposición al riesgo operativo. Desde un punto de vista profesional, esta diferencia no se limita a una mejora técnica, sino que implica una reorganización de la cadena de valor financiera, una redefinición de los roles institucionales y un replanteo de las estrategias de regulación, compliance y competitividad en entornos digitales programables.

Blockchain como infraestructura de confianza distribuida

Blockchain puede considerarse una **infraestructura de confianza distribuida** porque permite registrar, validar y compartir información entre múltiples participantes sin depender de una autoridad central que garantice la integridad de los datos. En lugar de concentrar el control en una institución única, el

sistema funciona mediante una red de nodos que mantienen copias sincronizadas del registro. Cada participante puede verificar las transacciones registradas y validar nuevas operaciones siguiendo reglas definidas en el protocolo de la red. De este modo, la confianza en el sistema no se deposita en una organización específica, sino en la **arquitectura tecnológica y en el consenso entre los participantes**.

Este modelo resulta especialmente relevante en entornos donde múltiples actores interactúan y deben coordinar información crítica. En sistemas financieros, por ejemplo, las transacciones suelen depender de intermediarios que verifican y registran los movimientos de valor. *Blockchain* introduce un mecanismo alternativo donde los participantes pueden validar colectivamente las operaciones mediante algoritmos de consenso. Según el Banco de Pagos Internacionales, esta arquitectura permite registrar transacciones de forma compartida y sincronizada, reduciendo la necesidad de intermediarios y mejorando la transparencia de los registros (Shin, 2025).

Una de las características fundamentales que sostiene esta infraestructura es la **inmutabilidad de los registros**. Cada transacción validada se incorpora a un bloque que se enlaza criptográficamente con el bloque anterior, formando una cadena continua de información. Este mecanismo hace que la

modificación de datos previamente registrados resulte extremadamente compleja, ya que requeriría alterar simultáneamente todas las copias distribuidas de la cadena. Como resultado, el sistema fortalece la integridad de los datos y reduce el riesgo de manipulación o fraude.

Otra propiedad relevante es la **transparencia verificable**. En las redes *blockchain*, los participantes pueden auditar el historial de transacciones y comprobar la validez de la información registrada. Este mecanismo de verificación compartida permite que los actores de la red confíen en los resultados del sistema sin depender de una entidad central que actúe como garante del registro. De esta manera, *blockchain* transforma el proceso de validación en un procedimiento abierto y verificable por los miembros de la red.

En contraste, las bases de datos tradicionales operan bajo un modelo centralizado de almacenamiento y gestión de información. En estos sistemas, una organización administra el acceso, la actualización y la validación de los datos. La integridad del sistema depende, por lo tanto, de la confiabilidad de la institución que controla la base de datos. *Blockchain* introduce un modelo distinto en el cual la **validación distribuida** reemplaza a la autoridad central y redistribuye la responsabilidad del control entre los participantes de la red.

Tabla 3. Diferencias entre bases de datos tradicionales y *blockchain*

Dimensión	Bases de datos tradicionales	<i>Blockchain</i>
Arquitectura	Centralizada	Distribuida
Control del sistema	Administrador único	Participantes de la red
Validación de datos	Autoridad central	Mecanismo de consenso
Integridad del registro	Modificable por administradores	Registro inmutable
Gobernanza	Institucional o corporativa	Descentralizada o compartida

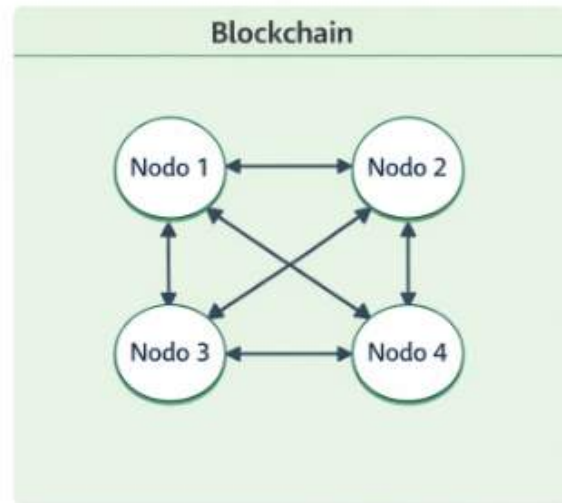
Fuente: elaboración propia con base en CaixaBank Research (2019).

Estas diferencias técnicas también se reflejan en el modo en que se organiza la **gobernanza del sistema de información**. En una base de datos tradicional, las reglas de acceso, actualización y verificación dependen de la organización que administra el

sistema. En *blockchain*, en cambio, las reglas de operación se encuentran definidas en el protocolo de la red y pueden ejecutarse automáticamente mediante *smart contracts*. Este mecanismo permite automatizar determinadas transacciones o decisiones cuando se cumplen las condiciones previamente establecidas.

Desde un enfoque organizacional, este modelo puede mejorar la coordinación entre actores que participan en un mismo proceso económico o institucional. La existencia de un registro compartido y verificable reduce la necesidad de conciliaciones entre sistemas independientes y facilita la auditoría de operaciones. En sectores como las finanzas, la logística o la administración pública, estas propiedades pueden contribuir a mejorar la transparencia, reducir costos operativos y fortalecer la confianza entre las partes involucradas.

Figura 1. Comparación entre arquitectura centralizada y arquitectura distribuida



Fuente: elaboración propia.

En términos generales, blockchain se configura como una infraestructura de confianza distribuida porque combina registro compartido, validación colectiva y seguridad criptográfica para garantizar la integridad de la información. Estas características la diferencian de las bases de datos tradicionales al reemplazar el control centralizado por mecanismos de consenso entre participantes. Como resultado, la confianza deja de depender exclusivamente de una institución administradora y pasa a sustentarse en el diseño del protocolo tecnológico y en la verificación colectiva de los datos registrados en la red.

Descentralización y modelos de negocio en entornos digitales

La **descentralización** constituye uno de los rasgos estructurales de blockchain y se vincula con la posibilidad de gestionar información, transacciones y decisiones sin depender de una autoridad central. En los modelos de negocio tradicionales, las plataformas y organizaciones suelen concentrar el control de los datos, la validación de operaciones y la coordinación entre actores. La incorporación de infraestructuras basadas en blockchain introduce un esquema alternativo donde los registros se mantienen en redes distribuidas y las decisiones se validan mediante mecanismos de consenso entre participantes. Este cambio modifica la lógica de intermediación y abre nuevas posibilidades para el diseño de modelos organizacionales y económicos (Shin, 2025).

Desde la visión empresarial, la descentralización puede representar una **ventaja competitiva** cuando los modelos de negocio requieren coordinación entre múltiples actores que no comparten necesariamente una relación de confianza previa. En estos casos, el registro distribuido permite garantizar transparencia, trazabilidad y verificación colectiva de las

operaciones. Sectores como los servicios financieros, el comercio internacional o las cadenas de suministro globales se benefician especialmente de esta característica, ya que la infraestructura *blockchain* reduce la necesidad de intermediarios y facilita la automatización de transacciones mediante *smart contracts*.

Otro ámbito donde la descentralización aporta valor se encuentra en los modelos basados en plataformas digitales o economías colaborativas. En estos entornos, la posibilidad de compartir registros verificables entre diferentes organizaciones permite construir **ecosistemas de datos compartidos**, donde cada participante puede verificar las operaciones sin depender de una plataforma central. Esto favorece la transparencia de los procesos y puede fortalecer la confianza entre empresas, clientes y organismos reguladores.

Tabla 4. Impacto de la descentralización en los modelos de negocio

Dimensión	Modelo centralizado	Modelo descentralizado
Control de la información	Organización o plataforma central	Red distribuida de participantes

Validación de operaciones	Autoridad institucional	Consenso entre nodos
Intermediación	Presencia de intermediarios	Reducción de intermediarios
Transparencia	Limitada al administrador del sistema	Verificación compartida
Coordinación entre actores	Dependiente de la entidad central	Basada en protocolos compartidos

Fuente: elaboración propia con base en CaixaBank Research (2019).

Sin embargo, la descentralización no siempre constituye la solución más adecuada para todos los modelos de negocio. En organizaciones donde existe una autoridad claramente definida y los procesos requieren alta eficiencia operativa o control centralizado —por ejemplo, en sistemas internos de gestión empresarial—, las bases de datos tradicionales pueden resultar más simples y eficientes. A partir de este enfoque, la incorporación de *blockchain* podría introducir complejidad tecnológica sin generar beneficios significativos.

Asimismo, la adopción de modelos descentralizados implica desafíos vinculados con **gobernanza, regulación y coordinación institucional**. La ausencia de una autoridad central puede generar dificultades para definir responsabilidades, establecer mecanismos de supervisión o implementar cambios en el sistema. En entornos organizacionales donde las decisiones deben tomarse de manera rápida o donde existe una clara jerarquía institucional, los sistemas centralizados pueden continuar siendo más adecuados.

Tabla 5. Contextos de aplicación de la descentralización en modelos de negocio

Contexto organizacional	Valor estratégico de la descentralización
Ecosistemas con múltiples actores independientes	Alto: mejora la confianza y coordinación
Cadenas de suministro globales	Alto: permite trazabilidad compartida
Plataformas digitales colaborativas	Medio-alto: reduce dependencia de intermediarios

Sistemas internos de gestión empresarial	Bajo: el control centralizado resulta suficiente
Organizaciones con jerarquía institucional fuerte	Bajo: la descentralización puede generar complejidad

Fuente: elaboración propia con base en Shin (2025).

De este modo, la descentralización modifica los modelos de negocio al redistribuir el control de la información y los mecanismos de validación de transacciones. Su implementación puede generar ventajas competitivas en escenarios donde la coordinación entre actores independientes resulta crítica y donde la transparencia del registro aporta valor estratégico. No obstante, en entornos organizacionales con estructuras jerárquicas claras o con necesidades de control centralizado, la descentralización puede no ser necesaria e incluso introducir complejidad operativa.

Logística inteligente y trazabilidad en cadenas de valor

En entornos logísticos globalizados y altamente regulados, la capacidad de rastrear, registrar y visualizar el recorrido de productos a lo largo de toda la **cadena de suministro** dejó de constituir una ventaja competitiva para convertirse en una exigencia operativa. La evolución hacia una **trazabilidad inteligente** implica pasar de sistemas manuales o basados en códigos de barras a un sistema integral y automatizado que integra tecnologías como *IoT*, *blockchain* e inteligencia artificial, permitiendo registrar y analizar el flujo de bienes en tiempo real (Redacción TLW®, 2025).

La trazabilidad inteligente se define como la capacidad de registrar, seguir y analizar de manera continua el flujo de productos, materias primas e información a lo largo de toda la cadena. A diferencia de los sistemas tradicionales, que dependían de capturas puntuales de datos, los sistemas actuales operan de forma integrada y automatizada, generando alertas ante desvíos, integrándose con plataformas de gestión como *ERP*, *WMS* y *TMS*, y habilitando análisis predictivos (Redacción TLW®, 2025).

La integración tecnológica constituye el núcleo de este modelo. Los sensores *IoT* permiten capturar datos sobre ubicación, temperatura o impacto; las soluciones *RFID* reemplazan lecturas

manuales por registros automáticos simultáneos; *blockchain* garantiza la **inmutabilidad de los registros** y la transparencia documental; y la inteligencia artificial facilita la detección de patrones y riesgos en los flujos logísticos. Este entramado tecnológico convierte la trazabilidad en un sistema dinámico de gestión y no solo en un mecanismo de control (Redacción TLW®, 2025).

Tabla 6. Beneficios operativos de la trazabilidad inteligente

Beneficio	Impacto en la cadena de suministro
Visibilidad en tiempo real	Mejora la toma de decisiones ante eventos críticos
Trazabilidad de extremo a extremo	Asegura origen, recorrido y condición de cada unidad logística
Reducción de errores y fraudes	Minimiza pérdidas, robos o manipulaciones indebidas
Cumplimiento normativo	Facilita auditorías y estándares internacionales

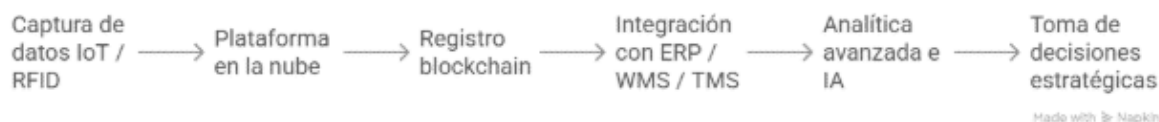
Optimización de inventarios	Mejora control de stock y tiempos de reposición
Mejora del servicio al cliente	Aumenta transparencia y capacidad de respuesta

Fuente: elaboración propia con base en Redacción TLW® (2025).

Los beneficios señalados se traducen en impactos económicos y estratégicos. La **reducción de fraudes**, la mejora en auditorías y la optimización de inventarios inciden directamente en costos operativos y en la confiabilidad frente a mercados internacionales. En sectores regulados como alimentos o *pharma*, la capacidad de demostrar origen y condiciones de transporte se vincula con la sostenibilidad y el acceso a mercados globales (Redacción TLW®, 2025).

No obstante, la adopción de estos sistemas enfrenta desafíos: costos iniciales de implementación, problemas de interoperabilidad entre sistemas heredados (*legacy*), resistencia organizacional al cambio, diversidad normativa entre países y exigencias de **ciberseguridad** al centralizar información crítica. La implementación requiere diagnóstico integral, definición de objetivos claros y selección de tecnologías escalables e interoperables (Redacción TLW®, 2025).

Figura 2. Arquitectura funcional de la trazabilidad inteligente en la cadena de suministro



Fuente: elaboración propia con base en Redacción TLW® (2025).

En términos profesionales, blockchain actúa como soporte de **confianza digital** dentro de un ecosistema más amplio de tecnologías. La trazabilidad inteligente habilita una cadena de suministro proactiva, con capacidad de anticipar interrupciones, responder a exigencias regulatorias y fortalecer la transparencia frente a clientes y organismos de control. Su implementación transforma la logística en un sistema integrado de datos, donde la información en tiempo real se convierte en insumo estratégico para la competitividad global (Redacción TLW®, 2025).

CONTINUAR

Blockchain en sectores institucionales y sociales

La digitalización de procesos institucionales ha transformado la forma en que los Estados, las organizaciones educativas y los sistemas de salud gestionan información crítica. En estos ámbitos, la confiabilidad de los registros, la protección de datos sensibles y la verificación de identidad constituyen condiciones estructurales para el funcionamiento institucional. En este escenario, *blockchain* se presenta como una infraestructura que redefine los mecanismos tradicionales de validación documental, almacenamiento de información y construcción de confianza pública.

En el sector salud, por ejemplo, la gestión de historiales clínicos requiere interoperabilidad entre instituciones, trazabilidad de modificaciones y resguardo de datos personales. En educación, la certificación académica demanda sistemas verificables que reduzcan el fraude documental y permitan validar credenciales en contextos laborales globalizados. En el sector público, la administración de registros de propiedad, contrataciones y

procesos electorales enfrenta desafíos vinculados con transparencia, eficiencia administrativa y confianza ciudadana.

La tecnología *blockchain* introduce un modelo distribuido donde los registros pueden validarse mediante consenso criptográfico, garantizando inmutabilidad, trazabilidad y control de accesos. Esta arquitectura impacta directamente en la **gobernanza de datos**, en la redefinición de la **identidad digital** y en la posibilidad de construir sistemas institucionales basados en verificación descentralizada. Su implementación no se limita a una mejora técnica, sino que implica revisar marcos normativos, responsabilidades institucionales y diseños de política pública.

En esta unidad abordaremos, en primer lugar, la aplicación de *blockchain* en salud y educación, analizando la gestión de datos clínicos interoperables, la certificación académica verificable, las credenciales digitales y los nuevos modelos de validación descentralizada. Luego, examinaremos su incorporación en el sector público, considerando registros de propiedad, sistemas electorales, contratación estatal e identidad digital soberana, junto con los desafíos regulatorios y políticos asociados a su implementación.

Innovación en salud y educación:

identidad, certificación y datos

La digitalización de los registros clínicos convirtió a los *Electronic Health Records (EHR)* en el núcleo de la estrategia tecnológica del sector sanitario. Sin embargo, su adopción enfrenta resistencias vinculadas con la **privacidad**, la **seguridad** y la **interoperabilidad** de los datos, especialmente ante el aumento de ciberataques y filtraciones masivas de información sensible (Pilares et al., 2022). La gestión de datos clínicos exige mecanismos robustos de autenticación, control de acceso y validación que permitan proteger información crítica sin obstaculizar la prestación de servicios de salud.

A partir de una revisión sistemática de 65 propuestas basadas en *blockchain*, los autores identifican catorce desafíos principales en la implementación de EHR: privacidad, seguridad, confidencialidad, interoperabilidad, control de acceso, escalabilidad, autenticación, accesibilidad, disponibilidad, almacenamiento, propiedad de los datos, validez, integridad y facilidad de uso (Pilares et al., 2022). Esta clasificación permite estructurar un análisis integral de los requisitos técnicos y organizacionales que deben contemplarse en el diseño de infraestructuras digitales sanitarias.

Blockchain aporta propiedades como descentralización, inmutabilidad y registro distribuido, que fortalecen la **integridad**

de los datos y reducen el riesgo de manipulación indebida. No obstante, el almacenamiento directo de historiales clínicos en la cadena resulta inviable por limitaciones de capacidad y escalabilidad. Por ello, el modelo propuesto —denominado *EHRChain*— integra una arquitectura de doble *blockchain* con almacenamiento distribuido en *IPFS*, separando la información del paciente de la actividad médica y alojando los archivos clínicos fuera de la cadena (Pilares et al., 2022).

Tabla 7. Principales desafíos en sistemas EHR y tecnologías asociadas

Desafío	Enfoque tecnológico identificado
Privacidad	Encriptación y separación de datos en múltiples cadenas
Seguridad	Consenso PBFT y criptografía de clave pública
Control de acceso	Permisos granulares y contratos inteligentes
Integridad de datos	Registro inmutable en <i>blockchain</i>

Almacenamiento	Integración con <i>IPFS</i> y soluciones <i>off-chain</i>
Propiedad de datos	Aprobación y autorización del paciente
Interoperabilidad	Estandarización de formatos y compatibilidad entre sistemas

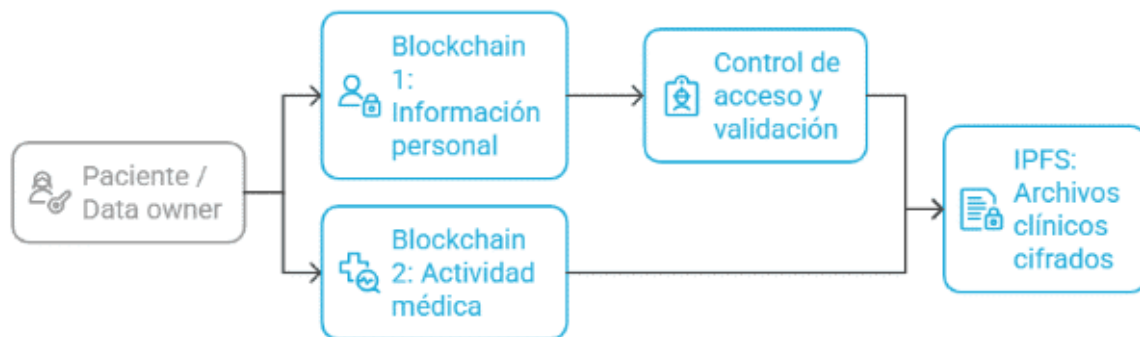
Fuente: elaboración propia con base en Pilares et al. (2022).

La tabla anterior evidencia que la innovación no depende exclusivamente de la adopción de blockchain, sino de su articulación con mecanismos criptográficos, arquitecturas híbridas y esquemas de gobernanza claros. En particular, la separación entre datos personales y actividad médica permite aplicar modelos diferenciados de seguridad, fortaleciendo la **confidencialidad** sin limitar el intercambio de información para fines clínicos o de investigación.

En términos de identidad digital, el sistema propuesto establece roles diferenciados —propietarios de datos, proveedores y solicitantes— que interactúan mediante claves públicas y privadas. Este esquema otorga al paciente

control efectivo sobre el acceso a su información, consolidando un modelo de propiedad y consentimiento digital sustentado en validación criptográfica y trazabilidad de transacciones (Pilares et al., 2022).

Figura 3. Arquitectura simplificada de EHRChain con doble blockchain e IPFS



Made with Napkin

Fuente: elaboración propia con base en Pilares et al. (2022).

En el panorama institucional, este modelo resulta extrapolable al ámbito educativo, donde la certificación académica verificable y las credenciales digitales pueden estructurarse bajo principios similares: registro distribuido, firma criptográfica y control

descentralizado del titular. La aplicación de estas arquitecturas habilita sistemas de validación confiables, auditables y resistentes a la manipulación, contribuyendo a la reducción del fraude documental y al fortalecimiento de la **gobernanza de datos personales** en entornos digitales.

Blockchain en el sector público: transparencia, gobernanza y confianza

La incorporación de *blockchain* en el sector público se vincula con la necesidad de fortalecer la **confianza institucional**, optimizar procesos administrativos y mejorar la transparencia en la gestión de recursos. Desde su consolidación como tecnología de registro distribuido, se han identificado más de doscientos casos de uso en ámbitos como registro de tierras, identidad digital, votación electrónica, gestión tributaria y trazabilidad del gasto público (Tan et al., 2022). Sin embargo, la implementación efectiva permanece limitada debido a desafíos regulatorios, técnicos y, especialmente, de **gobernanza**.

El aporte central del marco conceptual propuesto por los autores consiste en analizar la gobernanza *blockchain* en tres niveles interrelacionados: **micro**, **meso** y **macro**. El nivel micro se vincula con decisiones de diseño de infraestructura; el meso, con mecanismos organizacionales y comunitarios; y el macro, con

reglas institucionales, distribución de roles y control normativo. Esta perspectiva permite comprender que la adopción de *blockchain* en el sector público no constituye únicamente una decisión tecnológica, sino una redefinición del modelo de administración pública (Tan et al., 2022).

En el nivel micro, las decisiones se centran en la arquitectura de la infraestructura, la elección entre sistemas *permissioned* o *permissionless*, el diseño de *smart contracts* y la interoperabilidad con sistemas existentes. Estas elecciones implican compensaciones entre transparencia, privacidad, escalabilidad y control estatal. En el nivel meso, la atención se orienta a los mecanismos de decisión —*on-chain* y *off-chain*—, incentivos y modelos de consenso. Finalmente, en el nivel macro, se analizan la organización de la gobernanza, los mecanismos de *accountability* y las formas de control institucional (Tan et al., 2022).

Tabla 8. Niveles de gobernanza *blockchain* en el sector público

Nivel	Unidad de análisis	Decisiones principales
Micro	Diseñador del sistema	Arquitectura, tipo de <i>blockchain</i> , interoperabilidad

Meso	Comunidad organizacional	Mecanismos de decisión, incentivos, consenso
Macro	Marco institucional	Organización, <i>accountability</i> , control

Fuente: elaboración propia.

El enfoque multinivel permite evaluar cómo una decisión técnica en la infraestructura puede alterar dinámicas de poder institucional. Por ejemplo, optar por un modelo *proof-of-authority* (PoA) puede favorecer mayor control estatal y eficiencia transaccional, mientras que un modelo *proof-of-work* (PoW) o *proof-of-stake* (PoS) distribuye el poder de validación entre actores múltiples, redefiniendo la relación entre Estado y ciudadanía.

Asimismo, la gobernanza *blockchain* introduce el denominado «**paradigma del código como ley**» (*code is law*), donde reglas previamente definidas en contratos inteligentes se ejecutan automáticamente. Este mecanismo fortalece la previsibilidad normativa, pero plantea interrogantes sobre flexibilidad regulatoria, resolución de disputas y adaptación a contextos cambiantes. La automatización de procesos puede adoptar modalidades de gobernanza limitada (*fettered governance*), semiautónoma o plenamente automatizada, con implicancias diferenciadas para la responsabilidad pública (Tan et al., 2022).

Tabla 9. Dimensiones institucionales de la gobernanza blockchain

Dimensión	Descripción	Implicancia en políticas públicas
Organización de gobernanza	Centralizada, híbrida, policéntrica o descentralizada	Distribución de roles entre Estado y actores privados
<i>Accountability</i>	Coerción, voluntarismo, <i>hard fork</i> , <i>soft fork</i>	Mecanismos de adaptación y resolución de conflictos
Control de gobernanza	Humano, semiautónomo o automatizado	Nivel de intervención administrativa directa

Fuente: elaboración propia.

En el plano profesional, la implementación de blockchain en el sector público exige evaluar las interdependencias entre

diseño tecnológico y marco institucional. La tecnología no opera de manera neutra: las decisiones de arquitectura condicionan la distribución de poder, los mecanismos de supervisión y la forma en que se materializa la transparencia gubernamental. En consecuencia, el diseño de soluciones basadas en blockchain requiere un análisis integral que articule infraestructura técnica, normas jurídicas y valores públicos, asegurando coherencia entre innovación digital y principios democráticos.

Convergencia tecnológica y gobernanza algorítmica en la toma de decisiones organizacionales

La convergencia entre *blockchain*, *inteligencia artificial* y procesos de *automatización* introduce nuevas formas de estructurar la toma de decisiones en organizaciones públicas y privadas. En el ámbito institucional, la incorporación de sistemas de registro distribuido permite registrar transacciones, reglas y decisiones de manera verificable y transparente, mientras que los sistemas automatizados facilitan la ejecución programada de determinadas acciones. Esta combinación modifica la arquitectura tradicional de gestión al trasladar parte de las

decisiones desde estructuras jerárquicas hacia **infraestructuras tecnológicas programables** (Tan et al., 2022).

Uno de los principales cambios se vincula con el principio conocido como **«code is law»**, donde determinadas reglas institucionales se implementan mediante *smart contracts* que ejecutan automáticamente condiciones previamente definidas. En este modelo, decisiones administrativas o transacciones organizacionales pueden activarse sin intervención humana directa una vez que se cumplen los criterios establecidos. Esta automatización fortalece la previsibilidad de los procesos, pero también plantea interrogantes sobre flexibilidad normativa, supervisión y capacidad de adaptación ante situaciones imprevistas (Tan et al., 2022).

Desde una perspectiva estratégica, la convergencia tecnológica abre oportunidades vinculadas con la **transparencia institucional**, la trazabilidad de decisiones y la reducción de intermediaciones administrativas. Los sistemas basados en *blockchain* permiten registrar procesos de manera inmutable, mientras que los algoritmos de análisis de datos pueden identificar patrones relevantes para la planificación organizacional. En el sector público, estas capacidades pueden fortalecer mecanismos de **accountability**, mejorar la gestión del gasto y facilitar auditorías. En el ámbito privado, contribuyen a

optimizar operaciones, automatizar contratos y mejorar la eficiencia operativa.

Tabla 10. Oportunidades y riesgos estratégicos en la convergencia tecnológica

Dimensión	Oportunidades estratégicas	Riesgos organizacionales
Transparencia	Registro inmutable de decisiones y transacciones	Exposición excesiva de información sensible
Automatización	Ejecución automática de procesos mediante <i>smart contracts</i>	Rigidez normativa ante escenarios no previstos
Gobernanza	Nuevos modelos de coordinación entre actores	Ambigüedad en responsabilidades institucionales

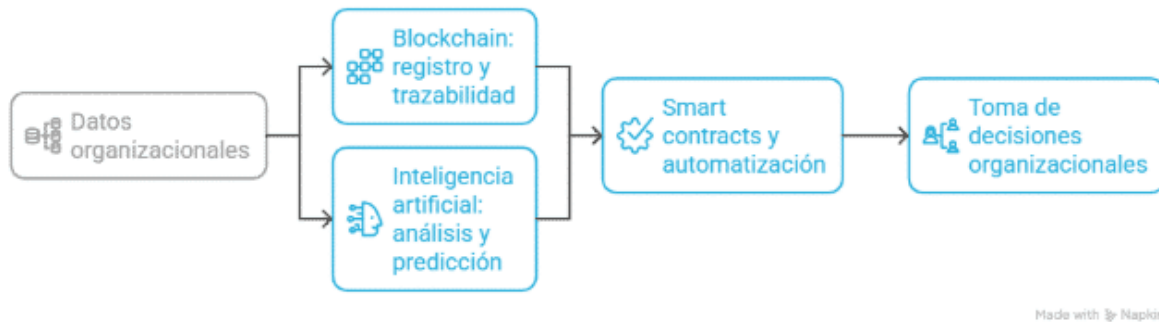
Control	Mayor trazabilidad y auditoría digital	Dependencia tecnológica y vulnerabilidades de seguridad
---------	--	---

Fuente: elaboración propia con base en Tan et al. (2022).

Sin embargo, esta convergencia tecnológica también introduce riesgos vinculados con la gobernanza institucional. La automatización de decisiones puede reducir espacios de deliberación humana y trasladar poder regulatorio hacia infraestructuras tecnológicas diseñadas previamente. En contextos organizacionales complejos, la ejecución automática de reglas puede generar dificultades para adaptar políticas públicas o estrategias empresariales a circunstancias cambiantes.

Otro desafío se relaciona con la distribución del poder en los sistemas de gobernanza digital. La adopción de distintos mecanismos de consenso —como *proof-of-authority* o *proof-of-stake*— modifica quién participa en la validación de decisiones y cómo se distribuyen las responsabilidades dentro de una red organizacional. En consecuencia, la implementación de estas tecnologías requiere analizar no solo la eficiencia técnica, sino también sus efectos sobre la **estructura institucional** y la legitimidad de los procesos de decisión (Tan et al., 2022).

Figura 4. Convergencia tecnológica en la toma de decisiones organizacionales



Fuente: elaboración propia con base en Tan et al. (2022).

En síntesis, la convergencia entre *blockchain*, *inteligencia artificial* y automatización redefine la forma en que las organizaciones diseñan, ejecutan y supervisan decisiones. Las oportunidades se concentran en la mejora de la transparencia, la eficiencia operativa y la trazabilidad institucional. Al mismo tiempo, emergen desafíos relacionados con la gobernanza tecnológica, la responsabilidad institucional y la necesidad de mantener espacios de supervisión humana en sistemas cada vez más automatizados. Estas tensiones configuran un escenario donde la innovación tecnológica y el diseño institucional deben desarrollarse de manera articulada para sostener **confianza, legitimidad y control organizacional**.

CONTINUAR

Referencias

CaixaBank Research. (2019, 27 de septiembre). *Blockchain y criptomonedas: bienvenidos al nuevo paradigma digital*.

<https://www.caixabankresearch.com/es/economia-y-mercados/politica-monetaria/blockchain-y-criptomonedas-bienvenidos-al-nuevo-paradigma>

Shin, H. S. (2025). *The next-generation monetary and financial system*.

Bank for International Settlements.
<https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2025e3.htm>

Pilares, I. C. A. P., Azam, S., & Akbulut, S. (2022). *Addressing the Challenges of Electronic Health Records Using Blockchain and IPFS*. *Healthcare* (MDPI). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9183171/>

Tan, E., Mahula, C., & Cromptvoets, J. (2022). *Blockchain governance in the public sector: A conceptual framework for public management*.

Government Information Quarterly.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X21000617>

Redacción TLW®. (2025). *Trazabilidad inteligente: innovación tecnológica para cadenas de suministro*. **The Logistics World**.

<https://thelogisticsworld.com/tecnologia/trazabilidad-inteligente-tecnologias-clave-para-una-visibilidad-total-en-la-cadena-de-suministro/>

CONTINUAR