



Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

Distr. general
19 de febrero de 2024
Español
Original: inglés

Junta de Comercio y Desarrollo
Comisión de la Inversión, la Empresa y el Desarrollo
14º período de sesiones
Ginebra, 29 de abril a 3 de mayo de 2024
Tema 6 del programa provisional

Aprovechamiento de la tecnología de cadenas de bloques para el desarrollo sostenible

Nota de la secretaría de la UNCTAD

Resumen

En esta nota se analiza el aprovechamiento de la tecnología de cadenas de bloques para contribuir a las prioridades de desarrollo de los países y a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se pone de manifiesto el potencial de esta tecnología para el desarrollo sostenible, demostrando que su uso podría revolucionar los procesos en diversos ámbitos, desde las finanzas hasta el comercio y desde los servicios públicos hasta la labor humanitaria y la ayuda para el desarrollo. Además, se analizan algunos posibles escenarios para explorar cómo podría evolucionar la tecnología de cadenas de bloques y sus repercusiones en el desarrollo sostenible. La combinación de las tecnologías de las cadenas de bloques y de la industria 4.0 puede brindar oportunidades para que algunos países se pongan al día y otros se adelanten. Los países en desarrollo necesitan reforzar los sistemas de innovación para orientar la innovación en la tecnología de cadenas de bloques hacia aplicaciones inclusivas y sostenibles y ocupar un lugar estratégico para beneficiarse de esta nueva ola de cambio tecnológico. La comunidad internacional puede contribuir activamente a las iniciativas nacionales para aprovechar las oportunidades mediante el intercambio de conocimientos y experiencias, la formulación de normas y reglamentos comunes y la creación de capacidad para participar en la innovación en las cadenas de bloques.



Introducción

1. Desde su introducción, la sofisticación técnica de la tecnología de cadenas de bloques ha aumentado, se ha registrado un incremento tanto del número de casos de uso como de la conciencia de los usuarios. Algunos Gobiernos han estado explorando el uso de la tecnología de cadenas de bloques en proyectos experimentales, mientras que muchos aún no han tenido en cuenta las características y ventajas únicas de las cadenas de bloques frente a los sistemas de bases de datos tradicionales. Las cadenas de bloques se asocian habitualmente a las criptomonedas, pero su uso podría revolucionar los procesos en diversos ámbitos, desde las finanzas hasta el comercio y desde los servicios públicos hasta la labor humanitaria y la ayuda para el desarrollo, además de acelerar el progreso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, existen varios retos que afectan al aprovechamiento de todo su potencial, como los problemas asociados a la escalabilidad, la privacidad, la dudosa reglamentación y las dificultades que plantea la integración de la tecnología de cadenas de bloques en las aplicaciones existentes.
2. En esta nota se explican la tecnología de cadenas de bloques y sus principales características, poniendo de relieve su posible contribución a la consecución de los Objetivos. Se destacan los retos que afrontan los países en desarrollo a la hora de utilizar esta tecnología, así como soluciones para desarrollar la correspondiente capacidad de innovación según el nivel de desarrollo de un país. Por último, se abordan las posibles esferas de colaboración internacional para aprovechar la tecnología de cadenas de bloques en aras de un desarrollo inclusivo y sostenible.

I. Tecnología de cadenas de bloques

3. La primera cadena de bloques descentralizada se inventó como tecnología de base para la criptomoneda bitc on y permite realizar transacciones seguras entre pares que se recogen en un registro distribuido, es decir, en registros de transacciones distribuidos electrónicamente, en los que cada bloque contiene un conjunto de datos y los bloques están vinculados entre sí mediante criptografía y un algoritmo de consenso¹. Cada bloque contiene referencias a la información del bloque anterior, formando una cadena continua y secuencial de bloques, por lo que resulta difícil romper la cadena o interferir en ella. La red bitc on se centr  en registrar transacciones, y las cadenas de bloques de segunda generación, como Ethereum, se ampliaron para que los programas informáticos autónomos y la lógica empresarial, a menudo denominados contratos inteligentes, se ejecuten automáticamente cuando se cumplen las condiciones del contrato. Las cadenas de bloques de tercera generación, como Tendermint Cosmos, avanzaron todavía más para mejorar las capacidades computacionales y de la cadena, así como para permitir la interoperabilidad entre cadenas. Una de esas innovaciones es el protocolo de prueba de participación (*proof-of-stake*), es decir, un algoritmo de distribución por consenso en el que la idoneidad para crear un nuevo bloque viene determinada por la cantidad que un nodo ha invertido en la red, lo que reduce el tiempo necesario para crear un nuevo bloque y aumenta el rendimiento de las aplicaciones².
4. Las cadenas de bloques poseen múltiples características que las convierten en herramientas de uso general para permitir la transparencia, la coordinación y el intercambio de información, entre las que se incluyen las siguientes: el uso de criptografía de clave pública ayuda a mejorar la cooperación de las partes en los intercambios de datos protegiendo los datos de intrusiones y violaciones, y se podría utilizar para establecer una firma digital no repudiable para las partes, así como una identificación digital para la verificación y la prevención del fraude; la marca de tiempo y las funciones *hash* (es decir, un código único generado a partir de la información que puede utilizarse para comprobar si se han modificado

¹ Akbar N. A., Muneer A., Elhakim N. y Fati S. M., 2021, Distributed hybrid double-spending attack prevention mechanism for proof-of-work and proof-of-stake blockchain consensuses, *Future Internet*, 13(11); Nakamoto S., 2008, Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3440802.

² UNCTAD, 2023, *Global Report on Blockchain and its Implications on Trade Facilitation Performance* (Ginebra).

los datos) son útiles para la identificación, verificación y aceptación de documentos electrónicos, facilitan la detección de falsificaciones, contribuyen a aumentar la transparencia de las cadenas de suministro y demuestran la procedencia en las cadenas de valor; y, a diferencia de las bases de datos centralizadas que suelen ser objetivo de los ciberintrusos, el uso de almacenamiento de datos distribuido y múltiples copias de seguridad en las cadenas de bloques ayuda a mejorar la resiliencia en caso de ciberataques, interrupciones en el sistema y desastres naturales³.

II. Impacto potencial de la tecnología de cadenas de bloques en el desarrollo sostenible

5. La aplicación de la tecnología de cadenas de bloques se ha extendido rápidamente. El primer uso de la tecnología de cadenas de bloques descentralizada, y su aplicación más conocida, correspondió a la creación de criptomonedas y sistemas de pago en línea con transacciones seguras y sin intermediarios. Desde la introducción del concepto de contratos inteligentes en las cadenas de bloques de segunda generación, se ha estudiado el potencial de la tecnología de cadenas de bloques para su uso en otras transacciones financieras y entre organizaciones, impulsando el crecimiento de las finanzas descentralizadas (es decir, instrumentos financieros basados en cadenas de bloques en los que se utilizan contratos inteligentes que amplían el uso de las cadenas de bloques de simples transferencias de valor a casos de uso financieros más complejos sin intermediarios), junto con diversas aplicaciones en el comercio internacional y la gestión de la cadena de suministro. Por ejemplo, el Sistema Aduanero Automatizado ha explorado posibles casos de uso de la tecnología de cadenas de bloques en aplicaciones, pagos electrónicos y el tránsito regional. En particular, la pandemia sirvió para poner de relieve el potencial de las cadenas de bloques en ámbitos como la resiliencia de las cadenas de suministro, el rastreo de contactos y el intercambio seguro de datos.

6. El importante crecimiento del mercado de tokens no fungibles desde 2021 y, en términos más generales, el auge de la tokenización (el proceso de emitir una representación digital de un activo en una cadena de bloques), muestran el potencial de la tecnología de cadenas de bloques para cambiar la titularidad, la procedencia y la verificación de la autenticidad de los activos digitales. Al mejorar las capacidades de la cadena y permitir las comunicaciones entre cadenas, las cadenas de bloques de tercera generación aumentan el rendimiento y la escala de las aplicaciones de cadenas de bloques, y los bancos centrales de todo el mundo han empezado a explorar y poner a prueba las monedas digitales⁴. Como herramienta de uso general, la tecnología de cadenas de bloques se puede aplicar a diferentes ámbitos. Las soluciones basadas en cadenas de bloques pueden contribuir a la consecución de cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (véase el cuadro).

Aplicaciones de la tecnología de cadenas de bloques que contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

<i>Meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible</i>	<i>Ejemplo</i>
1.4 De aquí a 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos y acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de la tierra y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la microfinanciación.	En Tailandia, la Agencia de Desarrollo de las Transacciones Electrónicas del Ministerio de Economía Digital y Sociedad creó una plataforma de identificación digital que utiliza marcas de tiempo basadas en cadenas de bloques para autenticar y verificar las identidades digitales de los ciudadanos.

³ *Ibid.*

⁴ Véase <https://www.bis.org/publ/othp73.htm>.

<i>Meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible</i>	<i>Ejemplo</i>
2.1 De aquí a 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad, incluidos los niños menores de 1 año, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año.	La plataforma de entrega de vales Building Blocks, del Programa Mundial de Alimentos, pretende simplificar las transacciones eliminando la necesidad de crear cuentas de custodia virtuales con proveedores de servicios financieros.
3.8 Lograr la cobertura sanitaria universal, incluida la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas inocuos, eficaces, asequibles y de calidad para todos.	En Cuba, el sistema de salud colaboró con una empresa productora de <i>software</i> para la tecnología electrónica con el objetivo de mejorar la gestión y el intercambio de información médica entre diferentes instituciones del país utilizando la tecnología de cadenas de bloques.
4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.	Blockcerts, un estándar abierto para crear, emitir, ver y verificar registros basados en cadenas de bloques para credenciales académicas, certificaciones profesionales, desarrollo de la fuerza de trabajo y registros cívicos, permite a las personas poseer y compartir registros oficiales.
5.1 Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo.	La Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres (ONU-Mujeres) y el Programa Mundial de Alimentos pusieron a prueba el uso de la tecnología de cadenas de bloques para transferir salarios a mujeres inscritas en programas de efectivo por trabajo en campamentos de refugiados.
6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.	En Australia, el Gobierno de Nueva Gales del Sur trabajó con Arup con el fin de construir una prueba de concepto que utiliza la tecnología de cadenas de bloques para mejorar el sistema de comercio de agua y que su gestión fuera más justa, fiable, transparente y eficiente.
7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.	En Chile, la plataforma del Registro Nacional de Energías Renovables recopila todas las energías renovables generadas y consumidas para que los generadores y usuarios puedan verificar el origen y el suministro.
8.10 Fortalecer la capacidad de las instituciones financieras nacionales para fomentar y ampliar el acceso a los servicios bancarios, financieros y de seguros para todos.	En la Federación de Rusia, el Servicio Fiscal Federal puso en marcha la plataforma de cadenas de bloques Master Chain para tramitar rápidamente las solicitudes de préstamos sin intereses de los empresarios para el pago de salarios.
9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.	En Letonia, se llevó a cabo un proyecto piloto de reforma de las cajas registradoras para reforzar la capacidad de supervisión del Servicio Estatal de Recaudación reduciendo los flujos de efectivo no registrados y garantizando unas obligaciones financieras y administrativas proporcionadas para las empresas con el fin de velar por el cumplimiento de los requisitos y reducir la actividad informal.

<i>Meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible</i>	<i>Ejemplo</i>
10.3 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto.	El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, a través de la plataforma basada en cadenas de bloques Project Connect, desea elaborar un mapa con todas las escuelas del mundo y su conectividad a fin de conocer qué regiones carecen de conectividad básica y acabar con la brecha digital para así aumentar las oportunidades de todas las comunidades.
11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.	En Tailandia, los Ferrocarriles Estatales utilizaron la tecnología de cadenas de bloques en el desarrollo de un sistema de comunicaciones específico, que aumenta la precisión de los itinerarios y mejora la seguridad de los paquetes de gran valor enviados a través de la red logística.
12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.	En Portugal, Bitcliq desarrolló un mercado electrónico basado en cadenas de bloques, Lota Digital, para el comercio de productos del mar, proporcionando un servicio de control de calidad en el proceso de subasta y utilizando las cadenas de bloques para controlar los acuerdos comerciales entre compradores y vendedores.
13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.	En Kenya, se utilizó la cadena de bloques en un proyecto de té con bajas emisiones de carbono para favorecer la trazabilidad y la transparencia de la producción y las emisiones en la cadena de valor del té.
14.2 De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos.	En Australia, el Commonwealth Bank, en colaboración con Biodiversity Solutions, desarrolló un prototipo de plataforma para facilitar la protección de los ecosistemas ambientales, creando al mismo tiempo una fuente alternativa de ingresos para los propietarios de tierras y ofreciendo recompensas por preservar la biodiversidad.
15.7 Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar tanto la demanda como la oferta de productos ilegales de flora y fauna silvestres.	En Namibia, Wildlife Credits, un plan de incentivos para la conservación de la fauna silvestre desarrollado y puesto a prueba por organizaciones de gestión comunitaria de los recursos naturales, ofrece a las comunidades en las zonas de conservación pagos directos por avistamientos de fauna silvestre en su territorio y por el mantenimiento de hábitats.
16.9 De aquí a 2030, proporcionar acceso a una identidad jurídica para todos, en particular mediante el registro de nacimientos.	En Estonia, se implantó la tecnología de cadenas de bloques para verificar la integridad de los registros y datos gubernamentales. Estonia fue el primer país en utilizar la tecnología de cadenas de bloques de esta manera.

<i>Meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible</i>	<i>Ejemplo</i>
17.3 Movilizar recursos financieros adicionales de múltiples fuentes para los países en desarrollo.	En el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, United Kingdom Aid, en colaboración con la empresa emergente de tecnología financiera Disberse, puso en marcha un proyecto piloto para probar si una plataforma basada en cadenas de bloques podría ayudar a coordinar y rastrear las transacciones correspondientes a ayuda internacional utilizando contratos inteligentes.

Fuente: UNCTAD, con contribuciones de los Gobiernos de Cuba, la Federación de Rusia, Letonia, Portugal, el Reino Unido y Tailandia, así como de ONU-Mujeres, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Programa Mundial de Alimentos. Véanse <https://unctad.org/meeting/commission-science-and-technology-development-twenty-fourth-session>, <https://www.commbank.com.au/guidance/newsroom/blockchain-biotokens-biodiversity-marketplace-201908.html>, <https://e-estonia.com/wp-content/uploads/2023-nov-nochanges-faq-a4-v03-blockchain-1-1.pdf> y <https://jordan.unwomen.org/en/digital-library/publications/2021/un-women-wfp-blockchain-pilot-project-for-cash-transfers-in-refugee-camps-jordan-case-study>.

7. Muchos de los ejemplos, aunque muestran el amplio potencial que ofrece la aplicación de la tecnología de cadenas de bloques, están aún en fase piloto o se han implantado pero no se dispone aún de evaluaciones de impacto detalladas, lo que dificulta el examen del impacto total de la tecnología de cadenas de bloques en la consecución de los Objetivos. En el siguiente análisis de las oportunidades y los retos potenciales de la tecnología de cadenas de bloques se utiliza un enfoque orientado al futuro en el contexto de los cuatro escenarios siguientes: en primer lugar, la sustitución de aplicaciones centralizadas por aplicaciones descentralizadas, que ofrecen innovaciones más eficientes para alcanzar los Objetivos; en segundo lugar, la promoción de la inclusión financiera; en tercer lugar, el aumento de la eficiencia en las transacciones digitales internacionales, que podría reducir el costo de las transacciones y fomentar el comercio; y, en cuarto lugar, las cadenas de bloques como tecnología de uso general a una escala y un alcance comparables a Internet, impulsando una nueva revolución tecnológica y económica.

A. Aplicaciones descentralizadas en lugar de centralizadas

8. En este escenario, la tecnología de cadenas de bloques se considera una herramienta con la que crear aplicaciones descentralizadas que podrían sustituir de manera eficiente a las aplicaciones existentes que se sustentan en bases de datos centralizadas o permitir la creación de nuevas aplicaciones que requieran una descentralización. Este desarrollo podría facilitar la innovación para la consecución de los Objetivos si se puede utilizar la tecnología de cadenas de bloques para crear soluciones que de otro modo no existirían, al no ser técnica, económica o socialmente viables como aplicaciones centralizadas. Sin embargo, los retos que plantea la implementación de soluciones tecnológicas para la consecución de los Objetivos no suelen estar relacionados con las tecnologías en sí, sino con el acceso necesario, en particular con la disponibilidad, la asequibilidad, la concienciación, la accesibilidad y la capacidad de utilizarlas. Para que la tecnología de cadenas de bloques sustituya a una tecnología centralizada, su aplicación requiere el acceso universal a Internet, competencias digitales y leyes y normativas sobre la privacidad y la seguridad de los datos, así como electricidad fiable y asequible procedente de fuentes que no contribuyan al cambio climático. Es importante garantizar el acceso universal a Internet y a dispositivos móviles para utilizar las aplicaciones, aumentar las competencias digitales de la población y desarrollar marcos jurídicos y normativos para preservar la privacidad y la seguridad de los datos.

9. La desigualdad en lo que respecta a los beneficios de la tecnología refleja las desigualdades existentes en la sociedad y puede agravarlas todavía más. La tecnología de cadenas de bloques se puede utilizar en aplicaciones relacionadas con la consecución de los Objetivos para las que las soluciones centralizadas alternativas no son viables debido a la falta de confianza de los usuarios potenciales en los motivos, la eficacia y la fiabilidad de los operadores centrales. Sin embargo, la desigualdad en cuanto a las prestaciones puede reflejar

desigualdades más amplias en las relaciones de poder, que podrían ser difíciles de resolver únicamente con soluciones tecnológicas.

B. Fomento de la inclusión financiera mundial

10. En este escenario, la tecnología de cadenas de bloques se considera una herramienta que puede permitir el acceso a servicios financieros de bajo costo, bancarizando a quienes están conectados pero no bancarizados, por ejemplo creando versiones basadas en cadenas de bloques de servicios móviles de transferencia digital y microcrédito que cobren comisiones más bajas. El dinero digital ha llevado los servicios financieros a millones de personas que no tenían acceso a la banca tradicional. La tecnología aprovecha la ubicuidad de los teléfonos móviles para permitir transacciones de dinero digital fáciles y rápidas a los nuevos usuarios. La banca tradicional presenta grandes barreras de entrada y servicios limitados fuera de las zonas urbanas, mientras que los servicios de dinero digital solo requieren una tarjeta del módulo de identificación de abonado y una identificación básica para dar de alta a nuevos usuarios. La tecnología de cadenas de bloques también se ha adoptado rápidamente en lugares donde la banca tradicional no puede satisfacer las necesidades de los usuarios, y podría complementar y ampliar las aplicaciones de dinero digital para avanzar en la inclusión financiera. Por ejemplo, las monedas digitales de los bancos centrales que se basan en cadenas de bloques pueden servir como punto de entrada al sistema financiero formal más amplio⁵. Para que la tecnología de cadenas de bloques se utilice como herramienta de inclusión financiera, es necesario el impulso de los Gobiernos a fin de que dirijan los incentivos a la innovación hacia las finanzas inclusivas y los alejen de la especulación en criptoactivos.

C. Mayor eficiencia en las transacciones digitales internacionales

11. En este escenario, el papel principal de la tecnología de cadenas de bloques es aumentar la eficiencia en las transacciones digitales internacionales y así reducir los costos de las remesas y las transacciones de pago en las cadenas de suministro y aumentar el comercio electrónico. En el segundo trimestre de 2023, el costo medio mundial del envío de 200 dólares era del 6,2 %⁶. Si aumenta la confianza en las criptomonedas, en particular en las criptomonedas estables (aquellas vinculadas a un activo de reserva estable como el dólar estadounidense o el oro para reducir la volatilidad de los precios), gracias a su regulación y normalización, su uso puede contribuir a que se reduzcan tanto los tiempos de transacción como los costos de las remesas y a que los canales tradicionales ofrezcan precios competitivos.

12. Además, una mayor eficiencia en el comercio y el transporte puede impulsar el comercio. Los beneficios que se pueden obtener dependen de la estructura productiva de un país y de las políticas aplicadas con el fin de aprovechar el comercio para el desarrollo. El aumento del comercio no modifica automática ni necesariamente la estructura de una economía. La falta de políticas que fomenten la transformación estructural puede significar que la mayoría de la población de los países de ingreso bajo siga dependiendo de la agricultura de subsistencia y de unos servicios con salarios bajos, por lo que es probable que los beneficios del aumento del comercio solo se perciban en forma de precios más bajos para los bienes y servicios. Los retos a los que se enfrentan los países en desarrollo para integrarse equitativamente en la globalización y beneficiarse de ella persisten incluso en un futuro en el que las cadenas de bloques puedan ser la principal tecnología utilizada para las transacciones digitales internacionales.

⁵ Véase <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2023/09/22/Central-Bank-Digital-Currency-s-Role-in-Promoting-Financial-Inclusion-538728>.

⁶ Véase <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/12/18/remittance-flows-grow-2023-slower-pace-migration-development-brief>.

D. Las cadenas de bloques como la nueva Internet

13. En este escenario, la tecnología de cadenas de bloques se considera una tecnología de uso general a la escala de Internet y con un alcance comparable, que complementa a otras tecnologías de la industria 4.0, como la inteligencia artificial, los robots y la Internet de los objetos, que impulsan una nueva revolución tecnológica y económica y afectan a las opciones de que disponen los países para lograr un desarrollo sostenible. La tecnología de cadenas de bloques se encuentra actualmente en fase de instalación, dominada por innovaciones radicales impulsadas por los proveedores, la experimentación y las soluciones y los estándares tecnológicos nuevos y las especificaciones técnicas contrapuestas. La siguiente fase es el despliegue, en el que se hace hincapié en la explotación de las soluciones técnicas y los cambios en la demanda y los estilos de vida. Los Gobiernos suelen situarse a la zaga de las últimas innovaciones, pero es importante mantenerse informado acerca de los avances en la tecnología de cadenas de bloques y el ecosistema de innovación para desarrollar las capacidades nacionales. Muchas innovaciones son de ámbito mundial, por lo que es fundamental reforzar la cooperación internacional para abordar los asuntos emergentes en un entorno globalizado. Una nueva revolución tecnológica y económica impulsada por las cadenas de bloques y otras tecnologías de la Industria 4.0 brinda la oportunidad de que algunos países se pongan al día y otros se adelanten si pueden diversificar estratégicamente sus economías en sectores asociados al nuevo paradigma.

14. En cada uno de estos escenarios, hay tres posibles inconvenientes que se deben analizar. En primer lugar, uno de los principales problemas de la tecnología de cadenas de bloques es su elevado consumo de energía. Por ejemplo, las estimaciones sugieren que, en 2022, el nivel de consumo eléctrico de bitcoin era superior al de Chile, y ha ido en aumento⁷. Esos altos niveles de consumo generan unas emisiones de dióxido de carbono que suponen una amenaza para el medio ambiente. En segundo lugar, la tecnología de cadenas de bloques puede fomentar la inclusión financiera, aunque las criptomonedas pueden resultar atractivas para los delincuentes debido a su naturaleza semianónima y descentralizada. Las criptomonedas se han explotado para el blanqueo de dinero y la recaudación ilegal de fondos; en 2022, las actividades ilícitas ascendieron a 20.000 millones de dólares⁸. En tercer lugar, los beneficios de las oportunidades que brindan las criptomonedas solo están al alcance de unos pocos, debido al costo del acceso, la complejidad y otros factores. La desigualdad entre los poseedores de criptomonedas es elevada, ya que el 82 % de los bitcoins están en manos de solo el 0,3 % de todas las direcciones⁹.

III. El papel de las políticas nacionales y de la colaboración internacional

15. En este capítulo, se proponen medidas que los países con diferentes niveles de desarrollo pueden aplicar para reforzar los sistemas nacionales de innovación con el fin de aprovechar la tecnología de cadenas de bloques para el desarrollo sostenible, reconociendo que los diferentes sistemas presentan unas características que requieren un asesoramiento específico en materia de políticas. Además, se trata el papel de la colaboración internacional en el apoyo a los esfuerzos nacionales para aprovechar los beneficios de la tecnología de cadenas de bloques¹⁰.

A. Países de ingreso bajo y mediano bajo

16. Los países de ingreso bajo y mediano bajo suelen enfrentarse a retos como unos servicios de Internet deficientes y costosos y unos conocimientos digitales limitados que dificultan la adopción de la tecnología de cadenas de bloques. Para aprovechar esta

⁷ Véase <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci>.

⁸ Véase <https://www.chainalysis.com/blog/2023-crypto-crime-report-introduction/>.

⁹ Véase <https://bitinfocharts.com/top-100-richest-bitcoin-addresses.html>.

¹⁰ Véanse las declaraciones y contribuciones en <https://unctad.org/meeting/commission-science-and-technology-development-twenty-fourth-session>.

tecnología, los Gobiernos deben mejorar la infraestructura digital y ofrecer oportunidades para el desarrollo de las competencias a través de proyectos piloto con el fin de impulsar la difusión de las cadenas de bloques.

1. Definir y formar grupos de expertos en cadenas de bloques

17. Es posible que en los países de ingreso bajo y mediano bajo no se disponga de los conocimientos necesarios para implantar la tecnología de cadenas de bloques a gran escala. Los Gobiernos podrían invitar a expertos en derecho y tecnología del mundo académico y de la industria a formar parte de un consejo asesor que contribuyera al proceso regulador y a las estrategias para atraer talento técnico e inversión en proyectos de cadenas de bloques. Por ejemplo, en Sudáfrica, el Gobierno, investigadores y la industria se han aliado en torno a la National Blockchain Alliance para desarrollar el ecosistema de cadenas de bloques.

2. Invertir en universidades e instituciones de investigación

18. La inversión en educación es un paso fundamental para aumentar la tasa de adopción de las cadenas de bloques y otras tecnologías de vanguardia. Las universidades podrían mejorar la formación en criptografía, estructuras de datos, infraestructura informática, desarrollo de sitios web y otros ámbitos relacionados con la tecnología de cadenas de bloques. También hay que estrechar los vínculos entre la investigación, la industria y los jóvenes talentos. Por ejemplo, en Austria y Malasia se han establecido institutos de investigación para ofrecer entornos de bajo riesgo en los que las empresas y los investigadores puedan experimentar con soluciones de cadenas de bloques. Las subvenciones, las becas y las recompensas competitivas también incentivan sustancialmente la prestación de apoyo para el desarrollo del talento.

3. Ofrecer servicios de apoyo a la industria de las cadenas de bloques

19. El desarrollo de la industria de las cadenas de bloques puede facilitarse mejor a través de unos servicios de apoyo activos, como los empresariales, técnicos, organizativos y administrativos. Se pueden establecer laboratorios y asociaciones nacionales de cadenas de bloques para promover la innovación fomentando la capacidad en tecnología y marcos normativos. Por ejemplo, en Rumanía, Modex Blockchain Labs ofrece un mercado de contratos inteligentes, herramientas comunitarias para desarrolladores y soluciones de bases de datos que utilizan cadenas de bloques para empresas.

4. Desarrollar programas piloto

20. La puesta en marcha de programas piloto a través de los servicios públicos puede brindar la oportunidad de experimentar con soluciones de cadenas de bloques, demostrar su valor y desarrollar los conocimientos institucionales. Por ejemplo, Kenya ha puesto en marcha M-Akiba, un bono público basado en cadenas de bloques y contratos inteligentes que se puede comprar sin tener una cuenta bancaria.

B. Países de ingreso mediano alto

21. Los países de ingreso mediano alto suelen disponer de las bases técnicas y los recursos humanos necesarios para una rápida adopción de tecnología. Sin embargo, a menudo se encuentran con dificultades a la hora de reforzar las conexiones entre los sistemas de innovación nacionales y el mundial. Se requieren esfuerzos estratégicos y concertados para desarrollar la capacidad en tecnología de cadenas de bloques, sobre todo teniendo en cuenta la rapidez de los cambios tecnológicos y la larga duración del desarrollo de capacidades.

1. Desarrollar una estrategia nacional de cadenas de bloques

22. Se necesita una estrategia nacional para la planificación a largo plazo y el desarrollo coordinado y para ayudar a definir la visión gubernamental de las cadenas de bloques para inversionistas y empresas, aclarar el marco normativo y acabar con la ambigüedad en el desarrollo público. Muchos países incorporan la tecnología de cadenas de bloques en sus estrategias nacionales de innovación. Por ejemplo, en la Arabia Saudita, Vision 2030 tiene

como objetivo la adopción de tecnologías avanzadas para el crecimiento económico y el desarrollo nacional, incluido el desarrollo de un laboratorio de cadenas de bloques para mejorar la calidad de los servicios públicos prestados a los ciudadanos utilizando la tecnología; y en Tailandia, la estrategia Tailandia 4.0 aspira a transformar el país en una economía basada en el valor e impulsada por la innovación, con áreas definidas para la aplicación de las cadenas de bloques en el transporte y la logística, la banca y las finanzas y la identidad digital¹¹.

2. Establecer incubadoras, centros de innovación y redes de cadenas de bloques

23. Las incubadoras, los centros de innovación y las redes pueden acelerar el ritmo de innovación y adopción de las cadenas de bloques, sentar las bases para la adquisición de conocimientos técnicos y promover el desarrollo de aplicaciones listas para las empresas. Las instituciones de investigación pueden contribuir a impulsar los conocimientos generales sobre la tecnología de cadenas de bloques y la confianza en las aplicaciones conexas, además de proporcionar un entorno propicio para la experimentación y las pruebas de diseño.

3. Definir los principales casos de uso y formar colaboraciones estratégicas

24. Las evaluaciones nacionales pueden definir posibles casos de uso de la tecnología de cadenas de bloques y establecer etapas a corto y mediano plazo. Por ejemplo, en la India se han definido las esferas en las que esta tecnología puede aprovechar la infraestructura digital pública nacional¹². Tras esa labor de definición, se pueden poner en práctica los casos de uso con asociados locales e internacionales que cuenten con conocimientos técnicos. Las alianzas pueden aumentar la tasa de transferencia de conocimientos y ayudar a construir modelos exitosos de integración de la tecnología de cadenas de bloques. La implantación en los servicios públicos puede ser un indicador del respaldo institucional y generar así interés y confianza en la tecnología de cadenas de bloques.

4. Establecer cauces de colaboración con la comunidad internacional

25. Los Gobiernos pueden organizar foros internacionales sobre innovación en las cadenas de bloques para poner en común trabajos y experiencias y favorecer la colaboración entre profesionales locales e internacionales. Las ayudas para que los responsables de la formulación de políticas, los expertos en cadenas de bloques y los expertos en la tecnología asistan a conferencias y disfruten de oportunidades de formación pueden dar lugar a la creación de vínculos entre los sistemas de innovación locales y la comunidad internacional de las aplicaciones de cadenas de bloques.

C. Países de ingreso alto

26. Los países de ingreso alto tienen mayores niveles de capacidad tecnológica y reguladora para crear un entorno favorable a la innovación en las cadenas de bloques. Sin embargo, es necesario abordar cuestiones relacionadas con la interoperabilidad, la escalabilidad, la privacidad, la transparencia y la regulación antes de que la tecnología de cadenas de bloques pueda utilizarse al máximo. Los Gobiernos deben desarrollar marcos jurídicos y de políticas que permitan a la economía real y al público beneficiarse de esta tecnología minimizando los riesgos y protegiendo a los usuarios.

1. Establecer un comité de desarrollo de las cadenas de bloques

27. Un comité de desarrollo de las cadenas de bloques podría servir de foro de alto nivel en el que los responsables de la adopción de decisiones y las principales partes interesadas se comunicaran entre sí para comprender, innovar, regular y aplicar la tecnología de cadenas de bloques de manera eficaz. Este tipo de comité podría ayudar a definir opciones viables

¹¹ Véase https://www.industry.go.th/web-upload/1xff0d34e409a13ef56eea54c52a291126/m_magazine/12668/373/file_download/b29e16008a87c72b354efebef853a428.pdf.

¹² Véase <https://policycommons.net/artifacts/2423730/blockchain-the-india-strategy-part-i/3445322/>.

para el desarrollo de cadenas de bloques, asesorar sobre proyectos públicos y elaborar directrices reguladoras. Para desarrollar vínculos intersectoriales es esencial un enfoque transdisciplinar en el que participen representantes de las ciencias sociales y de datos, la ingeniería, la formulación de políticas, los organismos reguladores, la industria y la sociedad civil.

2. Incentivar la innovación sostenible

28. Los Gobiernos pueden incentivar las innovaciones en las cadenas de bloques que contribuyan a alcanzar las prioridades nacionales de desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ofreciendo subvenciones e incentivos financieros, por ejemplo, concediendo subvenciones competitivas a nuevas empresas innovadoras y prestando apoyo institucional. Así, en los Estados Unidos se han creado subvenciones de hasta 800.000 dólares para empresas que trabajen en soluciones de cadenas de bloques contra la falsificación¹³. Los costos del desarrollo de nuevas tecnologías suelen correr a cargo de unos pocos agentes y las ventajas benefician a muchos. Si los Gobiernos comparten los riesgos, pueden alentar la innovación en las empresas privadas.

3. Ofrecer apoyo a las empresas emergentes y puestos de trabajo

29. Invirtiendo en la investigación, apoyando a las empresas emergentes, estableciendo becas académicas y organizando hackatones y talleres, los Gobiernos pueden atraer y fomentar los sistemas nacionales de cadenas de bloques y desarrollar la futura fuerza de trabajo relacionada con las cadenas de bloques. Por ejemplo, Letonia ofrece incentivos a las empresas emergentes locales dedicadas a las cadenas de bloques mediante un sistema tributario flexible, ventajas fiscales para las empresas pioneras que necesiten financiación y visados para los fundadores¹⁴.

4. Establecer espacios de microsimulación regulatoria

30. Los espacios de microsimulación regulatoria permiten poner a prueba una innovación bajo la supervisión de los organismos reguladores. La creación de esos espacios puede reducir las barreras de entrada, crear una red de apoyo a la innovación y aumentar las posibilidades de éxito de la implantación. Por ejemplo, en el Japón y Singapur se han creado espacios de microsimulación regulatoria para poner a prueba los límites de la tecnología de cadenas de bloques, en particular las criptomonedas, y sus interacciones con otros sistemas digitales¹⁵. Estos espacios permiten poner a prueba aplicaciones de tecnología cripto-financiera en un entorno controlado en el que la normativa legal no se aplica, lo que permite experimentar con nuevos productos.

D. Colaboración internacional

31. Las cadenas de bloques son una tecnología emergente que evoluciona rápidamente tanto en lo que respecta a la propia tecnología como a sus aplicaciones, y las repercusiones a largo plazo aún no están claras. Según el contexto socioeconómico y el ecosistema de innovación local, los países se enfrentan a diferentes retos y oportunidades a la hora de aprovechar las cadenas de bloques para el desarrollo inclusivo y sostenible. La normativa sobre el uso de la tecnología de cadenas de bloques varía considerablemente entre países y jurisdicciones: en algunas jurisdicciones se establecen normativas *ad hoc* adaptadas a la tecnología, mientras que en otras se aplican las normativas existentes a nuevas actividades, y en algunas aún no se ha adoptado una posición clara. A ese respecto, la comunidad internacional puede apoyar las iniciativas nacionales para aprovechar las oportunidades mediante el intercambio de conocimientos y experiencias, la formulación de normas y

¹³ Véase <https://www.coindesk.com/markets/2018/12/06/us-government-offering-up-to-800k-for-anti-forgery-blockchain-solutions/>.

¹⁴ Véase https://unctad.org/system/files/non-official-document/CSTD_2020-21_c21_B_Latvia_en.pdf.

¹⁵ Véanse https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/s-portal/regulatorysandbox_e.html, <https://sandbox.gov.my/> y <https://www.mas.gov.sg/development/fintech/regulatory-sandbox>.

reglamentos comunes y el fomento de la capacidad para participar en la innovación en las cadenas de bloques.

1. Compartir conocimientos y experiencias

32. Varias entidades de las Naciones Unidas han realizado investigaciones y análisis y han reunido datos acerca de las posibles repercusiones económicas y sociales de la tecnología de cadenas de bloques y las respuestas en materia de políticas y normativas. La UNCTAD ha examinado el impacto de las tecnologías de vanguardia, incluidas las cadenas de bloques¹⁶. La Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico ha revisado, recopilado y documentado ejemplos en la región en los que la tecnología de cadenas de bloques ha tenido un mayor impacto en el desarrollo. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual ha estudiado el uso de la tecnología de cadenas de bloques para proteger los derechos de propiedad intelectual. Esos estudios constituyen la base de las actividades de creación de consenso, defensa en el ámbito de las políticas y asistencia técnica. Además, en el sistema de las Naciones Unidas se han ejecutado proyectos basados en la tecnología de cadenas de bloques para su aplicación en soluciones concretas a los retos del desarrollo. Por ejemplo, el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ha implantado un sistema para registrar la propiedad de la tierra en un registro digital que sirva de base para otros servicios del Estado como el urbanismo, la participación ciudadana y la generación de ingresos. Estos conocimientos y competencias podrían compartirse con los Estados miembros para promover la adopción de la tecnología de cadenas de bloques.

33. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, en su calidad de coordinadora de las Naciones Unidas para la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo sostenible¹⁷, podría apoyar y facilitar los esfuerzos de la comunidad internacional destinados a aumentar la conciencia sobre los retos y las oportunidades con respecto a la innovación en las cadenas de bloques, compartiendo ejemplos positivos del uso de la tecnología de cadenas de bloques para el desarrollo sostenible con los países que están empezando a integrar la tecnología en los ecosistemas de innovación. Es fundamental que la comunidad internacional siga recopilando, analizando y difundiendo información sobre esos ejemplos con el fin de crear conciencia e informar sobre la aplicación de la tecnología de cadenas de bloques para el desarrollo sostenible y sus repercusiones en materia de políticas y fundamentar esa aplicación.

2. Desarrollar normas y reglamentos comunes

34. Existe una creciente necesidad de orientación sobre políticas, formación, regulación mundial y establecimiento de normas para garantizar una adopción justa y responsable de la tecnología de cadenas de bloques en los países en desarrollo. Algunas iniciativas han comenzado a ocuparse de estos aspectos, como el Centro de las Naciones Unidas de Facilitación del Comercio y las Transacciones Electrónicas, a través de directrices sobre la tecnología de cadenas de bloques en la facilitación del comercio, y la Organización Internacional de Normalización, a través del Comité Técnico 307 sobre tecnologías de cadenas de bloques y de los libros de contabilidad distribuidos¹⁸.

35. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo podría promover la formulación de normas, directrices y marcos jurídicos internacionales que regulen la tecnología de cadenas de bloques. Se podría maximizar el impacto estableciendo nuevas colaboraciones, y reforzando las existentes, con las iniciativas vigentes en el sistema de las Naciones Unidas.

¹⁶ UNCTAD, 2021. *Technology and Innovation Report 2021. Catching technological waves: Innovation with equity* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta E.21.II.D.8, Ginebra); UNCTAD, 2023, *Technology and Innovation Report 2023: Opening green windows – Technological opportunities for a low-carbon world* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta E.22.II.D.53, Ginebra).

¹⁷ A/RES/78/160.

¹⁸ Véase <https://unece.org/info/Trade/CEFACT/pub/21826>.

3. Desarrollar la capacidad de los Gobiernos para la innovación en las cadenas de bloques

36. Las organizaciones internacionales pueden ayudar a los países en desarrollo a fomentar sus capacidades nacionales para participar en la innovación de las cadenas de bloques y promover los cambios institucionales necesarios. Por ejemplo, la UNCTAD y las comisiones regionales, en el marco del proyecto de cadenas de bloques para la facilitación del comercio y la mejora de la competitividad (“Blockchains for facilitating trade and enhancing competitiveness”), pretenden ayudar a los funcionarios públicos de los países en desarrollo a comprender cómo aplicar satisfactoriamente la tecnología de cadenas de bloques para la facilitación del comercio y la resiliencia ante las crisis¹⁹. La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ha elaborado un marco metodológico con el fin de evaluar si las cadenas de valor de los productos básicos están preparadas para adoptar la tecnología de cadenas de bloques.

37. La comunidad internacional puede contribuir al desarrollo de programas de formación con contenidos específicos para los países y las instituciones que planean implantar una solución basada en cadenas de bloques y proporcionar información relevante sobre las capacidades y limitaciones de esta tecnología. Se podrían ofrecer programas complementarios de transferencia de conocimientos especializados para facilitar los intercambios entre los países pioneros y otros países que empiezan a adoptar la tecnología.

IV. Preguntas para el debate

38. Además de las cuestiones que se plantean en la presente nota, los delegados participantes en el 14º período de sesiones de la Comisión de la Inversión, la Empresa y el Desarrollo tal vez deseen examinar las cuestiones siguientes:

- a) ¿Cuáles son los nuevos usos de la tecnología de cadenas de bloques que pueden suponer un gran avance para acelerar la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible?
- b) ¿Cuáles son los posibles efectos sociales, económicos y ambientales negativos de la tecnología de cadenas de bloques y cómo podrían los Gobiernos minimizar los riesgos?
- c) ¿Cuáles son algunos ejemplos de éxito y lecciones aprendidas de intervenciones en materia de políticas que promuevan la adopción y el desarrollo de la tecnología de cadenas de bloques?
- d) ¿Cuáles son los principales retos que afrontan los países en desarrollo a la hora de implantar la tecnología de cadenas de bloques para el desarrollo sostenible?
- e) ¿Cómo podría la comunidad internacional ayudar a abordar esos retos y respaldar a los países en desarrollo en el fomento de la capacidad de innovación en las cadenas de bloques?

¹⁹ En el marco de este proyecto se han publicado los dos documentos siguientes: *Global Report on Blockchain and its Implications on Trade Facilitation Performance*, que tiene como objetivo ayudar a los responsables de la formulación de políticas a comprender las características básicas de la tecnología de cadenas de bloques y las distintas políticas disponibles en el sector que podrían aprovecharse para potenciar los esfuerzos de facilitación del comercio y mejorar los sistemas y procesos comerciales heredados con el fin de sentar las bases para que los países adopten y utilicen cadenas de bloques de forma efectiva; y *Blockchain for Trade Facilitation: A User Implementation Guide for Governments*, que ofrece directrices detalladas para la ejecución técnica y expone las consideraciones en materia de políticas y las medidas reguladoras del proceso de implantación. También se han desarrollado cursos de formación a partir de los informes y se están organizando talleres de capacitación a escala nacional, regional e internacional. Están previstos programas piloto para cinco países en desarrollo con el fin de reforzar las capacidades nacionales de innovación y tecnología en relación con el uso de las cadenas de bloques en las operaciones aduaneras y comerciales (véase <https://unctad.org/project/blockchains-facilitating-trade-and-enhancing-competitiveness>).