

Contratos inteligentes derivados de las cadenas de bloques y su aplicación en el gasto federalizado

CLAUDIA JEANETT CASTRO NOGUERA

Recibido: 15 de septiembre de 2023. Aceptado: 23 de febrero de 2024.

Resumen. Los recursos públicos que conforman el gasto federalizado son una importante fuente de ingresos para las entidades federativas de México. No obstante, representan un reto su fiscalización y distribución a la población objetivo. Existen herramientas tecnológicas, como las cadenas de bloques, cuya utilización se ha dado mayormente en las criptomonedas, que dan paso a la creación de contratos inteligentes, y su instrumentación en los programas públicos que contemplan recursos federales podría significar una mayor eficiencia en su ejecución, así como una vigilancia más efectiva del cumplimiento de las reglas de operación.

Palabras clave: gasto federalizado, contratos inteligentes, cadena de bloques, tecnología, fiscalización.

Abstract. The public resources that make up federalized spending, are an important source of income for the federal entities of Mexico. However, they also represent a challenge for its inspection and distribution to the target population. There are technological tools, such as blockchains, whose use has been mainly in cryptocurrencies, which give way to the creation of smart contracts, whose implementation in public programs that contemplate federal resources could mean greater efficiency in their execution, as well as the most effective monitoring of compliance with operating rules.

Keywords. federal expenditure, smart contracts, blockchains, technology, inspection.

.....
Claudia Jeanett Castro Noguera. Veracruz, México (correo electrónico: ccastronoguera@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0008-0709-080x>).

Introducción

Según Gutiérrez Lara (2010), en México la mayor parte de los ingresos de estados y municipios provienen del llamado gasto federalizado, el cual consiste en recursos que transfiere el gobierno federal a los gobiernos subnacionales como resultado de un proceso de descentralización. Este proceso se fundamenta en la premisa de que los gobiernos locales pueden satisfacer de manera más efectiva y eficiente las necesidades de su población que el gobierno central. Existe una serie de reglas de operación para transferir estos recursos a los estados y municipios, así como para su ejercicio, mismas que se alinean con la normativa aplicable en términos de contabilidad gubernamental.

De acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación (2013), aunque se han establecido reglas de operación, existe la percepción histórica de que hay opacidad en el gasto federalizado, evidenciada por retrasos en la suscripción de convenios, falta de aplicación de calendarios de ministración, no uso de cuentas específicas por fuente de financiamiento, registro inadecuado de operaciones según momentos contables y control interno deficiente (pp. 28-31).

Otra de las problemáticas que presenta el gasto federalizado es la dificultad para vigilar la ejecución del recurso en tiempo real, toda vez que se requiere abrir cuentas específicas para los diferentes fondos que lo integran, hacer las transferencias a través de sistemas bancarios cuya operación depende de servidores públicos, y el manejo de dichas cuentas depende del factor humano. Esto ha originado gran cantidad de observaciones y recomendaciones por parte de los entes fiscalizadores federales y subnacionales.

De este modo, la fiscalización del gasto federalizado actualmente implica la intervención de la Secretaría de la Función Pública, la Auditoría Superior de la Federación, los órganos internos de control que representan las contralorías en las diferentes dependencias federales, estatales y municipales, los organismos de fiscalización de las entidades y los despachos auditores externos, lo cual genera elevados costos y no garantiza el cumplimiento cabal de las reglas de operación de los diferentes programas que integran este gasto. Ejemplo de esto es que el informe de la cuenta pública de 2020, presentado por la Auditoría Superior de la Federación, identificó 41 396 millones de pesos de irregularidades en los recursos federales entregados y ejercidos por los diferentes órdenes de gobierno y poderes que convergen en los estados.

Actualmente existe un gran número de herramientas tecnológicas con múltiples be-

neficios y aplicaciones en el sector público. Una de ellas es la *blockchain* o cadena de bloques, un sistema de contabilidad pública que mantiene la integridad de los datos de las transacciones (Swan, 2015). Este sistema permite que exista una red de participantes que no se conocen o no se tienen confianza entre ellos y tiene el propósito de que lleguen a un acuerdo sobre el estado de una administración compartida sin depender de la intervención humana, un control central o la supervisión de un ente regulador (Atzori, 2016; Tassa y Tessone, 2019). Es decir, se trata de un sistema de contabilidad descentralizado que se puede usar y compartir con un número n de participantes y permite llevar una trazabilidad exacta de las operaciones realizadas.

En concordancia con lo anterior, se plantea la pregunta que guía la investigación de este artículo: ¿cómo puede aplicarse la *blockchain* para asegurar el cumplimiento de las reglas de operación de los programas que integran el gasto federalizado? Es importante puntualizar que esta investigación no pretende establecer mecanismos que modifiquen el impacto de los programas existentes, sino que se articule un método que asegure el cumplimiento de las reglas de operación sin depender del factor humano, abonando así a la transparencia presupuestaria, el ahorro y el eficiente ejercicio de recursos de origen público.

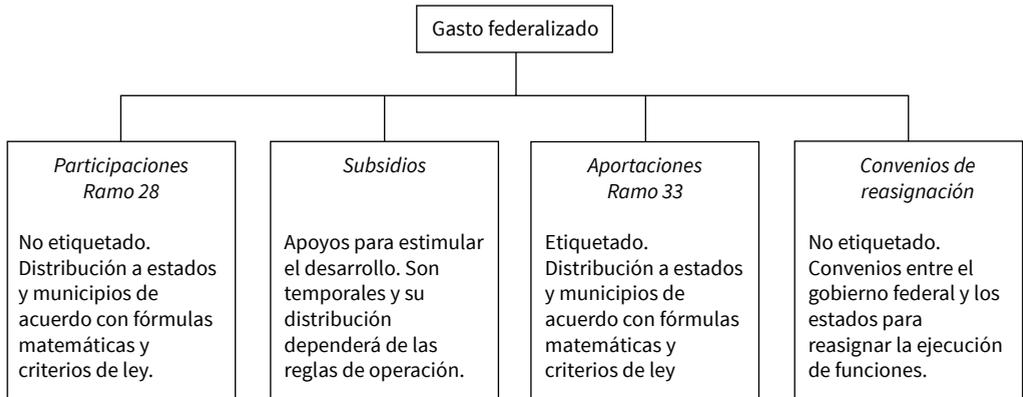
Funcionamiento del gasto federalizado en México

En México, las entidades federativas y los municipios ceden atribuciones tributarias al gobierno central a cambio de recursos financieros. Esto se realiza para equilibrar ingresos y gastos y promover una asignación eficiente de recursos para servicios públicos. Este proceso se rige por la Ley de Coordinación Fiscal, que establece reglas de colaboración entre autoridades fiscales y organiza el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (Ley de Coordinación Fiscal, artículo 1°).

Así, el gasto federalizado está integrado por cuatro componentes o «ramos», cuyo objetivo principal determinará el sustento legal que los enmarque, la forma y temporalidad en que se distribuyan, si se trata de asignaciones a administraciones estatales o municipales y, sobre todo, si son recursos etiquetados para un uso específico o, por el contrario, se pueden utilizar sin condicionamiento previo del gobierno federal. En la figura 1 se presenta un diagrama con los cuatro ramos referidos.

Respecto a cómo se distribuyen estos recursos, el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal establece las reglas de colaboración entre los diferentes órdenes de gobierno

Figura 1 | Conformación del gasto federalizado



Fuente: Elaboración propia con datos públicos sobre el gasto federalizado.

ya la cuantía de lo que deben recibir; determina fórmulas cuya composición puede seguir criterios resarcitorios, distributivos, compensatorios, históricos, equitativos o de incentivos a avances programáticos (Peña-Ahumada, 2012). Dichas fórmulas quedan de manifiesto en la Ley de Coordinación Fiscal y se acompañan de métodos de distribución, que sirven como base para la integración de cada uno de los fondos.

Para el caso de las participaciones, también denominadas ramo 28, si bien de manera autónoma los estados y municipios pueden fijar el destino que tendrán los recursos que lo integran, el reparto que se hace desde el gobierno central deriva de la aplicación de fórmulas con carácter resarcitorio. En el tema de las aportaciones o ramo 33 y los ocho fondos que lo integran, a las fórmulas de distribución se suman las reglas de operación, que son los lineamientos obligatorios que se deberán seguir para asegurar que los recursos sean utilizados exclusivamente con el fin para el que están previamente «etiquetados». En el caso de los convenios de reasignación, son acuerdos signados entre las diferentes instituciones públicas del gobierno federal y las entidades federativas, en los cuales quedan de manifiesto el objetivo principal que busca el convenio y una serie de obligaciones que debe cumplir el receptor, incluyendo las circunstancias de modo, cuantía, tiempo y lugar para la repartición de los recursos. En el caso de los subsidios, que prevén asignaciones económicas para fomentar el desarrollo de actividades sociales o económicas prioritarias de interés

general (Cámara de Diputados, 2006), éstos se ciñen a lo que se tenga en las disposiciones jurídicas que se plasman en los diferentes decretos y reglamentos, según quede precisado en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

Noción de contrato administrativo y su incidencia en el gasto federalizado

Pisier Kouchner (1973) y Forsthoftn (1958) destacan la génesis del contrato administrativo en la noción de servicio público y su régimen jurídico de dominio público. Este tipo de contrato implica la imposición unilateral de obligaciones estatales, complementadas con actos jurídicos bilaterales. López de Zavala (1997) enfatiza que estos contratos deben satisfacer necesidades públicas, incluyendo cláusulas «exorbitantes» no apropiadas en contratos privados. Por lo tanto, un contrato administrativo es aquel que emana de la administración pública en el ejercicio de su facultad de servicio público, y contempla una manifestación de voluntades de dos o más partes involucradas, públicas o particulares, con la finalidad de atender una necesidad pública.

El contrato administrativo puede ser visto como un acuerdo entre la administración pública y particulares, pero también se argumenta que puede incluir entidades gubernamentales. La legislación aplicable en el contexto mexicano, como el Código Civil Federal, define un contrato como un acuerdo entre dos o más partes que establece, modifica o transfiere obligaciones y derechos, siempre que haya consentimiento de las partes y un objeto material del contrato. En el contexto de los contratos administrativos entre entidades gubernamentales, la voluntad mutua de las partes crea una relación bilateral caracterizada por la colaboración en pos del bien común, sin subordinación.

Para el caso de las reglas de operación, los convenios y los acuerdos del gasto federalizado, existen pactos firmados entre dependencias de los diferentes órdenes de gobierno en los que se manifiestan derechos y obligaciones a los que las partes se hacen acreedores, así como un objeto principal que da pie a la firma de los mencionados documentos, que implica la transferencia de recursos del gobierno central a los gobiernos subnacionales, y cuyo destino final dependerá de lo que se establezca en el propio instrumento. Por ello, considerando lo que establece la normativa aplicable y tomando en cuenta los elementos necesarios para su existencia, para esta investigación las reglas de operación, los convenios y los acuerdos que regulen la forma en que se transferirá el gasto federalizado podrán ser considerados como contratos administrativos.

La blockchain y los contratos inteligentes

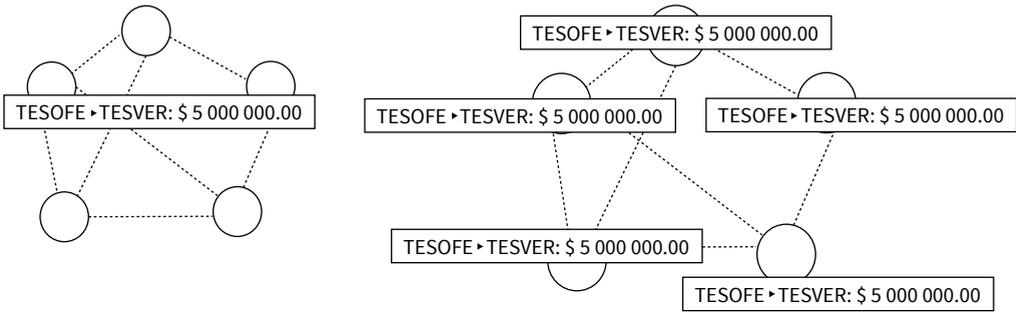
En el año de 1996 se introdujo un concepto, en ese entonces revolucionario, de contratos inteligentes (CI), que redujeran las posibilidades de incumplimiento mediante la utilización de programas informáticos en los que pudieran tenerse algoritmos cuya composición contemplaría todas las cláusulas contractuales a las que se comprometen las partes que intervienen (Szabo, 1996). En este contexto, se ha concebido también a los CI como sistemas que automáticamente mueven activos digitales según reglas arbitrarias previamente especificadas (Buterin, 2015) o como un conjunto de promesas especificadas en forma digital, con un programa que obliga a cumplir el contrato integrado en el código (Sadiku *et al.*, 2018). Tomando en cuenta estas definiciones, y al retomar lo establecido en la legislación mexicana respecto a los contratos, se puede entender a los CI como aquellos acuerdos cuyo cumplimiento se efectúa de manera automática, mediante la conversión de las voluntades de las partes participantes que jurídicamente les crean derechos y obligaciones, en algoritmos que se ejecutan en un *software* especializado.

La existencia de este tipo de contratos de ejecución mecánica es posible gracias a la tecnología de la cadena de bloques, un concepto que ha adquirido relevancia ya que en sus inicios estuvo ligado al sistema de seguridad de transacciones de *bitcoin*. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha demostrado que sus aplicaciones pueden trascender a otros ámbitos, incluyendo el gubernamental.

El concepto y el funcionamiento de la cadena de bloques son aspectos complejos y novedosos, cuyo principal objetivo es la descentralización de la información. Se le puede considerar como una plataforma en la que existen miembros pares con posibilidad de intercambiarse valores mediante transacciones sin la necesidad de un elemento central que sirva como árbitro (Imran-Bashir, 2017). Se trata de una base de datos que puede ser compartida por una gran cantidad de usuarios de forma *peer-to-peer* (red de computadoras que funcionan como nodos con comportamientos iguales entre sí), lo que permite almacenar información inmutable y ordenada (Dolader-Retamal *et al.*, 2017). De este modo, se habla de una red de computadoras interconectadas, en las que ninguna tiene más privilegios que la otra y se dan intercambios de información de forma confiable, sin intermediarios, transparente y verificable.

Los nodos participantes *p2p* guardan fragmentos de información de los intercambios de dinero que se lleven a cabo entre usuarios. De este modo, por ejemplo, si desde la Tesorería de la Federa-

Figura 2 | Funcionamiento de la red descentralizada para transferencias monetarias a un estado



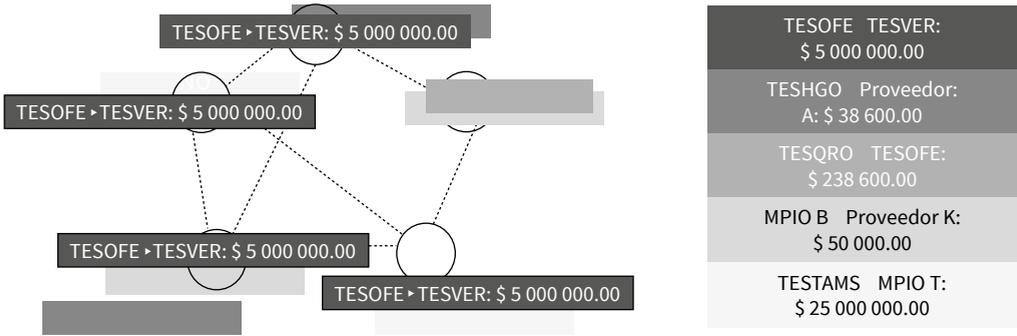
Fuente: Elaboración propia con datos públicos sobre el gasto federalizado.

ción (Tesofe) se transfiere n cantidad de dinero a la secretaría x de un estado, esta información es propagada entre cada uno de los miembros de la red para tener los registros actualizados (véase la figura 2).

Para garantizar la seguridad de las transacciones es necesario echar mano de la criptografía, que es una forma de presentar información de forma «opaca» para que solamente los agentes autorizados (personas o dispositivos diversos) sean capaces de revelar el mensaje oculto (Del Río-Mateos, 2021). La llamada criptografía asimétrica contempla la existencia de dos claves, una pública para encriptar y otra privada para desencriptar; esta última sólo la conoce el emisor de una transacción y para utilizarla se requerirá una firma digital, que es la clave de identidad de ese emisor.

Al mismo tiempo, todos los nodos participantes en la red descentralizada propagan información de diferentes operaciones en un periodo establecido, como pagos de dependencias gubernamentales a proveedores con recursos provenientes de un fondo determinado, transferencias de tesorerías estatales a municipales, reintegros, etcétera. De este modo se genera una gran cantidad de información en poco tiempo, que deberá ser enviada a una red de validadores. Éstos verifican aspectos como que la cuenta origen tenga suficientes fondos, la firma digital del emisor sea la correcta y la cuenta destino sea la adecuada, entre otros aspectos. Una vez que la transacción ha sido validada, para asegurarse de que se tiene una actualización de datos organizada y veraz en este libro mayor digital, es posible agruparla en bloques (véase la figura 3).

Figura 3 | Ejemplo de funcionamiento de la red descentralizada para transferencias monetarias a varios estados



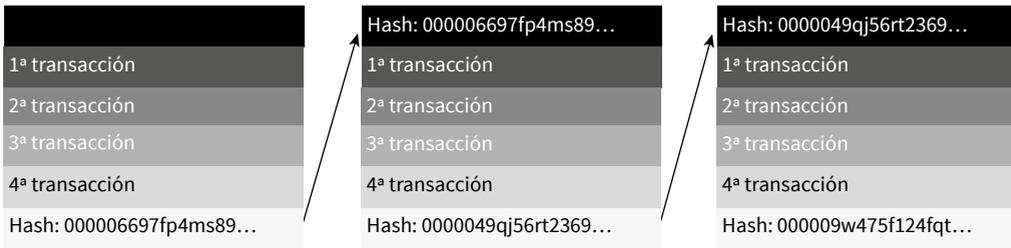
Fuente: Elaboración propia.

Para asegurar la integridad y prevenir posibles manipulaciones o borrados maliciosos de transacciones, cada vez que se crea un bloque en la *blockchain* se le asigna un identificador único, conocido como *hash*, el cual se genera mediante un algoritmo matemático que convierte los datos del bloque en una cadena de caracteres de longitud fija. Esto permite verificar la validez de las transacciones y garantizar la seguridad del sistema. Es decir, el *hash* es la forma de identificar un bloque con transacciones ya validadas, y cada vez que se crea un nuevo bloque, éste se encadena con el anterior, y no sólo se crea un nuevo *hash*, sino que además deberá contener obligatoriamente el *hash* del bloque anterior.

Cada vez que una transacción se altera o elimina, el *hash* cambia su composición de manera automática. Por ello, al crearse un nuevo bloque, éste muestra una discrepancia con el anterior y, por lo tanto, la cadena no es válida. De este modo se asegura la inmutabilidad de las transacciones y la confiabilidad de la información contenida en la cadena.

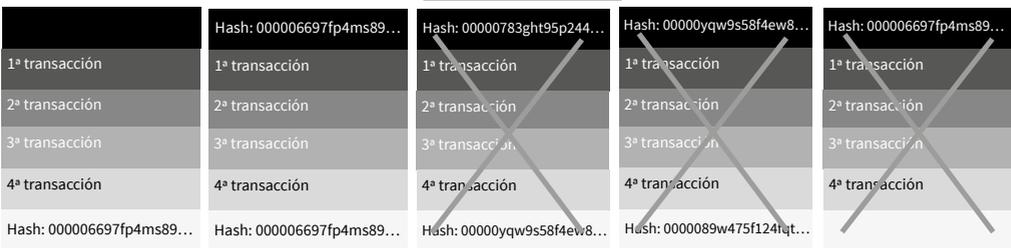
Los contratos inteligentes toman las cláusulas de los contratos en las que se crean derechos y obligaciones reconocidos jurídicamente y las codifican en un lenguaje programable dentro de la cadena de bloques. Este tipo de contratos se ejecutan bajo la premisa «si-entonces», es decir, si se da una situación *x*, automáticamente se ejecuta la acción *y*.

Figura 4 | Ejemplo de creación de *hash*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Ejemplo de *hash* alterados



Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de un CI aplicado al gasto federalizado

Los modelos de cómo pueden aplicarse los CI en el gasto federalizado son diversos; sin embargo, para demostrar el funcionamiento particular de uno se presenta el siguiente modelo. Si un productor agrícola quisiera ser beneficiario del subsidio conocido como Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura para el ejercicio 2023, en su componente de fomento a la agricultura, el potencial beneficiario actualmente tiene que entregar en una ventanilla física una solicitud que habrá sido llenada en línea y arrojará un comprobante de captura que debe ser presentado físicamente, el folio de Registro en el Padrón de Productores de la Secretaría de Desarrollo Rural, una identificación oficial vigente (credencial para votar, pasaporte, cartilla del servicio militar nacional o cédula profesional), Clave Única de Registro de Población (CURP) y un comprobante de

domicilio del solicitante (luz, teléfono, predial, agua, constancia de residencia expedida por el ayuntamiento), con una vigencia no mayor de los tres meses anteriores a la fecha de solicitud, así como la acreditación de la propiedad del predio mediante el documento jurídico fehaciente que corresponda y presentar los permisos o validaciones que requiera, según su actividad agrícola.

De conformidad con el artículo 18 del Acuerdo por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura 2023, las unidades responsables (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]) determinan los territorios que tendrán acceso a él. Se da preferencia a solicitantes que pertenezcan a grupos o comunidades indígenas o afrodescendientes, mujeres y personas con discapacidad que se dediquen a las actividades productivas agroalimentarias; mujeres, personas con discapacidad y solicitantes que viven en zonas de alta y muy alta marginación. Finalmente, cuando el solicitante ha recibido el apoyo, debe firmar un documento de entrega-recepción.

Esta forma de trabajo tiene inconvenientes como que una persona cuya actividad principal es agrícola carece de la posibilidad de acceder a herramientas como computadoras, impresoras, internet e incluso energía eléctrica. Por lo tanto, puede ser complicado para ella estar al tanto de una convocatoria publicada en medios digitales y llenar un formulario en línea para imprimirlo posteriormente, lo cual la pone en desventaja o a merced de representantes o intermediarios para cumplir estas tareas, y esto le puede implicar cederles un porcentaje de su subsidio.

Asimismo, la integración de los expedientes, su análisis y la selección de beneficiarios depende íntegramente del factor humano. Esto aumenta riesgos de corrupción como la exigencia por parte de servidores públicos de un porcentaje del subsidio para ser elegibles y obtenerlo, integrar expedientes con documentación alterada para beneficiar a familiares, conocidos o a sí mismos, no beneficiar a la población a la que de preferencia deben beneficiar los apoyos, desviar el recurso y falsificar o alterar los documentos de entrega-recepción, por mencionar algunos.

Con la utilización de los CI, mediante el uso de la programación informática y la consulta de información contenida en servidores de las diferentes instancias de carácter público, es posible no sólo hacer más eficiente la elección de los diferentes beneficiarios, sino también minimizar los riesgos de corrupción. Es importante señalar que los CI pue-

den integrarse de otros contratos inteligentes, es decir, funcionar como un rompecabezas en que las partes que lo integran son pequeños contratos inteligentes que forman uno más grande, según las fases que la instrumentación de cada contrato requiera. Así, para este ejemplo en particular pueden considerarse cuatro fases, que se denominarán: registro, identificación, formalización y seguimiento.

Fase 1. Registro

En esta fase se registra y queda para consulta la unidad administrativa del sector central de la secretaría, órgano administrativo desconcentrado u organismo descentralizado sectorizado a la SADER que tiene a su cargo la operación y ejecución de este componente en particular, y que coincida con los criterios de selección de regiones prioritarias para el ejercicio 2023, así como su ubicación geográfica, enviando a la cadena de bloques los campos:

Nombre de la unidad administrativa.

Ubicación geográfica.

Fase 2. Identificación

En ella se realizan la consulta y el registro de los potenciales favorecidos por el programa. En esta fase puede hacerse más eficiente el proceso de selección de beneficiarios, ya que se puede programar automáticamente una consulta a los bancos de datos de organismos como el Instituto Nacional Electoral, la Secretaría de Relaciones Exteriores, la Secretaría de Gobernación, Catastro y el Registro Civil, entre otros. Estas consultas permitirán validar que el solicitante reúna las características solicitadas en la convocatoria de manera expedita, en cuestión de segundos. Así, el bloque se compondrá de información certera, inmutable, y los beneficiarios serán seleccionados algorítmicamente, sin necesidad de entrega física de numerosos documentos y con la confianza de tener datos reales e inmutables. Los campos que, por ejemplo, quedarían establecidos en la cadena de bloques son:

Nombre del beneficiario.

Asignación de un número de beneficiario.

Edad.

Dirección.

Identificación oficial.

CURP.

Comprobante de domicilio.

Sexo.

Pertenencia a grupo vulnerable.

Tipo de actividad agrícola.

Permiso para desarrollo de actividad.

Elegibilidad o no para recibir el beneficio.

Fase 3. Formalización

Esta fase contempla la consulta, por parte de externos, de los beneficiarios del subsidio. Asimismo, se podrá determinar, de acuerdo con los resultados de la fase de identificación, la cantidad que deben recibir y la forma de pago. Es decir, por ejemplo, si se programa que una mujer con residencia en el municipio de Chiconcuautla, Puebla, reciba 50 000 pesos, que serán transferidos en cinco partes iguales bimestralmente en el periodo de marzo a diciembre de 2022, que deberán transferirse a un banco en particular que permita el retiro de fondos sin tarjeta y no cobre comisión, y que además le sea notificado vía mensaje de texto cada vez que reciba el subsidio, será posible registrarlo y consultarlo, y también registrar el momento del retiro del efectivo.

Esta etapa permitirá cumplir, además, con lo establecido en la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Datos Obligados, toda vez que para no vulnerar la identidad de los receptores del subsidio los campos que deberían guardarse en la cadena de bloques visibles para público en general serían:

Número de beneficiario.

Estado.

Sexo.

Tipo de actividad agrícola.

Monto total del beneficio.

Para el caso de la SADER y organismos fiscalizadores, la información por consultar podría ser visible en su totalidad.

Fase 4. Seguimiento

Esta etapa es de gran relevancia para todo el sistema, pues en ella sí se involucra el factor

humano como testigo y evaluador de la funcionalidad de todo el procedimiento. Los resultados que arroje el periodo de formalización se combinan con aspectos por registrar y que serán enviados para su carga en el contrato por parte de los beneficiarios, como facturas o recibos de compra de insumos necesarios para el desarrollo de la actividad agrícola, fotografías, reportes sobre la cantidad de productos cosechados (para determinar aumento, mantenimiento o disminución después del subsidio), volumen de ventas, márgenes de ganancia, datos como mejoras en su vivienda, método de transporte, etcétera.

Las intenciones del seguimiento son, en primer lugar, conocer la efectividad de contrato; considerar si el funcionamiento se dio de manera correcta, aspectos que corregir, la necesidad de incluir campos que registrar o disminuirlos, la necesidad de aumentar nodos y, en general, los aspectos técnicos. En segundo lugar, coadyuvar en la evaluación y determinación de la pertinencia del programa en general; si se están seleccionando los criterios adecuados para beneficiar efectivamente a la población más vulnerable, si el monto de apoyo y la forma de recibirlo es la más efectiva, si los tiempos entre la transferencia del recurso y su aplicación por el beneficiario son acordes a lo ya considerado o superiores, si los tiempos de ejecución del programa se corresponden con los ciclos agrícolas de la tierra, si el recurso se utiliza efectivamente para la adquisición de insumos o se destina a cuestiones personales, y factores incluso como conocer si el banco con el que se está trabajando para hacer llegar el recurso es el idóneo.

Este seguimiento lo podrán realizar miembros de la sociedad civil que funjan como testigos sociales —figura reconocida por la legislación mexicana para representar a la ciudadanía en procedimientos de gobierno—, personal de los entes fiscalizadores y contralorías estatales y municipales, así como de la Secretaría de la Función Pública, la Auditoría Superior de la Federación, despachos de auditores, especialistas en temas agrarios, informáticos o ingenieros en sistemas computacionales, etcétera, que puedan constituir un órgano colegiado que, con un significativamente menor uso de recursos materiales, financieros o humanos, haciendo uso de datos certeros obtenidos mediante un método seguro e inmutable, y en tiempo real de ejecución, puedan asignar valores numéricos a cada parte de la fase y determinar una calificación. Esta fase del contrato guardaría datos como:

Municipio sujeto a evaluación.

Nombre de los evaluadores.

Aspectos por evaluar.

Valores numéricos por asignar.

Calificación de cada aspecto.

Calificación final del programa.

Estos campos dependerán de los criterios a los que se les quisiera dar seguimiento.

De igual manera, estos datos podrán constituir posteriormente un índice de cumplimiento del beneficiario, que podrá ser utilizado para la entrega de apoyos subsecuentes. El anterior es tan sólo un ejemplo de las cadenas de bloques y los contratos inteligentes en su aplicación a un pequeño componente del gasto federalizado.

Beneficios y retos por vencer en la instrumentación de los CI en el gasto federalizado

Una vez establecida la manera en que se desarrolla un contrato inteligente y cuál es la forma de aplicarlo en los fondos federales, es pertinente resaltar los aspectos positivos de la instrumentación de esta forma de trabajo, máxime que se han establecidos algunos de los problemas más recurrentes en torno a la ejecución de este tipo de fondos públicos.

Disminución de riesgos de corrupción. Es indudable que los actos de corrupción están asociados al involucramiento de los seres humanos en aspectos relacionados con el dinero. Minimizar la participación del factor humano en la distribución del gasto contribuye a que los riesgos de corrupción disminuyan considerablemente, toda vez que la mayor parte de los procesos están dados por algoritmos que se corren en computadoras, y el humano prácticamente cosecha la información obtenida.

Transparencia. La opacidad en el manejo de recursos es un tema que a menudo ha beneficiado a quienes buscan hacer actos maliciosos con el dinero público, pues se llega a reservar información importante. El hecho de que la distribución del gasto se pueda ejecutar y consultar en tiempo real favorece un manejo claro del recurso público.

Aplicación de la normativa. En torno a la obtención, distribución, ejecución y comprobación del dinero público existe un gran número de leyes, decretos, convenios, reglamentos, etcétera, que dotan de un marco normativo a cada una de estas fases. La continua actualización de la norma puede incidir, entre otros factores, en que no se aplique correctamente, por lo que cuando se realiza una programación algorítmica que contempla todo aquello que deba tenerse en cuenta normativamente y se maneje como cláusulas contractuales, se garantiza el cumplimiento cabal de las leyes.

Fiscalización eficiente. El conocimiento de la trazabilidad que lleva cada peso desti-

nado al gasto federalizado al momento exacto de su ejecución permite conocer si se está realizando un ejercicio correcto de dinero público, lo que proporciona información para la toma de decisiones. Pero, adicionalmente, no se requerirá de la gran cantidad de recursos humanos, materiales, financieros, temporales y otros que actualmente se emplean en fiscalizar recursos que, además, fueron ejecutados al menos un año atrás, por lo que hoy en día se emplean mayormente acciones sancionatorias correctivas cuando no se ha cumplido con la norma.

Democratización de la información. La descentralización y autogestión de los diversos entes gubernamentales, así como la transparencia en su manejo y el hecho de que cualquiera puede consultar fácilmente la información permiten socializar el manejo de las finanzas públicas y, por ende, dotar a la ciudadanía de información y herramientas para un mejor entendimiento de las políticas públicas, los temas prioritarios de los gobiernos, y ejercer el poder público de que dota la información.

No obstante, también es necesario considerar los desafíos que se enfrentan para instrumentar los CI en aspectos públicos. El primero de ellos es la validez de este tipo de contratos, ya que hasta la fecha de elaboración de este artículo la legislación mexicana no contempla la existencia de esta clase de instrumentos. Sin embargo, cabe recalcar que con la llegada del comercio electrónico y su amplia utilización en los intercambios comerciales la Organización de las Naciones Unidas creó la Ley Modelo sobre Comercio Electrónico, que contempla como uno de sus principios el de la no discriminación, el cual estipula que los efectos jurídicos a que se obliguen las partes no podrán denegarse por la única razón de que figure en formato electrónico. Particularmente, en sus artículos 6° y subsecuentes se establece que pueden darse formas de contratación distintas de las tradicionales. Es así que México tiene la oportunidad de estar a la vanguardia a nivel internacional al instrumentar este tipo de contratos y dotarlos de validez.

La ejecución de un modelo tecnológico de tal magnitud requeriría del empleo de computadoras de gran capacidad en todo el país, lo que representa un desafío mayor toda vez que existen en México zonas con altos niveles de rezago social y tecnológico, en las que habrá que hacer una inversión significativa para crear los cimientos técnicos.

Lo anterior no obsta para que la administración pública, en sus diferentes órdenes de gobierno, asuma los retos tecnológicos que se presentan para así propiciar una mayor eficiencia en los procesos, que evidencien su transparencia, una verdadera mejora regulatoria,

el ejercicio eficiente de los recursos públicos y, lo más importante, justicia social para los más vulnerables.

Referencias

- Atzori, M. (2016). *Blockchain technology and decentralized governance: is the state still necessary?* University College of London. doi:10.2139/ssrn.2709713
- Auditoría Superior de la Federación (2013). *Diagnóstico sobre la opacidad en el gasto federalizado*. México: Cámara de Diputados.
- Buterin, V. (2015). Ethereum white paper: a next generation smart contract & decentralized application platform. Blockchain Lab. https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf
- Cámara de Diputados (2006). Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPRH.pdf>
- Cámara de Diputados (2019). Código Civil Federal. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/489006/Codigo_Civil_Federal_2019.pdf
- Cámara de Diputados (2024). Ley de Coordinación Fiscal. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lcf.htm>
- Del Río-Mateos, A. (2021). *Introducción a la criptología*. Murcia, España: Universidad de Murcia. <https://www.um.es/adelrio/Docencia/Criptografia/Criptografia.pdf>
- Dolader-Retamal, C., Bel-Roig, J. y Muñoz-Tapia, J. L. (2017). La *blockchain*: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial*, 405, 33-40.
- Forsthoff, E. (1958). *Tratado de derecho administrativo*. Alemania: Instituto de Estudios Políticos.
- Gutiérrez-Lara, A. (2010). Transparencia en el gasto federalizado. En *Propuesta para una efectiva transparencia presupuestaria*. México: Instituto de Acceso a la Información Pública del Distrito Federal, Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos.
- Imran-Bashir, I. (2017). *Mastering blockchain*. London: Packt Publishing.
- López de Zavala, F. J. (1997). *Teoría de los contratos*. Buenos Aires: Zavalia Editor.
- Mik, E. (2017). Smart contracts: terminology, technical limitations and real world com-

- plexity. *Law, Innovations and Technology*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3038406
- Peña-Ahumada, J. A. (2012). *Manual de transferencias federales a municipios*. México: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.
- Pisier-Kouchner, E. (1973). Le service public dans la théorie de l'Etat de León Duguit. *Revue internationale de droit comparé*, 25(4), 970-971.
- Sadiku, M., Kelechi, E. y Sarhan, M. (2018). Smart contracts: a primer. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(5), 538-541. https://www.researchgate.net/publication/326752872_Smart_Contracts_A_Primer
- Secretaría de Gobernación (2022, 30 de diciembre). Acuerdo por el que se dan a conocer las reglas de operación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5676235&fecha=30/12/2022#gsc.tab=0
- Swan, M. (2015). *Blockchain: blueprint for a new economy*. Newton, Mass.: O'Reilly Media.
- Szabo, N. (1996). *Smart contracts: building block for digital markets*. Phonetic Sciences Amsterdam. <https://www.semanticscholar.org/paper/Smart-Contracts-%3A-Building-Blocks-for-Digital-Szabo/9b6cd3feobf5455dd44ea31422d015b003b5568f>
- Tasca, P. y Tessone, C. J. (2019). A taxonomy of blockchain technologies: principles of identification and classification. *Ledger*, 4. <https://doi.org/10.5195/ledger.2019.140>