



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**“La tecnología *blockchain* y su impacto en el sector público en México. Análisis del caso *Blockchain HACKMX*”**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestra en Auditoría**

Campo de conocimiento: Gubernamental

Presenta:

**Mabel Luna González Becerril**

Tutor:

**Dra. Graciela Bribiesca Correa**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad de México, febrero 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Yo soy yo y mi circunstancia y si no la salvo a ella, tampoco me salvo yo*  
*-José Ortega y Gasset-*

## Contenido

Introducción.....	5
Pregunta de investigación.....	8
Objetivo.....	8
Hipótesis.....	9
Tipo de investigación.....	9
Metodología.....	9
Resumen capitular.....	9
1 Marco contextual.....	11
1.1 El hecho.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2 Principales sectores de impacto.....	14
1.2.1 Economía y Sector financiero.....	14
1.2.2 Sector contable y aseguramiento.....	15
1.2.3 Sector público.....	17
1.3 Su momento histórico.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Comentarios.....	23
2 Marco teórico. Conceptos básicos de <i>Blockchain</i> .....	23
2.1 Origen del <i>blockchain</i> .....	23
2.2 Estructura y operaciones básicas.....	31
2.3 <i>Smart Contract, DLT e Hyperledgers</i> .....	34
2.3.1 <i>Smart Contract</i> .....	34
2.3.2 <i>Distributed Ledger Technology (DLT)</i> .....	36
2.3.3 <i>Hyperledgers</i> .....	37
2.4 Criptomonedas y escepticismo.....	39
Comentarios.....	43
3 Caso Blockchain HACKMX.....	45
3.1 Origen y objetivos.....	45
3.2 Estructura y desarrollo.....	48
3.3 Avances.....	63
Comentarios.....	64
4 Factores que podrían influir en el despliegue de la Red.....	65
4.1 Principales regulaciones.....	65
4.2 La Ley de Transparencia y combate a la corrupción.....	66

4.3	Ecosistema digital en México .....	67
4.4	Presupuesto asignado a tecnología e innovación.....	68
	Comentarios.....	69
	Futuras investigaciones.....	70
	Comentarios finales, reflexiones y recomendaciones .....	70
	Fuentes de información y consulta.....	72
	Glosario.....	77
	Siglario .....	80
	Anexos .....	81

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Probabilidad de participar en una práctica corrupta en México .....	13
Ilustración 2 Comportamiento de blockchain en el sector público a marzo de 2017 .....	20
Ilustración 3. Gráfica comparativa del entorno en México y otros países del ranking .....	21
Ilustración 4. Forma básica de la diferencia entre centralizado, descentralizado y distribuido ...	26
Ilustración 5. Tipos de descentralización .....	27
Ilustración 6. Representación gráfica de operaciones con bitcoin .....	29
Ilustración 7. Representación gráfica de los nodos .....	29
Ilustración 8. Representación gráfica de un Hash en blockchain .....	30
Ilustración 9. Diagrama de operaciones básicas de blockchain.....	31
Ilustración 10. Transacciones de los mineros .....	32
Ilustración 11. Principales tipos de blockchain .....	33
Ilustración 12. Anatomía de un Smart contract.....	35
Ilustración 13. Clasificación y proyectos de Hyperledger.....	38
Ilustración 14. Instituciones públicas y privadas participantes del Talent Land 2018.....	45
Ilustración 15. Ideas de casos de uso de blockchain presentadas.....	47
Ilustración 16. Cronograma de desarrollo de proyecto blockchain hackMX.....	48
Ilustración 17. Diagrama de los nodos que conforman la Red Blockchain.....	51
Ilustración 18. Smart Contracts desarrollados a mayo 2018 .....	54
Ilustración 19. Representación gráfica de los nodos para la red de Gobernanza Blockchain México .....	57
Ilustración 20. Representación gráfica de los actores de la red blockchain México .....	58
Ilustración 21. Estructura del Consejo Consultivo en la red blockchain .....	59
Ilustración 22. Estructura de los líderes colectivos dentro de la red blockchain.....	60
Ilustración 23. Estructura del Consejo ejecutivo en la red blockchain .....	61
Ilustración 24. Aspectos principales que regula la Ley Fintech .....	66

**Tema de investigación:**

Aplicaciones de la tecnología *blockchain* en procesos gubernamentales en México.

**Título de la investigación:**

La tecnología *blockchain* y su impacto en el sector público en México. Análisis del caso *Blockchain HACKMX*

**Introducción**

El mundo a lo largo de la historia ha enfrentado diferentes crisis financieras y grandes escándalos que pusieron en tela de juicio la credibilidad de los profesionales de la contaduría así como información de las empresas generada por éstos. Además, como consecuencia de la globalización las normas financieras de cada país resultaron ineficientes para producir información oportuna y veraz es por eso por lo que asociaciones de profesionales e investigadores estudian y generan alternativas para garantizar la credibilidad de la información de empresas y entes públicos. Aunado a lo anterior en el ámbito tecnológico cada día se presentan innovaciones en todos los campos de estudio, tanto para automatizar actividades de trabajo como para evitar riesgos y fraudes o simplemente hacer nuestra vida cotidiana más sencilla, así también para procurar transparencia y mantener la integridad de la información.

La tecnología puede definirse como un método o procedimiento para efectuar “algo”; según las definiciones clásicas, tecnología son los saberes teóricos aplicados a una forma meramente práctica como dice Galbraith “es una aplicación sistemática de la ciencia y otros conocimientos organizados, en las tareas prácticas” (Valdés Hernández, 2004) y también una serie de varios factores siempre encaminados a aportar un valor tanto a la comunidad como a su entorno, Amilcar Herrera lo define como un “conjunto de instrumentos, herramientas, elementos, conocimientos técnicos y habilidades que se utilizan para satisfacer las necesidades de la comunidad y para aumentar su dominio en el medio ambiente” (Valdés Hernández, 2004). Entonces se puede inferir que la tecnología siempre debe tener un fin en beneficio de la sociedad; en el caso de la profesión contable además de las constantes actualizaciones en la normatividad también

fue la innovación tecnológica con implementación de programas que aumentaran la integridad de la información para dar confianza a los usuarios de ésta.

## **Justificación de la investigación**

La revolución industrial 4.0 o revolución tecnológica, es un tema que atañe a todas las áreas del conocimiento, sin embargo, hay sectores en los cuales a pesar del avance tecnológico no se ven resultados. Uno de ellos es el ámbito gubernamental, pero sobre todo el que se refiere a transparentar procesos y brindar información a la ciudadanía. A lo largo de los últimos 20 años, el gobierno mexicano ha invertido grandes cantidades del presupuesto de la federación en modernizar el sistema tributario pues es obvio que la captación de recursos fiscales de los contribuyentes es prioridad ya que la mayor parte de los Ingresos (de acuerdo con la Ley de Ingresos de la Federación<sup>1</sup>) proviene de la recaudación de impuestos federales.

Es por esto por lo que todos los esfuerzos por tener tecnología de punta e innovaciones se han vertido principalmente hacia la fiscalización. No obstante, hay otras áreas donde valdría la pena invertir en investigación e innovación tecnológica, y como ejemplo podemos citar la nueva Ley de transparencia<sup>2</sup> y su efectiva aplicación.

México se ha posicionado como uno de los países más corruptos, no solo de América Latina sino del mundo. A pesar de contar con los marcos normativos y jurídicos más actualizados y apegados a las normas internacionales en materia de Contabilidad Gubernamental para todos los entes que conforman la Administración Pública Federal, siguen dándose casos de fraudes y desvíos de recursos públicos. Aunque existe un Instituto Nacional de Acceso a la Información y Transparencia (INAI), una política de Gobierno Abierto y Datos abiertos, la ciudadanía sigue sin tener un conocimiento real de los datos, su interpretación y posibles consecuencias; las opiniones de los auditores resultan ser factibles o *limpias* en entes con opacidad en sus operaciones o fraude.

---

<sup>1</sup> LEY DE INGRESOS DE LA FEDERACIÓN PARA EL EJERCICIO FISCAL DE 2019 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 2018.

<sup>2</sup> LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 2015



Desde esta perspectiva, se puede observar que no solo importa invertir en innovación tecnológica para la fiscalización sino también para temas que incumben a todos, como lo es la transparencia. Es por esto por lo que me parece que abordar el tema de *Blockchain* aplicado al gobierno en México puede dar mucho material para discusión y futuras investigaciones puesto que, así como existen ahora varias asociaciones en pro del *Blockchain* también existen estudiosos que afirman que falta aumentar el nivel de digitalización en México para poder aplicar la tecnología *Blockchain* de manera efectiva. Aun así, durante 2017 y 2018 se han realizado foros para recabar ideas y opiniones y realizar una prueba con una red de *blockchain* nacional aplicada a licitaciones públicas a través de *Smart Contracts*, para así reducir la burocracia y aumentar la transparencia en este tipo de operaciones que muchas veces, es bien sabido, es punto débil de las instituciones y donde más se hace desvío de recursos al igual que en la obra pública.

Durante mucho tiempo se ha sabido que las licitaciones públicas pueden prestarse a ser fácilmente manipuladas. A pesar de ser auditadas por distintos organismos siguen dándose a conocer casos de desvíos de recursos a través de las adquisiciones y obra pública, que, aunque se realiza de forma transparente en el portal *Compranet* no es confiable del todo. La primera aplicación de *Blockchain* que se ideó hacer en México es de licitaciones estatales, con lo cual se espera que se automaticen los procesos de compra y hacer realmente transparente la actividad.

Por lo tanto, aunque parece la solución más viable en el tema de corrupción, hace falta un verdadero interés en implementar este tipo de tecnología y la Estrategia Digital Nacional propone herramientas para llevarlo a cabo.

Los efectos del *blockchain* alrededor del mundo han sido muy polarizados. Por una parte, los investigadores e inversionistas del *bitcoin* creen que la tecnología *blockchain* tiene mucho futuro no sólo en el área financiera, sino en un panorama generalizado porque brinda confianza y transparencia a los usuarios, así como mejor manejo de la información privada. Por otro lado, también hay muchos detractores al ser una tecnología *peer-to-peer* y descentralizada, es decir, no regulada por ninguna autoridad y todo está basado en la confianza a los algoritmos matemáticos que toman las decisiones; lo que provoca que no sea segura, por lo mismo se cree que dicha tecnología no satisface ni cubre una necesidad real y en consecuencia no es relevante.

Actualmente la tecnología *Blockchain* puede aplicarse casi a cualquier área o sector, sin embargo, ha llamado la atención en los últimos años la aplicación dentro de la auditoría de estados financieros para automatizar actividades y optimizar el trabajo, así como también aplicaciones en gobierno para cambiar la burocracia en los trámites y transparentar procesos.

No obstante, diversos medios de comunicación mexicanos afirman que no se le ha dado la importancia que debería a la Estrategia Digital Nacional (EDN) e incluso que ha quedado olvidada en los planes del nuevo gobierno y su Plan Nacional de Desarrollo, asimismo académicos de Universidades extranjeras han llegado a la conclusión de que a pesar de que el *Blockchain* sería una solución a diversos problemas en el país, no puede ser implementado del todo porque México no es un país que está digitalizado por completo.

La brecha digital, poca atención y la falta de seguimiento a la EDN y la falta de especialistas en tecnologías de la información, *blockchain* y Big data, así como auditores y profesionales de la contaduría con alto conocimiento de las nuevas tecnologías 4.0 son los principales obstáculos para el desarrollo de una red nacional de gobernanza *blockchain*.

Con este trabajo se propone identificar y analizar los principales elementos de la iniciativa *blockchain*, así como evaluar resultados que ha tenido el uso de esta tecnología en el sector público en México y los principales factores que influyen en su completo desarrollo.

### Pregunta de investigación

¿Cómo se ha adaptado la tecnología *blockchain* en la Administración Pública Federal y cuál ha sido su alcance para transparentar procesos gubernamentales?

### Objetivo

Identificar los conceptos básicos de blockchain para saber cómo se interrelaciona con los procesos gubernamentales en México

Analizar los factores para el desarrollo efectivo de una red blockchain en el país

Evaluar los resultados de los proyectos implementados en el sector público utilizando la herramienta tecnológica denominada blockchain.

### Hipótesis

La adaptación de la tecnología blockchain en el sector público en México no ha tenido el alcance esperado derivado de que el entorno digital no es óptimo, no hay un seguimiento adecuado a los proyectos de implementación y la inversión en tecnología en el país es insuficiente

### Tipo de investigación

El carácter de esta investigación es Observacional – No experimental, derivado de que se realizó sin manipular deliberadamente las variables, puesto que ya han ocurrido. La investigación se avoca a describir y explicar el fenómeno y sus efectos, es decir, analizar qué es la tecnología blockchain e identificar las aplicaciones que ha tenido ésta en el sector público en México. Además, de acuerdo con la temática, es un estudio transversal, ya que los datos se recolectaron en un solo momento, puesto que la investigación se realiza dentro del periodo de 2017 a 2019 y su propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en dicho periodo de tiempo.

### Metodología

La metodología que se empleó para la realización de esta investigación es deductiva, esto derivado de que a partir de situaciones generales, se llegan a identificar explicaciones particulares contenidas explícitamente en la situación general. En este caso, la situación general es el desarrollo e implementación de una red blockchain nacional, y las explicaciones particulares son los conceptos básicos para entender el blockchain, sus orígenes y los ámbitos donde ha tenido éxito su desarrollo.

El análisis, como lo menciona la Dra. Hortensia Lacayo “es la descomposición de un todo en sus elementos. El análisis inicia su proceso de conocimiento por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad; de este modo podrán establecerse relaciones causa - efecto.” (Lacayo Ojeda & Juárez González, 2013). Así, esta investigación analiza los componentes del proyecto Blockchain HACKMX y sus efectos.

### Resumen capitular

En el primer capítulo se presenta el marco contextual, donde se explica el origen de la iniciativa de México por implementar la tecnología *blockchain*. Además, se hace una

breve semblanza en la cual se mencionan algunos de los sectores donde el *blockchain* ha tenido impacto además del financiero; estos son la auditoría, contabilidad, así como el sector público y la democracia principalmente. En la última parte se hace un recorrido histórico de las iniciativas del gobierno de México para crear un entorno tecnológico inclusivo y funcional en el país.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en donde se establecen las bases de lo que es el *blockchain* desde sus orígenes, explicando sus conceptos y cómo se conforma además de dar una breve semblanza de cómo se ha ido desarrollando esta tecnología en el sector financiero a través de la disrupción del *Bitcoin* y las criptomonedas. Para finalizar el capítulo, se explora la tecnología *blockchain* más allá de los criptoactivos, incorporando información acerca de los *Smart contracts*, *Hyperledger* y *Distributed Ledger Technology* (DLT), los cuales son conceptos importantes para entender la iniciativa que se presenta más adelante en la investigación.

En el capítulo tercero, se lleva a cabo la identificación de esta nueva tecnología en el contexto mexicano aplicado al análisis del proyecto *blockchain HACKMX*, describiendo cómo se determinó que ese sería este el adecuado para comenzar a desarrollar las pruebas piloto para el uso de *blockchain*, así como su estructura y las etapas del proceso para su ejecución. En el final del capítulo se hace un recuento de los avances que se han tenido desde la fecha de inicio al segundo trimestre de 2019 en cuanto a la iniciativa anteriormente mencionada; además, se revisan las nuevas propuestas del llamado gobierno de transición en el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) presentado por la Oficina de la Presidencia de la Cuarta Transformación (4T).

Finalmente, en el capítulo cuarto se analizan algunos de los principales factores que influyen en el despliegue de la red de gobernanza *blockchain* en México. Estos son las regulaciones en materia de criptoactivos y tecnologías emergentes, el ecosistema digital que se tiene en América Latina, el actual modelo de transparencia (datos y gobierno abiertos) y por supuesto, el presupuesto que se invierte en innovación y tecnología cada año.

## 1 Marco contextual

### 1.1 Origen de la iniciativa de *blockchain* en México

Como parte del Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés *World Economic Forum*) año con año se realiza el informe de competitividad global. En la edición 2017 de dicho foro, nuestro país se encontraba en el lugar 51 de los 137 países que conforman el ranking del índice de competitividad, y cabe destacar que desde 2012 ha mantenido ese nivel con una ligera tendencia de mejora. Según este informe, el factor más problemático para hacer negocios en México es la corrupción, seguido del crimen y el robo y después la burocracia gubernamental ineficiente.

Derivado de esto, el WEF a través de la *Iniciativa de asociación contra la corrupción PACI* (por sus siglas en inglés *Partnering Against Corruption Initiative*) se dio a la tarea de realizar una serie de recomendaciones a México para comenzar a implementar la tecnología *blockchain* dentro de su investigación denominada *Infraestructura y desarrollo urbano. Construyendo bases para la confianza y la integridad*<sup>3</sup>.

Como es bien sabido, la corrupción está en todas partes y representa una gran amenaza, tanto para el sector privado y la sociedad civil como para las instituciones públicas. México está clasificado como uno de los países con el desempeño más bajo en transparencia, según el Índice de Percepción de la Corrupción<sup>4</sup>.

Actualmente, las herramientas digitales como las redes sociales pueden exponer el manejo de ciertas prácticas corruptas sin embargo también pueden usarse para ocultar o desvirtuar la información. La constante desconfianza y las demandas por mayor transparencia provocan que inevitablemente deba haber una reivindicación entre las relaciones sociedad-gobierno-empresa.

El proyecto mencionado anteriormente *Construyendo bases para la confianza y la integridad* es una herramienta de diagnóstico digital probada en la India y replicada en México, en la cual se presentan soluciones para atacar la corrupción creando transparencia en procesos estatales. Para esto, el WEF facilitó talleres y reuniones con

---

<sup>3</sup> En marzo de 2017, el Foro Económico Mundial presentó un caso de estudio sobre la corrupción en México, donde emitió como recomendación el desarrollo de aplicaciones basadas en tecnología *Blockchain*, con el objetivo de aumentar la transparencia, asegurar la autenticidad de la información pública y mejorar la confianza ciudadana en el gobierno. (Partnering Against Corruption Initiative - Infraestructura and Urban Development. Building Foundations for Trust and Integrity. World Economic Forum. 2017.)

<sup>4</sup> Cada año la organización Transparencia Internacional (TI) realiza el Índice de Percepción de la Corrupción. En 2017, nuestro país ocupó el lugar 135 de 180 naciones evaluadas, mientras que en el mismo estudio de 2016 se ubicó en el sitio 123 de 176.

líderes empresarios y representantes de gobiernos locales en donde se llegó a la conclusión de que para combatir la corrupción se tendría que trabajar con tecnologías que propiciaran la transparencia y la mejora de procesos. En los últimos años, el gobierno mexicano se ha comprometido a redefinir su relación con la ciudadanía y uno de los avances más importantes, también en el aspecto legal, ha sido la creación del Sistema Nacional Anticorrupción (SNA). No obstante, la tecnología tiene que jugar un papel importante como facilitador para recuperar la confianza con el ciudadano, para lo cual se han implementado estructuras de Datos Abiertos y Gobierno Electrónico a través de la Estrategia Digital Nacional (EDN), empoderando no solo a los ciudadanos, sino que además al sector privado y al mismo gobierno para así evitar actos de corrupción. Un ejemplo de esto es la implementación del Estándar de Contrataciones Abiertas<sup>5</sup> (OCDS por sus siglas en inglés *Open Contracting Data Standard*) aplicado en COMPRANET<sup>6</sup>. Cabe destacar, que los contratos de obras públicas han sido identificados como el sector más vulnerable al soborno y la corrupción.

El principal problema es que no hay confianza; la confianza influye directamente en el desempeño institucional y éste a su vez forma la confianza en el ciudadano.

Una encuesta que se realizó para el informe de caso de estudio del WEF, muestra qué tanta probabilidad hay de que las partes interesadas realicen prácticas corruptas en México.

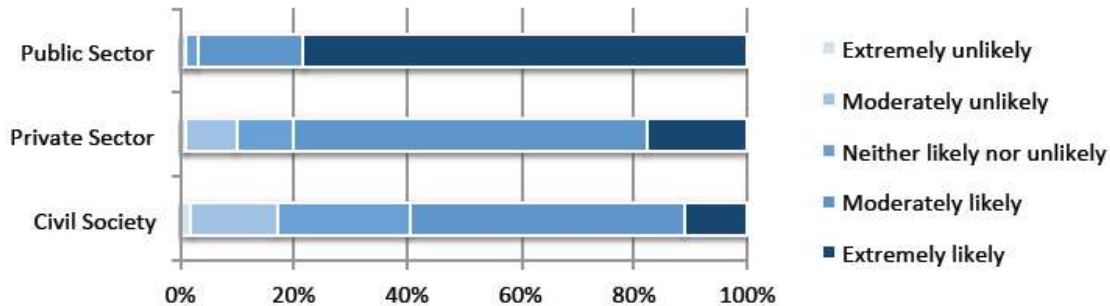
---

<sup>5</sup> La Ciudad de México es la primera ciudad del mundo en publicar información de contrataciones sobre las etapas de planificación, licitación, adjudicación e implementación mediante el uso de esta herramienta.

<sup>6</sup> Sistema electrónico de información pública gubernamental en materia de contrataciones públicas y es de uso obligado para los sujetos señalados en el artículo 1 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (LAASSP) y de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM)

## Ilustración 1. Probabilidad de participar en una práctica corrupta en México

: Likelihood to be engaged in corrupt practice in Mexico



Fuente: Partnering Against Corruption Initiative - Infraestructura and Urban Development. Building Foundations for Trust and Integrity. World Economic Forum. 2017

El 84% del sector privado y el 80% de la sociedad civil perciben al sector público como “extremadamente probable” para participar en prácticas corruptas.

Por lo anterior, en dicho caso de estudio se presentan cuatro habilitadores para comenzar a combatir o minimizar prácticas corruptas, estos son:

1. Aplicación del estado de derecho
2. Liderazgo: la conexión para actuar con integridad
3. Formación y educación: cambiando el paradigma; y
4. Habilitadores tecnológicos: instrumentos para generar confianza e integridad

Es en este último punto donde se origina el tema al que se avocará la presente investigación.

En la era digital, la tecnología ha proporcionado a los ciudadanos voz y empoderamiento en la relación gobernante – gobernado. Estos instrumentos o habilitadores tecnológicos utilizados para generar confianza e integridad en el actuar del gobernante, son esencialmente cuatro: los datos abiertos, el gobierno electrónico, herramientas tecnológicas lideradas por la comunidad (redes sociales, change.org) y *blockchain*. De forma más específica, el WEF emitió una recomendación para desarrollar la aplicación de *blockchain* digital mediante un *backbone*<sup>7</sup> que aumente la transparencia corporativa

<sup>7</sup> Una red troncal es la parte de la infraestructura de red informática que interconecta diferentes redes y proporciona una ruta para el intercambio de datos entre estas diferentes redes (<https://www.techopedia.com>)

y gubernamental, asimismo que proporcione una prueba de existencia irrefutable y establezca un estándar de confianza. La acción propuesta por PACI es un proyecto piloto denominado *Anti-Corruption Backbone Blockchain* (ACBB). Se espera que este *libro mayor compartido* pueda garantizar que las transacciones y datos compartidos con sistemas centrales sean consistentes y libres de errores.

Es así que, a partir de dicho caso de estudio, nace la iniciativa por parte de la Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN) de la Oficina de la Presidencia y la Unidad de Gobierno Digital (UGD) de la Secretaría de la Función Pública (SFP) quienes como responsables de promover e impulsar el aprovechamiento de las Tecnologías de la Información en el gobierno, trabajaron en el desarrollo de la iniciativa *Blockchain HackMX* así como en un caso de uso para desarrollar el proyecto piloto. A continuación, se dará una explicación más a fondo del impacto de la cuarta revolución industrial en diferentes sectores, así como del blockchain y algunas de sus aplicaciones.

## 1.2 Principales sectores de impacto

### 1.2.1 Economía y Sector financiero

La industria financiera se mantuvo controlada durante mucho tiempo por las instituciones, es decir, seguía siendo un sector conservador, aunque por otra parte también se ha mantenido al pendiente de los cambios tecnológicos a diferencia de otros sectores que veremos en los siguientes capítulos, los cuales migraron rápidamente a las formas digitales. Derivado de esto se podría inferir que llegó la tecnología disruptiva con las criptomonedas, el *blockchain* y la Tecnología Contable Distribuida (DLT por sus siglas del inglés), para renovar todo lo que hasta ahora se conocía.



Tabla 1. Ventajas y desventajas de la tecnología blockchain en el sector financiero

Aspectos positivos de <i>blockchain</i> en el sector financiero	Aspectos negativos de <i>blockchain</i> en el sector financiero
Favorece el desarrollo de transacciones sin la intervención de intermediarios.	La falta de regulación genera incertidumbre sobre la validez de las operaciones.
Reduce los costos transaccionales.	Su funcionamiento descentralizado no contribuye a la prevención de lavado de activos.
Fomenta la participación de los actores marginados por el sistema tradicional.	Es una competencia desleal para las entidades financieras tradicionales que deben contemplar regulaciones severas y su costo.

### 1.2.2 Sector contable y aseguramiento

“La complejidad, volatilidad e incertidumbre de los actuales escenarios económicos y de negocios son causadas por la innovación que aplican las nuevas tecnologías en cualquier área de las organizaciones y de su ecosistema” (Galicia Villanueva, 2018) así define a la innovación, la Dra. Galicia, además menciona que hay dos tipos básicos de innovación la tecnológica y la innovación para crear valor centrado en el cliente o usuario. Es en esta última donde el profesional de la contaduría debe ser partícipe y actualizarse para tener conocimiento de todos los fenómenos digitales que son parte de la Cuarta Revolución Industrial puesto que el WEF ha identificado que hacia 2025 el impacto de las Tecnologías Exponenciales será de 73% de que un gobierno recaude sus impuestos utilizando *blockchain* y que el 30% de las auditorías sea con inteligencia artificial<sup>8</sup>

El valor agregado en la profesión contable se entiende como la manera de evolucionar con el entorno y tomar a la tecnología como herramienta principal de trabajo; no solo

<sup>8</sup> el World Economic Forum realizó en el año 2015 la encuesta “Technological Tipping Points” [puntos tecnológicos de inflexión] para intentar entender cuándo podrían llegar a ocurrir varios cambios importantes en los negocios y sociales, orientados por la tecnología.

refiriéndose a los correos electrónicos, uso de sistemas ERP, facturación electrónica, etc., sino al nuevo rol que debe tener el profesionista para mantenerse vigente. De acuerdo con el contador Antonio Rodríguez, menciona que hay actualmente cuatro tipos de perfiles profesionales de la contaduría acorde con sus competencias:

- Contador capturista
- Contador analista
- Contador asesor
- Contador estratega

El contador capturista tiene los conocimientos básicos de la profesión y usa la tecnología para lograr tareas de registro y llenado de formatos, así como atender mayor volumen transaccional.

El contador analista realiza actividades de análisis de información como estructuras de costos, análisis de variaciones, financiero y fiscal e interpretar resultados.

El contador asesor por su nivel de entendimiento de los negocios puede aconsejar alguna acción que favorezca a la empresa y a sus accionistas. El dominio y comprensión de la tecnología es indispensable en este nivel.

Por último, el contador estratega entiende no solo el negocio también su entorno y es por eso por lo que amplía sus conocimientos fuera de la rama profesional para ser un agente de cambio.

Por otra parte, el profesional de la contaduría que se especializa en el área de auditoría también tiene retos que llegan con la tecnología. Debe estar al pendiente de actualizaciones sobre cambios y nuevos requisitos de organismos reguladores tanto internacionales como locales que se relacionen con la información financiera a auditar. Además de actualizaciones sobre emisión de Normas de Información Financiera mexicanas o IFRS (dependiendo del ente auditado) y por último tener siempre en cuenta las herramientas tecnológicas que faciliten y den más certeza a su trabajo. El auditor tiene una gran responsabilidad puesto que es el único profesional que puede emitir una opinión acerca de la situación financiera de una organización y dar confianza a las partes interesadas, por lo cual debe ir siempre un paso adelante.

De forma más concreta, *blockchain* aplicado en auditoría podría facilitar la estandarización y transparencia en el procesamiento de la contabilidad, lo cual permitiría

una extracción de datos y análisis más eficiente. En cuanto a las aseveraciones de los estados financieros podría verificarse efectivamente la ocurrencia en la cadena de bloques y tener la evidencia; no obstante, no se exenta de evitar el juicio del auditor para corroborar si las operaciones son válidas, se realizaron entre partes relacionadas o están mal agrupadas y clasificadas en los estados financieros, por lo que el juicio profesional y el escepticismo no deben estar ausentes. La principal ventaja del uso de blockchain en auditoría es poder trabajar con grandes cantidades de datos, puesto que ya sería posible revisar el 100% de la población, además de reducir tiempos y aumentar la eficacia en la entrega de los informes financieros.

Recientemente el consejo mexicano de Normas de Información Financiera ha emitido cambios en la norma C-22 *Criptoactivos* que entrará en vigor a partir de 2020. Esto ha posicionado a México como el primer país en LATAM en atender este tema.

### 1.2.3 Sector público

Los cambios tecnológicos han sido un gran reto sobre todo para el sector público, puesto que son responsables de múltiples tareas tanto de implementar políticas, recaudar impuestos y ofrecer servicios, así como de responder a las exigencias de participación ciudadana y sobre la transparencia de los recursos que utiliza para llevar a cabo sus actividades. Hasta ahora, “la solución ha consistido en implementar herramientas basadas en tecnologías de la información que han permitido desarrollar lo que se ha conocido como gobierno electrónico y/o administración electrónica.” (Cordero Valdavidia, 2019)

La importancia de la tecnología blockchain es el poder transformar procesos, ya que muchas veces la falta de información provoca la ausencia de trazabilidad efectiva y transparencia. Cuando se produjo el gran cambio de archivos en papel a electrónicos mejoró en gran medida la eficiencia y se redujo el costo de gestión de la información. Posteriormente con la llegada del internet se agregó valor a la información haciendo los datos transparentes y accesibles.

Ahora con el blockchain se han identificado tres variantes para su uso en gobierno: mantenimiento de registros, transferencias de valor y contratos inteligentes. De forma

aplicada los casos de uso que más se han implementado alrededor del mundo son la gestión de identidad, registro de propiedades y votación.

Un ejemplo es Estonia, un país líder en alfabetización tecnológica y servicios electrónicos, está utilizando la tecnología Blockchain para resguardar un millón de registros de salud, lo que hace que sea imposible alterar cualquier cambio en los registros de atención médica. Los ciudadanos de Estonia llevan una tarjeta inteligente que almacena sus datos y les da acceso a más de 1,000 servicios gubernamentales. Además, también ha desarrollado proyectos para votación y gestión de identidad.

El proyecto de votación fue completado con éxito por Nasdaq, su objetivo era “agilizar un proceso que actualmente es muy manual y requiere mucho tiempo” (Irrera, 2017). La prueba de votación por poder fue anunciada por primera vez a fines de 2015; la tecnología permitió a los inversores que poseen acciones de compañías que cotizan en la Bolsa de Valores de Tallinn<sup>9</sup> votar en línea durante las reuniones de inversionistas o transferir sus derechos de voto a un representante.

En cuanto al tema de salud, Estonia se propuso asegurar la integridad de la información que procesa y almacena, pues es fundamental para la gobernanza electrónica. Para esto, en 2011 *Guardtime*<sup>10</sup> se asocia con la Autoridad de Salud Electrónica de Estonia para asegurar más de un millón de registros de atención médica a través de la tecnología *blockchain Keyless Signature Infraestructur* (KSI) que proporciona autenticación de datos a gran escala sin depender de autoridades de confianza centralizada. Con esta tarjeta los ciudadanos pueden vincularse al registro de atención médica, entonces “la cadena de bloques garantiza una cadena de custodia clara de cómo se gestionan los registros” (Allison, *Guardtime secures over a million Estonian healthcare records on the blockchain*, 2016) y a su vez proporciona también protección de datos. Todos estos logros se dieron porque Estonia ha estado a la vanguardia en temas de innovación de la sociedad digital y gobernanza electrónica.

Por otra parte, en Japón el Ministerio de Comunicaciones pondrá a prueba una versión basada en *Blockchain* de un sistema para procesar licitaciones de gobierno. Se proyecta que el sistema basado en Blockchain facilitará el proceso de licitación tanto para el

---

<sup>9</sup> La Bolsa de Valores de Tallinn es el único mercado secundario de valores regulado en el país. Tallinn es la capital de la República de Estonia.

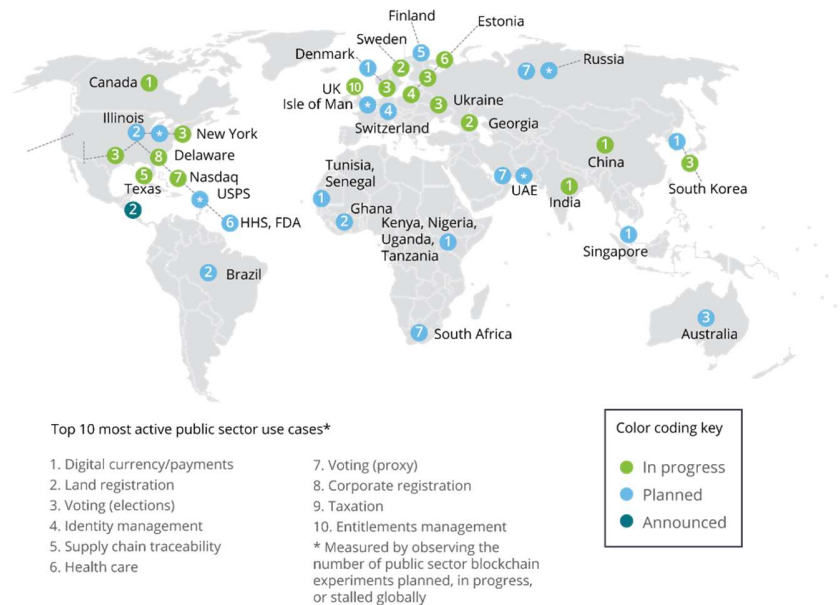
<sup>10</sup> proveedor de seguridad cibernética que utiliza sistemas blockchain para garantizar la integridad de los datos

gobierno como para el sector privado. Sin embargo, donde realmente están poniendo sus esfuerzos es en implementar *bitcoin* como forma de pago. Hasta ahora la mayor parte de su sistema financiero se basa en pagos en efectivo “lo que le lleva a tener más de 200.000 cajeros automáticos y a incurrir en un gasto anual de más de 16.000 millones de euros para mantener en pie sus singularidades financieras.” (Economía Digital, 2019)

Finalmente, otro ejemplo es la principal agencia de logística del gobierno de Estados Unidos está estudiando *blockchain* como una forma de volver a visualizar su proceso de revisión de contratos. La Administración de Servicios Generales (GSA) está buscando un contratista que lo ayude a evaluar cómo se puede integrar blockchain en su sistema FASTlane, un sistema lanzado el año pasado como parte de un esfuerzo más amplio para simplificar la forma en que las empresas más pequeñas, especialmente las de TI, compiten por contratos gubernamentales. Mientras que en el estado de Delaware se está probando un sistema de registro corporativo basado en blockchain además de explorar la emisión de acciones o *distributed ledger shares*.

## Ilustración 2. Comportamiento de *blockchain* en el sector público a marzo de 2017

Blockchain experiments in the public sector are accelerating globally, with a concentration in the US and Europe.



Fuente: tomada de <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/public-sector/understanding-basics-of-blockchain-in-government.html>

Dentro del documento a analizar *blockchain HACKMX* se incluyen como punto de comparación a Estonia, Japón y Estados Unidos de América como casos de éxito en implementación de *blockchain* en el sector público. No obstante, estos tres países que sirven como referencia dentro del ranking de competitividad del WEF tienen un ambiente de desarrollo muy diferente al que presenta México. Estonia, por ejemplo, se encuentra en el lugar 30 del ranking general sin embargo a lo largo de los años ha escalado 5 lugares. En cuanto a Japón, a pesar de las altas y bajas que ha tenido a través de los años se encuentra en el lugar 9 y finalmente Estados Unidos de América, que está en el lugar 3 del ranking general, ha mejorado con el paso del tiempo pues en 2012 se encontraba en el séptimo lugar. A continuación, se muestra la Tabla 1, con los puntos más importantes a considerar del ranking y qué lugar tienen los países en éste

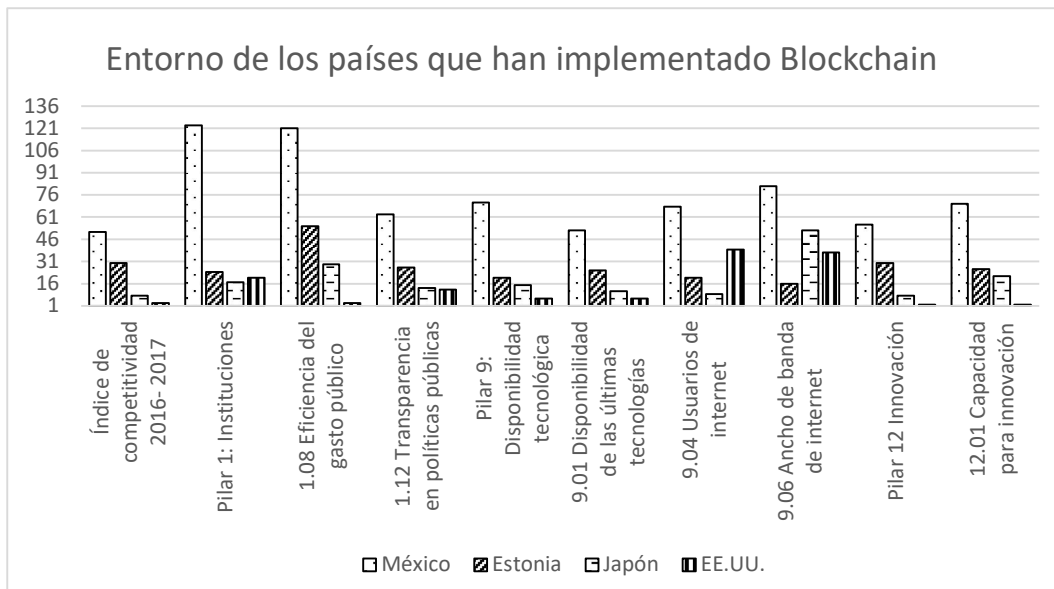
Tabla 2. Comparativo de posiciones en el ranking del WEF

	México	Estonia	Japón	EE. UU.
Índice de competitividad 2016- 2017	51	30	8	3
Pilar 1: Instituciones	123	24	17	20
1.08 Eficiencia del gasto público	121	55	29	3
1.12 Transparencia en políticas públicas	63	27	13	12
Pilar 9: Disponibilidad tecnológica	71	20	15	6
9.01 Disponibilidad de las últimas tecnologías	52	25	11	6
9.04 Usuarios de internet	68	20	9	39
9.06 Ancho de banda de internet	82	16	52	37
Pilar 12 Innovación	56	30	8	2
12.01 Capacidad para innovación	70	26	21	2

Fuente: elaboración propia con base en Schwab, K. (26 de 09 de 2017). The Global Competitiveness Report 2017-2018. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>

En la ilustración 3 se observa como México está muy por debajo de los resultados obtenidos por los países en donde ya se implementó *blockchain* en algún uso del gobierno, como se mencionó anteriormente. El nivel más alto representa el número de países que conforman el ranking, es decir, entre más cerca esté del número uno es mejor la calidad en cuanto a los pilares que se tomaron como referencia y viceversa.

Ilustración 3. Gráfica comparativa del entorno en México y otros países del ranking



Fuente: elaboración propia con base en Schwab, K. (26 de 09 de 2017). The Global Competitiveness Report 2017-2018. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>

### 1.3 Antecedentes de innovación tecnológica en México

Anteriormente, en el Programa para un Gobierno Cercano y Moderno 2013-2018<sup>11</sup> ya se tenía contemplado un Modelo de Gobernanza de Internet con el propósito no sólo de ampliar y fortalecer el liderazgo en la construcción de una agenda digital global, sino con la intención primordial de acercar el gobierno a la gente. Esta estrategia transversal "Gobierno Cercano y Moderno" del Plan Nacional de Desarrollo (PND) también tiene como objetivo promover un gobierno con políticas y programas enmarcados en una administración pública orientada a resultados, que sea eficiente y tenga mecanismos de evaluación que mejoren su desempeño, que optimice el uso de los recursos públicos, que simplifique la normatividad y trámites gubernamentales, que rinda cuentas de manera clara y oportuna a la ciudadanía, y que utilice las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC), esto a través de cinco objetivos y con indicadores que mostrarían el avance de dicho programa.

México, como muchos otros países, ha adoptado políticas públicas de gran alcance para las tecnologías de información y la comunicación (TICs) a lo largo de los años. Lo que inicialmente fuera una política de adquisiciones de computadoras y desarrollo de sistemas para el gobierno se convirtió en la Política Informática, que si bien en algunos períodos se formuló para el país en su conjunto tuvo aplicabilidad principalmente para la acción del propio gobierno. A partir del año 2000, la importancia del desarrollo de conceptos como Sociedad de la Información y Sociedad del Conocimiento llevó al gobierno a formular el proyecto "e-México", que ha sido sucedido por el Proyecto Sociedad de la Información y el Conocimiento, varias formulaciones de una Agenda Digital, y en la actualidad la Estrategia Digital Nacional. Algunos aspectos sobresalientes de esta secuencia han sido la actividad del gobierno en promover actividades industriales y sociales, legislar, regular, e intervenir directamente en la dotación de equipos, producción de software y contenidos, construcción de redes, y adquisición, desarrollo y puesta en operación de sistemas del propio gobierno.

---

<sup>11</sup> Este Programa contempla los tipos de líneas de acción referidos en los "Lineamientos para dictaminar y dar seguimiento a los programas derivados del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018"



El proyecto de *blockchain* que se analizará en los siguientes capítulos y que intenta prácticamente una reingeniería de los procesos con los que actualmente se realizan las licitaciones públicas llega en un momento en el que muchos de los entes públicos no han terminado de adecuar sus procesos contables a la armonización que se dio desde la publicación de la Ley General de Contabilidad Gubernamental<sup>12</sup>. De acuerdo con el Sistema de Evaluaciones de la Armonización Contable (SEVAC) en la cuarta evaluación de 2018 reporta un cumplimiento medio con 67.43%. Esto quiere decir que los entes públicos en su mayoría entidades federativas y municipios no han logrado la armonización plena en materia de contabilidad gubernamental, más del 30% aun están en fase de implementación de un sistema contable o en vías de migrar a otro que les facilite la gestión financiera. Cabe destacar que también existen aun entidades que ni siquiera aspiran a esto debido a sus limitaciones en infraestructura y tecnología.

## Comentarios

La trazabilidad de registros es indispensable para asegurar la protección de datos y así darles seguimiento a las operaciones sea cual sea el sector en el que se desarrolle la tecnología que anteriormente se menciona. Es importante destacar que el *blockchain* ha sido un hito en el sector privado en las distintas esferas en las que se ha aplicado. Las ventajas más visibles es aumentar la velocidad y eficiencia de las transacciones, así como mayor seguridad de éstas. Y por supuesto los principales obstáculos que enfrentará es la resistencia a los cambios sobre todo en entornos tan regulados como este. Para lograr el éxito de esta tecnología es indispensable la aceptación, después la comprensión y entendimiento y finalmente los costos.

## 2 Marco teórico. Conceptos básicos de *Blockchain*

### 2.1 Origen del *blockchain*

A lo largo de la historia, la humanidad ha sido testigo de grandes revoluciones que marcaron pautas en cuanto a la generación de conocimiento, y por supuesto buscando

---

<sup>12</sup> Publicada en el diario oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2008 y última modificación el 30 de enero de 2018

siempre la aplicación de éstos para obtener una mejor calidad de vida. Antes de comenzar con el concepto de Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, que es de donde surge el tema a tratar en esta investigación, es necesario recapitular y hacer una semblanza de las tres revoluciones industriales que anteceden.

La primera revolución industrial tuvo lugar en Gran Bretaña entre 1780 y 1850, lo cual dio origen al denominado “capitalismo industrial”, como lo menciona Salvador Salort, esta revolución tuvo tres principales estructuras que se relacionaban entre sí, por lo cual se afectaban mutuamente. A continuación, se detallan:

1. La primera estructura fueron las numerosas manifestaciones de inventos e innovaciones tecnológicas lo cual alentó sobremanera la función productiva.
2. A la par se produjeron profundos cambios de carácter socioeconómico, político, institucional e ideológicos principalmente, dichos cambios provocaron la proliferación del primer punto.
3. A raíz de lo anterior y como consecuencia obvia, se vislumbró un “nuevo sistema económico internacional, producto de la actual globalización o mundialización económica” (Salort i Vives, 2012)

Queda claro que los avances tecnológicos de la época fueron punto clave para que se diera el cambio de feudalismo a capitalismo, además de que algunos de esos cambios fueron tan profundos que perduran hasta la actualidad.

La Segunda Revolución Industrial comprendió el periodo de 1870 hasta 1970, a diferencia de la primera ésta se enfocó a temas más económicos y sociales y como lo menciona el autor “se pueden distinguir dos subperiodos: el que va desde 1870 hasta aproximadamente la década de los años 30 del siglo XX, en el que se desarrolla el Estado providencial; y el que se extiende desde el final de la Segunda Guerra Mundial, 1945 , hasta los años 70 , periodo de implantación y extensión del Estado del Bienestar” (Salort i Vives, 2012). La creciente demografía tanto en Europa como en Estados Unidos propició que se diera esta segunda revolución, sobre todo en este país y gracias a su industrialización. Las fábricas se convirtieron en empresas modernas, la división del trabajo tomó auge así también la mano de obra no calificada.

Finalmente, llega la Tercera Revolución Industrial o Revolución Digital cuyo eje principal es la información, así como los medios electrónicos y las telecomunicaciones. Al igual

que en la primera y en la segunda revolución industrial, la revolución digital supuso un cambio en los procesos sociales, los artesanos se vieron muy relegados, los oficios se convirtieron en actividades automatizadas fácilmente reemplazables. El rasgo esencial fue la aplicación masiva de la tecnología en los procesos productivos.

En 1989 Tim Berners-Lee desarrolló el *World Wide Web*, concebido como un sistema para compartir información y resultados del Laboratorio Europeo de Física, tras muchas adecuaciones salió a la luz la primera página de internet el 6 de agosto de 1991 y a partir de aquí ocurrió una transformación económica que hizo crecer a *Silicon Valley* así como modernizar la industria y los modelos de negocio.

La disrupción del internet trajo consigo beneficios, como hacer de la comunicación un proceso más rápido y eficiente, sin embargo, derrotó al monopolio de los medios de comunicación tradicionales sólo para posicionarse en su lugar.

El concepto de Cuarta Revolución Industrial surge en 2011<sup>13</sup> “para referirse al conjunto de innovaciones tecnocientíficas, cuya sinergia permite producir bienes y servicios en la actualidad.” (Álvarez Argüelles, 2018). No fue sino hasta 2013, en la misma feria industrial, cuando un *focus group* presentó sugerencias para la implementación de la industria 4.0.

La industria 4.0 conlleva técnicas avanzadas de producción en combinación con tecnologías inteligentes que se integran en las organizaciones, así como las personas y los activos. Las nuevas tecnologías de esta industria son la robótica, inteligencia artificial, Internet de las cosas y por supuesto el *blockchain*.

Este último, tiene su origen en medio de la crisis de 2008 en EE. UU., un individuo anónimo que decidió utilizar como seudónimo Satoshi Nakamoto, publicó un *paper* donde daba a conocer el *Bitcoin* y la tecnología *Blockchain*.

El *blockchain* se define de forma genérica como una “tecnología basada en la teoría de juegos, criptografía e ingeniería de software para que una red de computadoras anónimas pueda llegar a un consenso sobre un registro compartido”. Es una cadena de bloques de información unidos entre sí por algoritmos criptográficos, de ahí el nombre

---

<sup>13</sup> En Hannover, Alemania se realiza anualmente una feria industrial que reúne a toda la vanguardia de las innovaciones en el mundo de los procesos productivos.

*blockchain*, traducida literalmente cadena de bloques. (Ast, Federico; Universidad Austral, 2017). Es una base de datos en la que se escriben las transacciones en criptomonedas que hacen usuarios anónimos.

El *blockchain* permite la transferencia *peer-to-peer* de activos digitales, es decir, sin intermediarios; esta tecnología originalmente fue creada como la base de la criptomoneda denominada *Bitcoin*, sin embargo, por sí misma ha impactado en muchas otras áreas además de la financiera, llámese salud, gobierno, así como procesos de fabricación o distribución.

Las tres características fundamentales que definen a *blockchain* o cadena de bloques son la descentralización, transparencia e inmutabilidad. En las cuales ahondaremos a continuación.

- Descentralización: al ser una tecnología sin intermediarios, no existe una autoridad central que valide las operaciones, entonces la confianza se construye con base en programas de software que validan, verifican y hacen un consenso de las operaciones, es por eso por lo que se llama red descentralizada. De forma muy sencilla se explica en la siguiente imagen:

Ilustración 4. Forma básica de la diferencia entre centralizado, descentralizado y distribuido



Fuente: (Buterin, 2017)

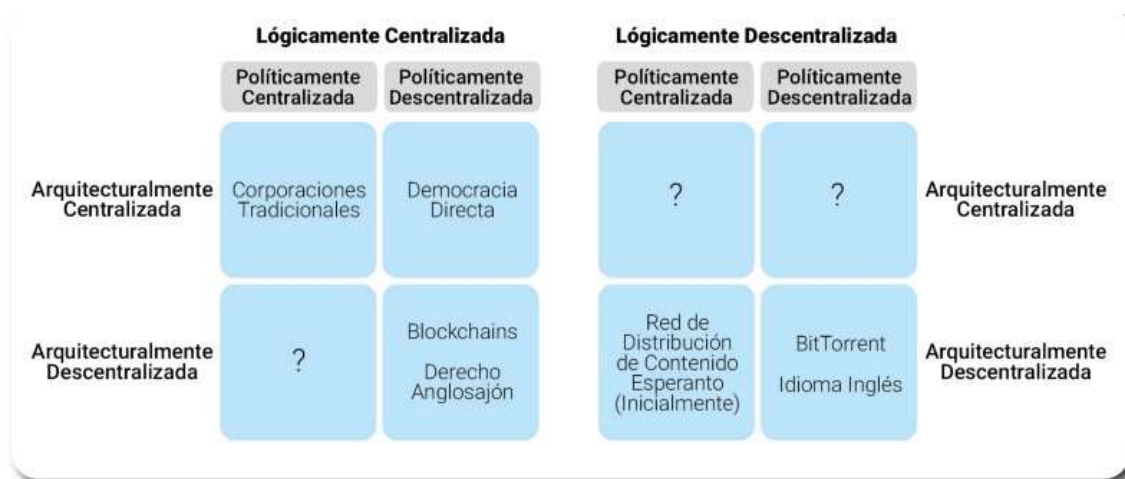
No obstante, el concepto de descentralización en criptoconomía y *blockchain* es un poco más complejo. De acuerdo con Vitalik Buterin, creador de *Ethereum*, existen tres tipos de descentralización de software y lo explica de la siguiente manera:

“Descentralización arquitectural. ¿De cuántas computadoras físicas está compuesto un sistema? ¿Cuántas computadoras pueden estar rotas en un momento dado sin que el sistema se resienta?

Descentralización política. ¿Cuántos individuos u organizaciones controlan las computadoras de las que se compone el sistema?

Descentralización lógica. ¿Las interfaces y estructuras de datos del sistema se parecen más a un único objeto monolítico o a una colmena amorfa? Una simple regla es: si cortaras el sistema en dos, ¿las dos mitades seguirían operando como unidades independientes?”  
(Buterin, 2017)

Ilustración 5. Tipos de descentralización



Fuente: (Buterin, 2017)

Como se observa en la imagen anterior, las *blockchain* están políticamente descentralizadas, esto es, nadie las controla; y arquitecturalmente descentralizada, es decir, no hay punto de falla central en la infraestructura, pero están lógicamente centralizadas o sea que hay un estado acordado entre todos y el sistema se comporta como una única computadora.

Un ejemplo más común, es cuando un individuo realiza una búsqueda en Google; se envía la consulta al servidor y éste responde con la información más relevante (relación cliente-servidor). Sin embargo, como se menciona anteriormente, una vulnerabilidad de la centralización es que los datos se almacenan en un solo lugar, lo cual los vuelve un

objetivo fácil para los *hackers* y además propicia que se deba realizar una mayor inversión en seguridad de la información.

- **Transparencia:** es la característica más interesante de esta tecnología, puesto que puede brindar privacidad y transparencia a la vez. Esto sucede porque la identidad del usuario está oculta a través de criptografía y se representa sólo por una dirección pública que mostrará el historial de transacciones, lo que lo vuelve transparente, y a su vez se espera que esto obligue a los usuarios a ser honestos.

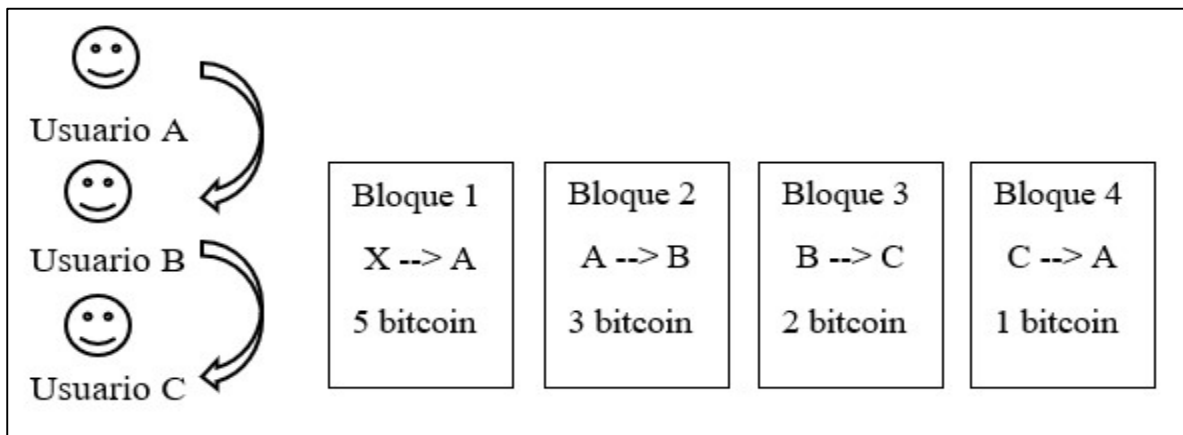
La transparencia le da importancia a *blockchain* en el sector gubernamental, puesto que al registrar información en una cadena de datos pública se queda grabada de forma permanente, es decir, existe una trazabilidad inmediata de los datos. De forma más ejemplificada, al utilizarlo en licitaciones de obra pública se podría dar seguimiento a los gastos e identificar a los usuarios que reciben pagos. Además, las investigaciones forenses -fraude y corrupción- que toman meses podrían acelerar sus tiempos. Es así como “Si cada parte involucrada desconfía de las razones y las acciones de las demás, resulta difícil llegar a un acuerdo. Pero si los gobiernos y las nuevas empresas de tecnología utilizaran una cadena de bloques pública, ambas partes podrían conseguir lo que quisieran (...) el gobierno utilizaría una ligera regulación algorítmica para proteger la seguridad y los derechos de los ciudadanos.” (Forde, 2017)

- **Inmutabilidad:** esta característica significa que una vez que se ha ingresado algo en la cadena de bloques no se puede alterar. Esto se logra a través de una función *hash* criptográfica, la cual debe tener ciertas propiedades para ser considerada segura, una de ellas es el efecto avalancha.

El efecto avalancha se refiere a que incluso si se realiza un pequeño cambio en la entrada afectará el hash de salida. De forma muy simple detallo cómo funciona una transacción en la red *blockchain de bitcoin* de la siguiente manera:

En la red hay tres usuarios, se observa que en el primer bloque se le han transferido cinco *bitcoin* (BTC) al usuario A; en el segundo bloque el usuario A le transfiere tres BTC al usuario B mientras que en el tercer bloque, el usuario B le transfiere dos BTC al usuario C. Finalmente en el bloque 4 el usuario C le transfiere un BTC al usuario A.

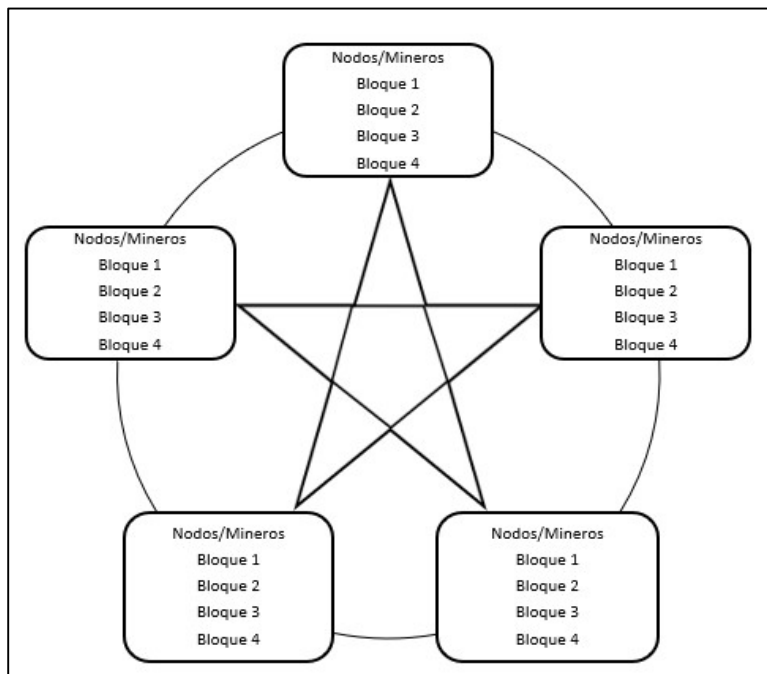
Ilustración 6. Representación gráfica de operaciones con bitcoin



Fuente: elaboración propia con base en Cómo funciona Blockchain. Explicación sencilla visual en español. (05 de 11 de 2017), Recuperado de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=hEoYL5j0wYU>. Consultado el 11 de 06 de 2019

Todas estas transacciones quedan grabadas en los nodos de la red y cualquier usuario de la red puede verificarlas y tener acceso a ellas en cualquier momento. Los mineros se encargan de que eso suceda, así como de tener el saldo final de cada usuario después de todas las operaciones realizadas.

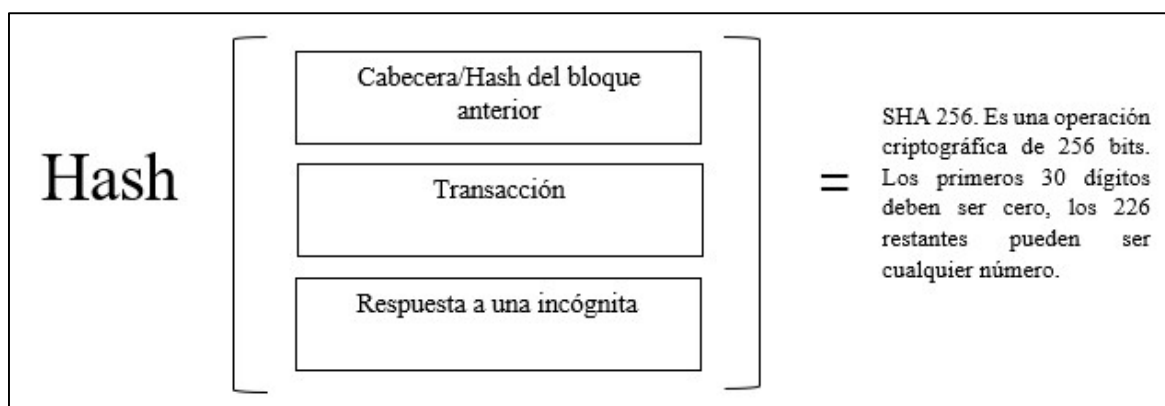
Ilustración 7. Representación gráfica de los nodos



Fuente: elaboración propia con base en Cómo funciona Blockchain. Explicación sencilla visual en español. (05 de 11 de 2017), Recuperado de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=hEoYL5j0wYU>. Consultado el 11 de 06 de 2019

Los mineros, para asegurarse que al realizar un quinto bloque no haya una colisión de datos, es decir, que los usuarios no hagan más operaciones de las que pueden hacer, necesitan tres elementos; primero es necesario tener el hash del bloque anterior, como segundo elemento se encuentra la transacción que da origen al bloque que se desea añadir y finalmente se necesita la respuesta a una incógnita.

Ilustración 8. Representación gráfica de un Hash en blockchain



Fuente: elaboración propia con base en Cómo funciona Blockchain. Explicación sencilla visual en español. (05 de 11 de 2017), Recuperado de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=hEoYL5j0wYU>. Consultado el 11 de 06 de 2019

La respuesta a la incógnita se encuentra prácticamente al azar, así se evitan las colisiones de escritura en el bloque porque es poco probable que dos mineros encuentren la respuesta al mismo tiempo. Los mineros reciben una compensación económica en bitcoin por encontrar respuesta a las incógnitas.

Es por esto por lo que las razones para que el *blockchain* parezca tan atractivo es que todos los nodos registran los bloques al mismo tiempo y sólo se puede escribir un bloque a la vez; en la red *bitcoin* tienen que pasar 10 minutos para registrar otro bloque no así en la red de *Ethereum* el tiempo de espera es de 1 minuto. Además, si las transacciones del bloque cambian, el hash cambia y se rompe la cadena.



## 2.2 Estructura y operaciones básicas

Para poder comprender el funcionamiento del *blockchain* es necesario conocer la jerga y conceptos básicos que se utilizan para llevar a cabo operaciones de *bitcoin*, por ejemplo. Estos son las transacciones, el UTXO, las operaciones básicas, los participantes de la red, el algoritmo utilizado y las clasificaciones de la cadena de bloques (pública, privada y autorizada).

Como se observó en el esquema del punto 2.1, se realizaron varias transacciones, la cuales están contenidas dentro de un hash criptográfico. Éstas deben tener las siguientes características para que se pueda llevar a cabo la operación:

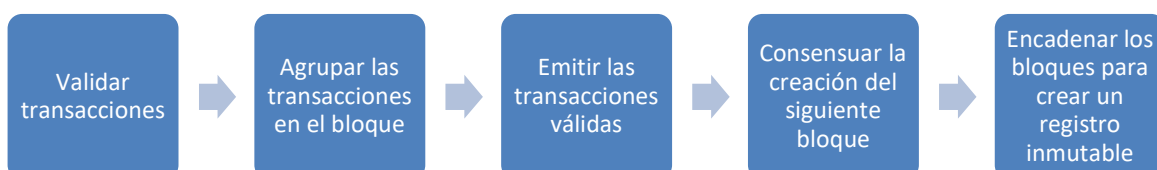
- Número de referencia de la transacción actual
- Referencias a una o más UTXO de entrada
- Referencias a una o más UTXO de salida
- Cantidad total de entrada y de salida

Un concepto fundamental como criterio de validación en una red *bitcoin* es el llamado “*Unspent Transaction Output*” (traducido literalmente como salida de transacción no utilizada) también conocido como UTXO. El UTXO define las entradas y las salidas de una transacción, sus principales características son:

- Sirve como identificador único de la transacción que creó el UTXO.
- Es un índice o posición del UTXO en la lista de salida de la transacción.
- Tiene un valor (bueno por)
- Puede contener texto (para establecer las condiciones en que se dará la transacción).

Entonces, con estos dos conceptos podemos llegar a la explicación de las operaciones básicas de *blockchain* las cuales se numeran en el siguiente diagrama:

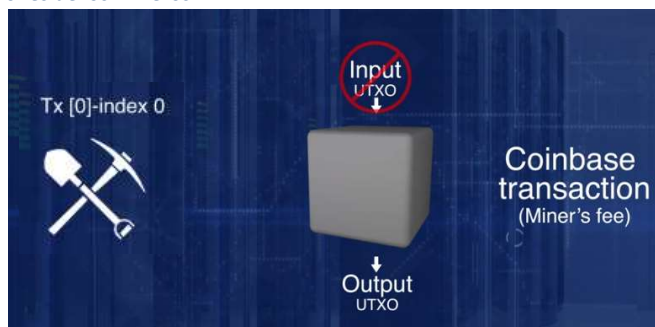
Ilustración 9. Diagrama de operaciones básicas de blockchain



Fuente: elaboración propia con datos tomados de *Blockchain Basics*

Para añadir una transacción, como se observa en la figura de arriba, debe ser válida; si no lo es, simplemente se rechaza. Posteriormente se añaden a un grupo de transacciones en donde los mineros eligen un conjunto de éstas para crear un bloque. Es entonces cuando los mineros entran en pugna para determinar quién se gana el derecho a crear el siguiente bloque resolviendo la incógnita del hash y obtiene un beneficio por ello. Aquí es donde entran los dos roles principales que tienen los participantes de la red *blockchain*: uno es el que inicia la transferencia de valor creando una transacción y el segundo, ya se ha mencionado antes varias veces y son los mineros. Los mineros son quienes recogen y verifican las transacciones; compiten por los derechos de la creación de un bloque, trabajan por el consenso<sup>14</sup> al validarlo (tomando en cuenta más de 20 requisitos, ej.: tamaño, sintaxis...), emiten el nuevo bloque y confirman las transacciones. Cuando realizan una transacción índice cero o transacción *coinbase* se generan honorarios para el minero por la creación del bloque, estos honorarios equivalen a 12.5 BTC por cada BTC.

Ilustración 10. Transacciones de los mineros



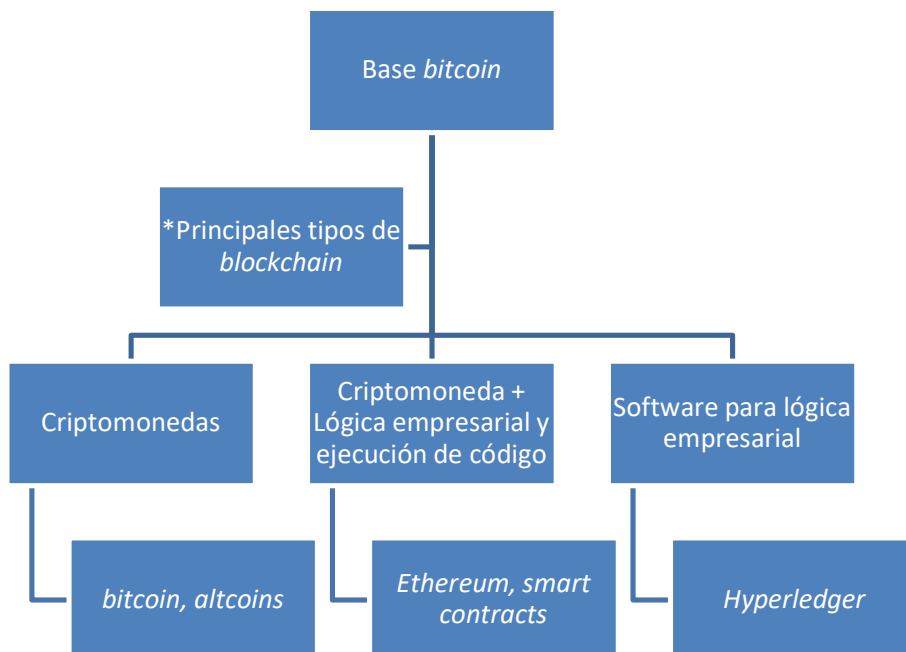
Fuente: tomada de *blockchain basics*

Más allá de *bitcoin*, es importante mencionar que su cadena de bloques es de código abierto, por lo que se extendió para lanzar diferentes criptomonedas; se introdujeron alrededor de 300 más, de las cuales se verán algunas en el punto 2.3. Una de las *blockchain* más interesantes ha sido *Ethereum*.

---

<sup>14</sup> El algoritmo de consenso se llama *proof-of-work protocol*

Ilustración 11. Principales tipos de blockchain



Fuente: elaboración propia con base en (Rosic, 2019)

Con la adición de la ejecución de código se tuvo que reconsiderar el acceso público a la cadena de bloques. Es por eso por lo que ahora se observan las *blockchain* clasificadas en públicas, privadas y autorizadas en función de los límites de acceso.

Las *blockchain* públicas, como se explicó antes, son de código abierto que puede modificarse, además cualquiera puede unirse e irse cuando lo deseen; los bloques de transacciones y cadenas de bloques se pueden observar públicamente, aunque los participantes sean anónimos. En las *blockchain* privadas el acceso está limitado a los participantes seleccionados lo cual ayuda a simplificar la creación de bloques y el modelo de contingencia. Por último, las *blockchain* autorizadas (o consorcio *blockchain*) están destinadas a un consorcio de partes colaboradoras para realizar transacciones en la cadena y facilitar el gobierno, procedencia de recursos y rendición de cuentas.

Importantes innovaciones como los *Smart contracts* (se traduce literalmente como Contratos Inteligentes) han abierto aplicaciones más amplias para la tecnología *blockchain*, más allá de las criptomonedas, sobre todo en el sector gubernamental como veremos más adelante.

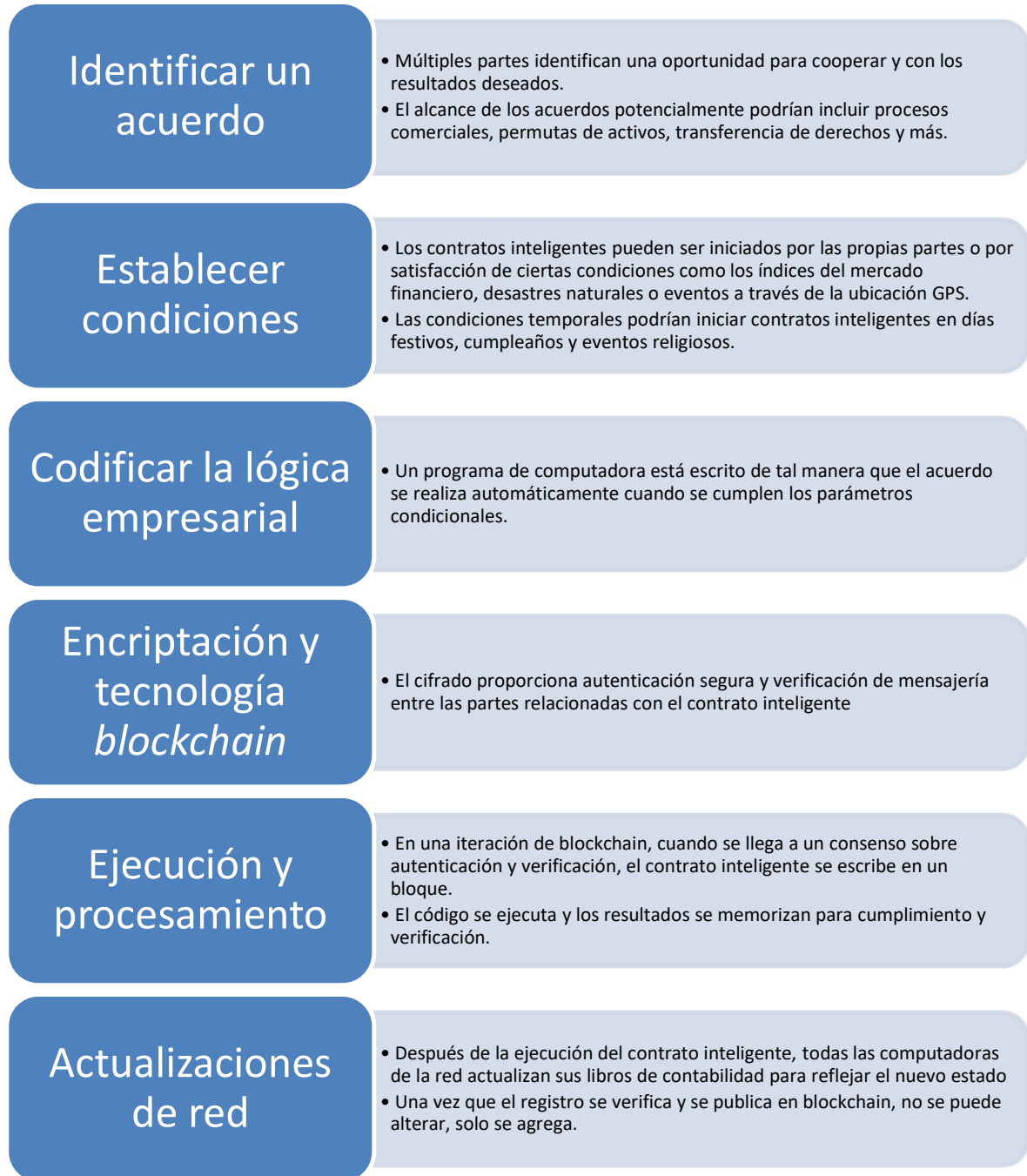
## 2.3 *Smart Contract, DLT e Hyperledgers*

### 2.3.1 *Smart Contract*

El origen de los *Smart contracts* (traducido literalmente como Contratos Inteligentes) podría remontarse al s. XVIII donde el filósofo británico Jeremy Bentham advirtió que la ley oral planteaba el riesgo de interpretaciones arbitrarias por parte de los jueces, es por eso que tuvo la iniciativa de escribir todas las leyes del mundo en un libro (codificación). El objetivo de Bentham era democratizar la justicia creando además un *Fondo de Justicia Equitativa* que subsidiaría a los ciudadanos de bajos recursos en la presentación de sus casos. También propuso que dichos procedimientos judiciales se desarrollaran sin tecnicismos que sólo entendían los jueces. Posteriormente, en 1996 el criptógrafo Nick Szabo propuso la idea de que el internet cambiaría la naturaleza de los sistemas legales a través del concepto de Contratos Inteligentes. La ejecución de éstos no dependen de una interpretación arbitraria ni de un sistema judicial lento y manipulable, sino que están escritos en código de computadora y la ejecución se realiza de manera automática cuando se cumplen las condiciones preestablecidas.

Fue hasta 2013 cuando Vitalik Buterin desarrolló una nueva cadena de bloques llamada *Ethereum*, la cual tiene una moneda denominada *ether* que puede almacenarse en una *wallet* para comprar y vender. *Ethereum* tiene un lenguaje de programación más complejo (*Solidity*), especialmente diseñado para correr *Smart Contract*. Se puede decir que los contratos inteligentes prometen la ejecución automática de contratos sin confiar en terceras partes y de manera imparcial; no hay intermediarios para redacción ni ejecución (abogados). La potencialidad de los *Smart contracts* radica en su capacidad para ejecutar las consecuencias acordadas y no en la *inteligencia* per se del contrato. Hay una condición que dispara un evento pactado entre dos agentes. Cumplida la condición, la propiedad del sitio se transfiere irrevocablemente; el comprador recibe las contraseñas y el título de propiedad online.

Ilustración 12. Anatomía de un Smart contract



Fuente: Tomado de *uses cases for business and beyond* (Smart Contracts Alliance, 2016)

Los *Smart contract* pueden ser una forma de transparentar los contratos de obra pública de los entes gubernamentales “Más allá de las monedas virtuales, como *bitcoin* o *ethereum*, la arquitectura de software que está por detrás -el *blockchain*- es una "tecnología política y social" que se está utilizando para crear esquemas sin una autoridad central, donde la confianza emerge de la estructura de la red, y puede usarse para distintos fines, desde certificación de títulos de propiedad hasta transferencias de ayuda humanitaria.” (Campanario, 2017)

Actualmente, el principal problema de los *Smart contract* es que sólo funcionan si hay un vínculo definitivo entre la versión digital y la versión física, es decir, activos o instrumentos digitales y portadores. Es por esto por lo que es indispensable que el mundo digital conecte con el mundo físico, a esto se le conoce como *problema de Oracle*. Para atacar este problema, tiene que haber confianza en un tercero para verificar los eventos en el mundo físico; plataformas como Orisi<sup>15</sup> se dedican a crear ecosistemas de fiabilidad para dar validación a las cláusulas del contrato inteligente, así como desencadenar sus consecuencias, en realidad esta plataforma funge como si fuera un juez.

### 2.3.2 *Distributed Ledger Technology* (DLT)

Los *Distributed Ledger Technology* (DLT por sus siglas en inglés) o tecnologías de registro distribuido, son bases de datos digitales replicados, compartidos y sincronizados que se extiende geográficamente a través de múltiples sitios en una red, es gestionada por varios participantes y no está centralizada. Tanto DLT como *blockchain* son libros de registro digitalizados y descentralizados. Una cadena de bloques es un tipo de DLT, pero no todas las DLT son *blockchain*. Anteriormente se habló de descentralización, y *blockchain* se puede entender como una DLT con características particulares, por ejemplo, bloques y *hash*.

Los registros distribuidos tienen un sistema de bases de datos sincronizadas que proporcionan un historial auditable de información y son visibles para cualquier persona dentro de la red.

---

<sup>15</sup> Orisi es un sistema distribuido que permite crear contratos inteligentes más seguros al confiar en múltiples oráculos para detectar cambios fuera de la cadena de bloques.

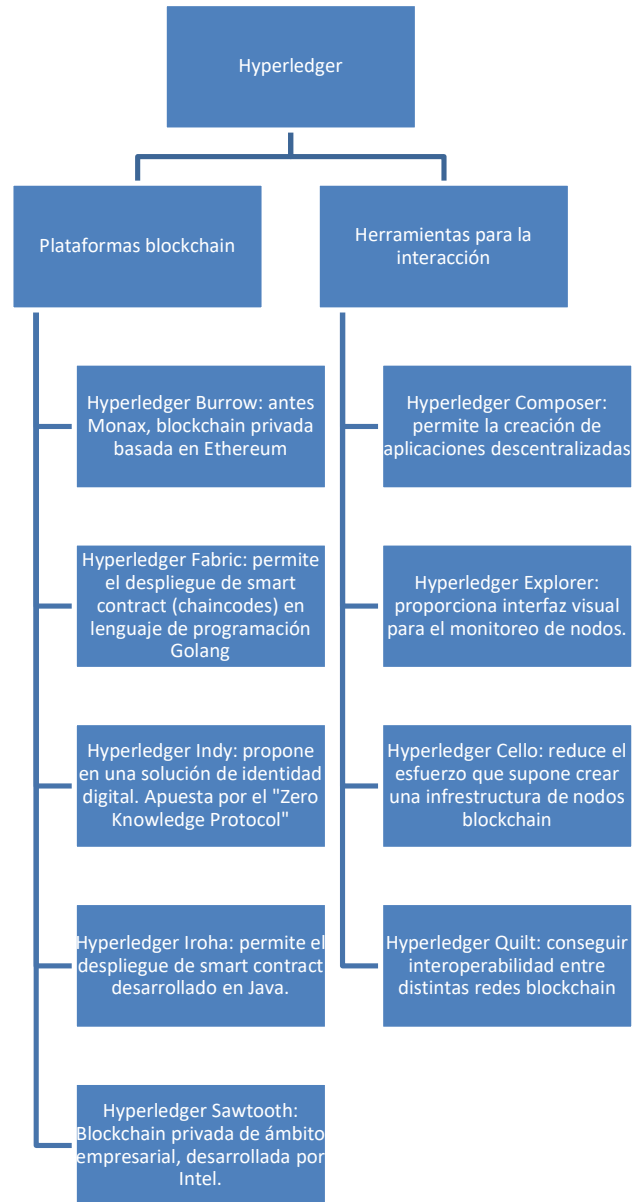
### 2.3.3 Hyperledgers

*Hyperledger* es un proyecto de código abierto (*open source*) creado en 2015 por Fundación Linux<sup>16</sup> cuyo objetivo es crear un ecosistema centrado en crear soluciones en el ámbito corporativo con DTL o *blockchain* privada. Incuba y promueve una gran variedad de negocios basados en cadena de bloques incluyendo marcos de referencia, librerías, interfaces gráficas y motores de *Smart contracts*, principalmente. En sus inicios, incluía dos proyectos originales: *Hyperledger Fabric* promovido por IBM e *Hyperledger Sawtooth* promovido por Intel.

---

<sup>16</sup> La Fundación Linux es un consorcio tecnológico creado a principios de 2010 y actualmente es un referente a nivel tecnológico

Ilustración 13. Clasificación y proyectos de Hyperledger



Fuente: elaboración propia con base en (Preukschat, 2018)



Existen tres tipos de miembros en Hyperledger:

1. Premier members: realizan una donación anual de 250 mil dólares
2. General members: pagan una tarifa en función del tamaño de la empresa.
3. Associate members: no realizan donaciones, pero son previamente aprobadas y se tratan de proyectos de código abierto, organismos gubernamentales u organizaciones sin ánimos de lucro.

Las ventajas del *Hyperledger* sobre *Ethereum* o *Bitcoin* es que disminuyen considerablemente los costos de operación o *gas*<sup>17</sup> y que, a diferencia de bitcoin, no requiere una alta carga computacional.

## 2.4 Criptomonedas y escepticismo

La innovación más importante de finales del s. XX y principios del s. XXI sin duda fue el Internet y la *world wide web* (www), hasta el año 2008 cuando la depresión financiera sacudió la economía y una persona con seudónimo Satoshi Nakamoto presentó una criptomoneda denominada *bitcoin*. Esta criptomoneda entró en funcionamiento el 3 de enero de 2009 y fue presentada como alternativa al sistema bancario tradicional. La filosofía de las criptomonedas descentralizadas es tener un sistema monetario donde todos sean tratados como iguales y no haya un organismo rector que pueda determinar el valor de la moneda en función de un capricho.

Cuando Satoshi Nakamoto desarrolló el software, estableció que se crearía un total de 21 millones de *bitcoin* en toda la historia. El número es arbitrario, pero lo importante es que el *bitcoin* es escaso por diseño. Su escasez está escrita en el código, nadie puede emitir más *bitcoin*. Hasta agosto del 2017, ya se habían creado unos 16,5 millones de BTC. Nakamoto y sus seguidores iniciales vieron en esta criptomoneda una herramienta para transformar un sistema que percibían como corrupto, llámese bancos centrales o sistemas bancarios tradicionales.

---

<sup>17</sup> El gas es el coste que tiene una operación en la red de Ethereum. Esta operación puede ser una transacción o una interacción con un smart contract. Este elemento fue introducido en la red con el fin de evitar comportamientos hostiles, desperdicio computacional de código o bucles infinitos accidentales.


Se estima que el último entrará en circulación en el 2140. Cada bitcoin es divisible hasta la 100 millonésima parte. A la unidad más pequeña se le conoce como un satoshi. El *bitcoin* fue la primera criptomoneda, pero no es la única. A las criptomonedas creadas después del *bitcoin* se les conoce como *altcoin*, por ser monedas alternativas. Algunas de estas criptomonedas fueron concebidas para disminuir el tiempo de validación en la cadena de bloques; otras incorporan algoritmos para reducir la concentración de poder en los mineros y otras más para aumentar la privacidad de las transacciones.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo con la imagen de las principales *altcoin*, que actualmente son más de 2000 criptomonedas en el mercado<sup>18</sup>, y en donde se revisan las principales diferencias entre cada una de ellas y el *bitcoin*.

Tabla 3. Principales altcoin

Cuadro comparativo de las principales criptomonedas ( <i>altcoin</i> )				
<i>Altcoin</i>	Año de creación	Desarrollador	Características	Imagen
<b>Litecoin</b>	2011	Charlie Lee	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuatro veces más rápida que BTC (tiempo de validación 2.5 minutos)</li> <li>- Facilita la minería, lo cual aumenta la descentralización.</li> </ul>	
<b>Dash (antes darkcoin)</b>	2014	Evan Duffield	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo PrivateSend con alto estándar de privacidad.</li> <li>- Tiempo de validación 2 minutos</li> </ul>	

<sup>18</sup> Se puede consultar la lista completa en [coinmarketcap.com](http://coinmarketcap.com)

<b>Ripple (antes opencoin)</b>	La idea inicial surgió en 2004. Fue aplicado en 2012	Ryan Fugger Chris Lancer Jed McCaleb	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin mineros</li> <li>- Supone que ciertos nodos son confiables (cadenas de confianza)</li> <li>- Se pierde la descentralización</li> </ul>	
<b>Monero</b>	2014	Nicolas Van Saberhagen (seudónimo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza una nueva técnica criptográfica llamada "ring signature" que es una firma colectiva, lo que le da mayor privacidad.</li> </ul>	
<b>Zcash</b>	2016	Zooko Wilcox	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza una nueva técnica criptográfica llama "zero knowledge proof"</li> </ul>	
<b>Ether</b>	2013	Vitalik Buterin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un token o ficha digital para uso en la red <i>Ethereum</i> con Contratos Inteligentes y Dapps</li> <li>- Tiempo de validación 16 segundos por bloque</li> <li>- A diferencia del <i>bitcoin</i>, esta es una moneda inflacionaria.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia con datos tomados de <https://medium.com/astec/altcoins-b68499b464f9>

El escepticismo hacia esta criptomoneda se debe a que es un activo muy propenso a ciclos de optimismo y de decepción, esto debido a que su oferta está limitada y su único mecanismo de ajuste es el precio, es por eso por lo que éste puede variar de formas muy extremas. JP Morgan Chase es uno de los detractores del *bitcoin*, pues considera que éste y demás criptoactivos son un fraude y están destinados al fracaso.

Otro detractor de las criptomonedas es el economista Paul Krugman<sup>19</sup>, quién atribuye el escepticismo a dos grandes razones. Por una parte, son los costos de transacción que derivan de la tendencia a reducir las fricciones de hacer negocios, es decir, eliminar el contacto y la cantidad de recursos requeridos para tal fin.

Retomando un poco la historia del dinero, las primeras monedas eran de oro y plata por lo tanto pesadas y costosas de producir; posteriormente se crearon los billetes respaldados por reservas de oro lo que reducía la necesidad física de metales preciosos y por supuesto, más fáciles de transportar.

Uno de los primeros cambios económicos importantes fue la transición hacia el dinero fiduciario, lo que eliminó en su mayoría el uso de oro y plata en el sistema monetario. Con el paso del tiempo las personas se alejaron gradualmente del efectivo; primero hacia los cheques, luego con las tarjetas de débito y crédito y finalmente métodos digitales (banca en línea o *apps* para transferencias). El hecho es que, desde la perspectiva de Krugman, *bitcoin* parece ir en retroceso respecto del sistema monetario actual, puesto que para participar en la cadena de bloques se necesita una computadora con gran capacidad de procesamiento lo cual implica un gran costo para minar (ganar) *bitcoin*, además “las criptomonedas tienen un alto valor de mercado, pero porque son compradas como elemento especulativo, no porque sean útiles como medio de intercambio” (Krugman, 2018).

La segunda razón es la ausencia de respaldo, pues el valor de esta criptomoneda depende meramente de expectativas, y pone como ejemplo un sencillo escenario: “si los especuladores tuvieran un momento colectivo de duda y creyeran que los BTC valen cero, valdrían cero” (Krugman, 2018). Podría darse un equilibrio donde el BTC siga en

---

<sup>19</sup> Premio Nobel de Economía 2008

uso para transacciones del mercado negro, evasión de impuestos y el anonimato, al igual que el efectivo. Los razonamientos de Krugman quieren llevar a que nos preguntemos ¿qué problema resuelven las criptomonedas?

Otra de las razones que argumentan los detractores de las criptomonedas es que son más susceptibles a fraudes. Los más comunes son las descargas de *malware*, en donde los estafadores provocan que los usuarios descarguen aplicaciones con una supuesta remuneración en criptomonedas, o algún software para ganar dinero minando. También las estafas con identidades falsas o *phishing* de proveedores de *wallet* o fundación bitcoin que solicitan las claves de acceso para robar las criptomonedas. Por último, los fraudes con esquemas piramidales o marketing multinivel que prometen grandes ganancias con una mínima inversión y convocando referidos que replican el esquema hasta que colapsa. No obstante, estos fraudes no son exclusivos de las criptomonedas y se basan en la misma premisa que los fraudes con cualquier moneda en curso: abusar de la inocencia de las víctimas.

En cuanto a riesgos de la tecnología *blockchain* en sí, agencias calificadoras como DBRS y Moody's, los han detectado sobre todo en su aplicación en el sector financiero; estas áreas críticas son las tecnologías de información, regulación y aspectos legales. Prevén que en cuanto más escalable y extenso sea el uso de *blockchain*, será menos seguro y más propenso a ciberataques. Sobre el aspecto legal, es que hoy no se puede saber si las inversiones aprobadas cumplirán con los requerimientos legales al momento en que las autoridades y legisladores decidan regular estos escenarios tan cambiantes.

## Comentarios

Como se vio a lo largo del capítulo, las revoluciones industriales tuvieron en común la generación de un cambio. La aparición de *Blockchain*, en 2008, ha sido hasta ahora el fenómeno más importante de la revolución industrial 4.0, pues parece que provee solución a algunos problemas de la sociedad actual como tener monedas alternativas para realizar transacciones sin costo o a un bajo costo, y combatir la opacidad de los

gobiernos. Esto gracias a los tres pilares fundamentales con que cuenta esta tecnología: Descentralización, Transparencia e Inmutabilidad.

Se explicó de manera muy sencilla la forma en que está estructurada esta tecnología y algunos de los conceptos más básicos que se deben tener para su mejor entendimiento. Así también se abordó el tema de las criptomonedas que surgieron después del *bitcoin*, y que se denominaron *altcoin*. En la última parte también se abordó el escepticismo y algunos de los riesgos que investigadores y economistas observan de esta tecnología. También se vieron otros conceptos importantes como Smart contract, DLT e Hyperledger que son importantes para comprender el proyecto que el gobierno de México desea implementar y se verá más adelante.

Como conclusión me parece que es una etapa muy temprana todavía para abordar el tema del fracaso del *blockchain*, lo importante es seguir propiciando investigaciones que nos den certeza acerca de su uso y en qué condiciones socioeconómicas debe estar un país para implementarlo de forma efectiva.

“Tan revolucionario como suena, *Blockchain* realmente es un mecanismo para llevar a todos al más alto grado de responsabilidad. No más transacciones perdidas, errores humanos o de máquina, o incluso un intercambio que no se realizó con el consentimiento de las partes involucradas. Por encima de cualquier otra cosa, el área más crítica donde *Blockchain* ayuda es garantizar la validez de una transacción al registrarla no solo en un registro principal sino también en un sistema distribuido de registros conectados, todos los cuales están conectados a través de un mecanismo de validación seguro.” - Ian Khan, Altavoz TEDx | Autor | Tecnología futurista (Rosic, 2019)<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> As revolutionary as it sounds, Blockchain truly is a mechanism to bring everyone to the highest degree of accountability. No more missed transactions, human or machine errors, or even an exchange that was not done with the consent of the parties involved. Above anything else, the most critical area where Blockchain helps is to guarantee the validity of a transaction by recording it not only on a main register but a connected distributed system of registers, all of which are connected through a secure validation mechanism.” – Ian Khan, TEDx Speaker | Author | Technology Futurist

### 3 Caso Blockchain HACKMX

#### 3.1 Origen y objetivos

La iniciativa *Blockchain HACKMX* surgió en los primeros meses de 2017 ante la creciente tendencia global de utilizar estas tecnologías para innovar la prestación de servicios públicos, con el objetivo de usar la tecnología *blockchain* para crear una red mexicana de cadena de bloques y generar casos de uso. Retomando lo mencionado en el punto 1.1, la presidencia de la República, a través de la Comisión de la Estrategia Digital Nacional y la Secretaría de la Función Pública, a través de la Unidad de Gobierno Digital promovieron y participaron en el evento denominado *Jalisco Talent Land 2018*, el cual tuvo como objetivos principales:

- “Promover la tecnología *blockchain* en todos los sectores como una herramienta facilitadora de innovación; e
- Impulsar la generación de un esquema de innovación y emprendimiento donde sea posible detectar, acompañar y vincular al talento joven con el gobierno, empresas y sociedad civil.” (Gobierno de México, 2018)

Dentro de este encuentro, particularmente hubo una sección específica denominada *Talent Executive Summit* dedicada a promover las TIC's en el sector público y que para tal efecto reunió a los directores de tecnologías de información e innovación de los tres niveles de gobierno, es decir, Federal, Estatal y Municipal con el objetivo de promover *blockchain* para innovar los procesos y servicios de gobierno mediante la coordinación de diversas dependencias de la Administración Pública Federal y Estatal, además de fomentar la co-creación de soluciones con participación ciudadana.

*Ilustración 14. Instituciones públicas y privadas participantes del Talent Land 2018*

## Instituciones participantes en el Talent Hackathon



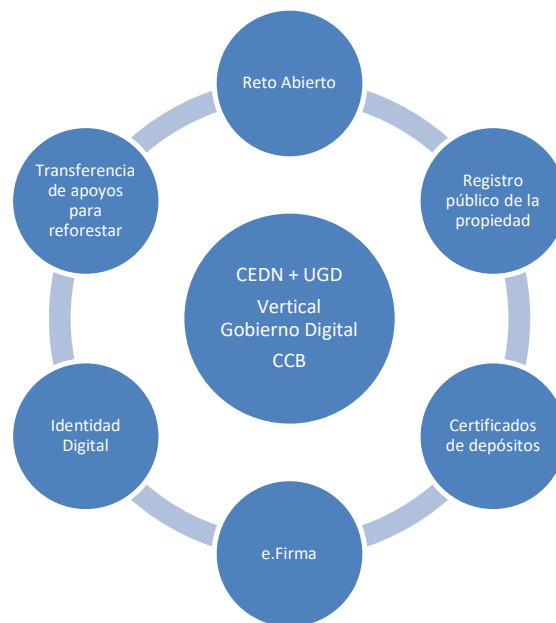
Fuente: Tomada de informe jalisco talent land 2018 pag 5

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329166/Informe\\_Jalisco\\_Talent\\_Land\\_2018\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329166/Informe_Jalisco_Talent_Land_2018_.pdf)

Algunas de las ideas sobre casos de uso más sobresalientes del evento llamado *Talent Hackathon* fue la aplicación de *blockchain* para validar corresponsabilidades dentro de las Reglas de Operación de los programas sociales en específico PROSPERA, dicho de otra forma, tener la certeza de que el ciudadano que recibe los apoyos cumple con las características y requisitos para continuar recibiendo la ayuda económica. Otro caso de uso fue la implementación de criptomonedas para el pago de servicios públicos, así podría darse una democratización de los servicios públicos digitales y además transparencia.



Ilustración 15. Ideas de casos de uso de blockchain presentadas



Fuente: Elaboración propia con base en informe talent land 2018

Durante el reto abierto, se destacó la idea para realizar el proyecto de Contrataciones Inteligentes. Es un sistema basado en *blockchain* aplicado en el proceso de contrataciones públicas para poder dar trazabilidad y transparencia a dicho proceso, aunado al uso de *Smart Contracts* basado en el Estándar de Contrataciones Abiertas también para darle certeza. A groso modo, este proceso se realizará en cuatro etapas:

- Descubrimiento: identificación de las necesidades del proyecto, definición del alcance, procesos y arquitectura de este.
- Alfa: desarrollo de la primera versión del prototipo funcional del sistema de Contrataciones Inteligentes, creación del modelo de gobernanza y despliegue de la red mexicana.
- Beta: desarrollo de pruebas de contrataciones reales y consolidación del modelo de gobernanza con el objetivo de establecer una metodología sobre el uso del *blockchain* en el gobierno.
- Productivo: versión funcional del sistema y ampliación de la Red

Ilustración 16. Cronograma de desarrollo de proyecto blockchain hackMX



Fuente: Tomada de INNOVA MX <https://www.gob.mx/innovamx>

### 3.2 Estructura y desarrollo

Para desarrollar esta iniciativa a largo plazo y que sucediera en un entorno de consenso y participación ciudadana se formó el Consejo Consultivo de Blockchain (CCB) integrado por un grupo de expertos en blockchain a nivel mundial que colaboran con la CEDN y la UGD de la Secretaría de la Función Pública, en los siguientes temas:

- Proveer mentoría sobre blockchain
- Proveer mentoría en la definición de los casos de uso de blockchain
- Proveer soporte técnico en los casos de uso de blockchain.

En la primera etapa (Descubrimiento), el CCB realizó un análisis para determinar la tecnología de *blockchain* idónea para el proyecto. Ésta debería ser de código abierto, permitir la gobernanza y *Smart contracts*; ser una *blockchain* privada y tener confiabilidad en las transacciones. Tomado en cuenta todas esas características se identificaron cinco posibilidades, y finalmente se seleccionó la red *Ethereum* (ver anexo 2). Aunque el proyecto se realizará con dicha plataforma, los nodos de la red Blockchain HACKMX no estarán conectados a la red principal de Ethereum por lo cual se considera privada, sin embargo, esto no quiere decir que sea de acceso restringido.

La red Blockchain HACKMX está compuesta de nodos distribuidos (centralización distribuida) en todo el país y aunque algunos nodos dejaran de funcionar, la red continuaría operando. Esta red, a diferencia de *bitcoin*, utiliza el protocolo *Proof-of-Authority* (PoA), del cual se muestra un análisis de ventajas y desventajas a continuación:

Tabla 4. Ventajas y desventajas del protocolo PoA

<b>Análisis del Proof-of-Authority</b>	
<b>Ventajas PoA</b>	<b>Desventajas PoA</b>
- <b>Aprovecha las identidades reales para permitir la validación en la red. La identidad y la reputación son valiosas.</b>	- Es una centralización distribuida, es decir, renuncia al esquema original de descentralización y distribución.
- <b>Selección arbitraria de los validadores. La inclusión de nodos se hace con un sistema de votación de otros nodos previamente autorizados.</b>	- El hecho de que las identidades de los validadores sean públicas podría dar lugar a manipulaciones de terceros
- <b>Hay un número limitado de validadores, esto le da un impacto positivo en aplicaciones donde la privacidad es primordial</b>	- Facilita la censura y el bloqueo mediante listas negras, lo que rechaza la naturaleza incensurable de las <i>blockchain</i>
- <b>Mantiene un alto nivel de control de acceso puesto que solo los nodos con permiso pueden participar.</b>	- La validación de los bloques puede ser discrecional
- <b>Cada validador puede formar como máximo uno de una serie de bloques consecutivos durante su turno de validación.</b>	
- <b>No requiere esquema de minería.</b>	

Fuente: elaboración propia con datos tomados de (Bit2me, 2019)

La estructura de la red Blockchain HACKMX está compuesta por nodos públicos, nodos administrativos, nodos de servicio (ver anexo 1); además una *Virtual Machine* y los *Smart Contracts*. En los Nodos Públicos las transacciones pueden ser consultadas por cualquier usuario de la Red. Estos son *Full, Light, Embeded y Archive*.

- *Full*. Un nodo completo (*full node*) sincroniza la Blockchain descargando la cadena completa desde el bloque génesis hasta el bloque principal actual, pero sin ejecutar las transacciones.
- *Light*. Un nodo ligero (*light node*) sincroniza la cadena de bloques descargando y verificando solo la sección de encabezados de cada bloque, desde el encabezado del bloque génesis hasta el encabezado del bloque más reciente, sin ejecutar ninguna transacción ni recuperar ningún estado asociado a cada bloque.
- *Archive*. Un nodo de archivo (*Archive node*) sincroniza la cadena de bloques descargando la cadena completa desde el bloque génesis hasta el bloque más reciente, ejecutando todas las transacciones contenidas en él.
- *Embeded*. Un nodo embebido es una variación del nodo de ligero (*light node*) con los parámetros de configuración adaptados para su uso en dispositivos con recursos limitados (como Raspberry Pi) y su función es optimizar el uso de la memoria RAM.

Los Nodos administrativos son los que garantizan la existencia de la red. Estos son *Bootnode* y los *Signers*.

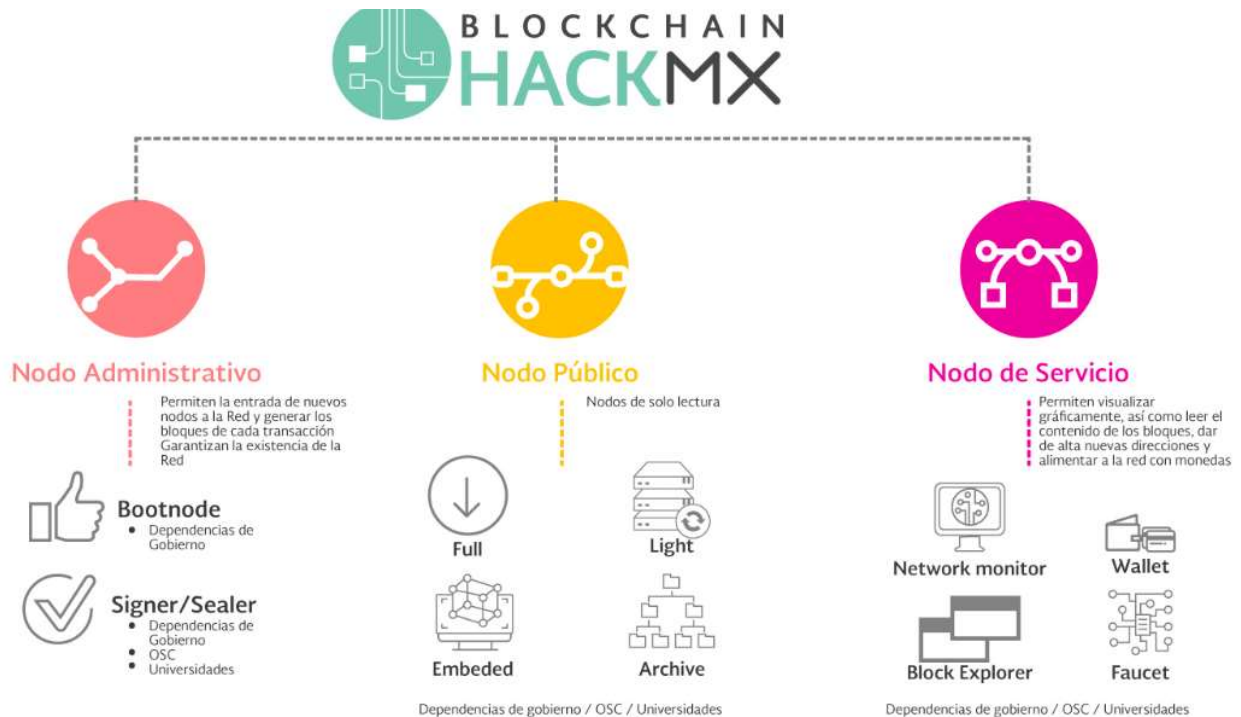
- *Bootnode*. Sirven como puerta de entrada a la red y dan acceso a nuevos nodos, registrándolos en la red.
- *Signers*. Nodos que validan las transacciones de la red de Blockchain. Al carecer de mineros, la gobernanza de la red es ejercida por estos nodos.

Los nodos de servicio permiten visualizar gráficamente y leer el contenido de los bloques. Estos son *network monitor, block explorer, wallet y faucet*.

- *Network monitor*. Realiza un monitoreo de los componentes de la red y permite visualizarlos gráficamente.
- *Block explorer*. Permite leer el contenido de los bloques y las transacciones de la red.

- *Wallet*. Permite dar de alta nuevas direcciones para ser usadas dentro de la red de Blockchain.
- *Faucet*. Alimenta las direcciones existentes en la red con "monedas" ficticias necesarias para poder realizar transacciones en la red.

Ilustración 17. Diagrama de los nodos que conforman la Red Blockchain



**Ethereum Virtual Machine.** Se trata de una máquina virtual diseñada para ser ejecutada por todos los nodos participantes de la red *peer-to-peer*, se puede leer y escribir en la blockchain tanto código ejecutable como datos, verificar las firmas digitales, y es capaz de ejecutar código de manera completa.



**Smart Contracts.** Tienen como objetivo brindar una seguridad superior a la ley de contrato tradicional y reducir costos de transacción asociados a la contratación.

Fuente: Tomada de INNOVAMX <https://www.gob.mx/innovamx>

Después de definir la arquitectura de operación de la red, y para continuar con el desarrollo del sistema de Contrataciones Inteligentes, se realizó un mapeo para identificar las etapas de las contrataciones públicas tanto en el Estándar de Contrataciones Abiertas, como en la herramienta COMPRANET.

El actual sistema COMPRANET sólo contempla tres fases de las cinco que establece el OCSD, además de la fase de evaluación que mide la ejecución del proyecto. (proceso completo de compranet, ver anexo 3).

Tabla 5. Comparativo de Compranet y OCSD

COMPRANET	OCSD
<b>Programa Presupuestario</b>	1. Planeación/Pre-licitación
<b>1. Licitación</b>	2. Licitación
<b>2. Adjudicación</b>	3. Adjudicación
<b>3. Contratación</b>	4. Contratación
<b>Ejecución</b>	5. Implementación
	EVALUACIÓN

Fuente: elaboración propia con base en (InnovaMx, 2018)

La planeación del gasto público no se realiza por contrato sino por programa presupuestario. Para esto, las dependencias identifican las adquisiciones, arrendamientos, servicios y obras públicas que requieren para cumplir con los objetivos de sus programas. Los capítulos abiertos a procedimientos de contratación son el capítulo 2000 materiales y suministros, capítulo 3000 servicios generales, capítulo 5000 bienes muebles e inmuebles, capítulo 6000 inversión pública de acuerdo con el Clasificador por Objeto del gasto<sup>21</sup>. Posteriormente, en la etapa de contratación, se identifica de qué manera la dependencia gubernamental realizará una adquisición, arrendamiento, servicio u obra pública que ofrece un proveedor externo. Estos procedimientos pueden ser Licitación Pública, es decir, una convocatoria abierta de acuerdo con el artículo 26 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del

<sup>21</sup> El clasificador por objeto del gasto

Sector Público (LAASSP), no obstante, también existen excepciones que se especifican en el artículo 41 de la misma Ley y estos son la invitación a cuando menos tres personas y la adjudicación directa.

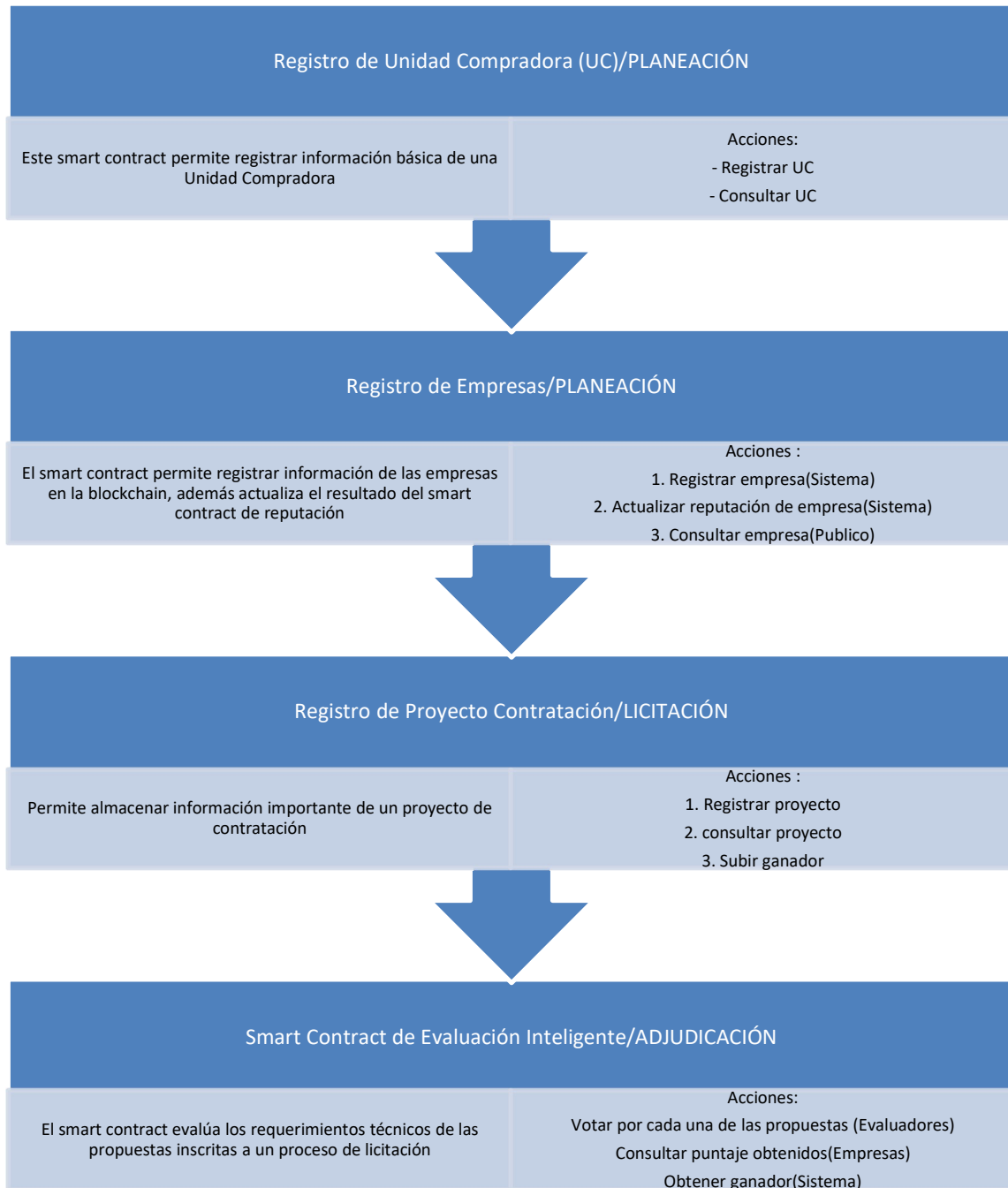
Cuando se da la convocatoria abierta y después de una serie de requisitos y un proceso de evaluación se determina al ganador mediante un acta de fallo. Posterior a esto, el ganador de la adjudicación firma el contrato donde se especifica quién o quiénes serán los participantes que tienen la adjudicación y se convierten en proveedores del gobierno, la fecha de inicio y fecha de fin del contrato y el monto contratado. Según lo establecido en el artículo 84 del Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (RLAASSP) primero se deberá recabar la firma del servidor público con las facultades necesarias para celebrar dichos actos y acto seguido la del proveedor. Finalmente, durante la ejecución se realizan pagos por el bien o servicio que se adquirió, y en los cuales se puede dar seguimiento a través de los momentos contables del gasto<sup>22</sup>.

Para el proyecto *Contrataciones Inteligentes*, se realizó una vista preliminar de la estructura del sistema con base en las seis etapas más la evaluación que propone el modelo OCSD además de que introduce la figura ciudadana de evaluadores independientes y otorga voz y voto en la evaluación de propuestas de una licitación pública. El proyecto propone que se desarrollará un *Smart Contract* para cada etapa de las antes mencionadas.

---

<sup>22</sup> De acuerdo con el CONAC y la Ley General de Contabilidad Gubernamental son: aprobado, modificado, comprometido, devengado, ejercido y pagado

Ilustración 18. Smart Contracts desarrollados a mayo 2018



Fuente: elaboración propia con datos tomados de *Blockchain HACKMX reporte de avances*

Como ya se ha mencionado anteriormente, puesto que el proyecto está pensado para implementarse en tecnología *blockchain*, el sistema de Contrataciones Inteligentes aumenta la confianza y la seguridad de la información, garantiza la trazabilidad en tiempo



real y asegura la transparencia en los procesos de licitación, además puede implementarse a nivel local, estatal y nacional para los casos de licitaciones públicas y para procesos de invitación a cuando menos tres personas. Actualmente, las herramientas para darle certeza, veracidad y transparencia al proceso de adjudicación y ejecución de adquisiciones y obra pública en las dependencias gubernamentales son:

- **COMPRANET:** “Es un sistema transaccional que permite a las instituciones públicas realizar procedimientos de contratación de manera electrónica, mixta o presencial; Puedes consultar datos de los procedimientos de contratación que realizan las instituciones públicas del Gobierno Federal y de aquellas instituciones públicas del Gobierno Local que reciben recursos federales, así como información pública de los expedientes, contratos, unidades compradoras y proveedores y contratistas inscritos en el Registro Único de Proveedores y Contratistas. Todo esto con el objetivo de transparentar las contrataciones públicas que realiza el gobierno.” (CompraNet Administrador, 2019)
- **Sistema Integral de Gestión y Administración transparente (SIGA):** en 2012, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF) presentó el proyecto SIGA puesto que no contaba con una herramienta para el control y seguimiento del proceso de adquisición de bienes, servicios y obras públicas, lo que ocasionaba pérdida de documentos y falta de planeación de tiempos para los eventos de adquisiciones. El desarrollo del modelo está integrado por tres módulos: (Licitación Pública Transparente, SICON (Sistema Integral de Contrataciones), SICOP (Sistema Integral de Contratación de Obra Pública).
- **Transparencia Presupuestaria:** este portal fue presentado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en el marco de la Alianza para Gobierno Abierto (AGA), en el que se definió como un compromiso específico: Construir plataformas electrónicas interactivas y accesibles a la ciudadanía que transparenten información de las obras públicas financiadas con recursos federales. “Esta herramienta de rendición de cuentas tiene como uno de sus principales objetivos informar al ciudadano de manera clara y sencilla cómo se gastan sus impuestos, con apego a los principios de transparencia, rendición de

cuentas, aprovechamiento de las tecnologías de la información y participación ciudadana.” (IMCO Staff, s.f.)

- **Auditoría externa:** a las cuales se les denomina “Auditoría sobre la revisión de Operaciones Reportables<sup>23</sup> de Obra Pública y servicios relacionados con las mismas”. Esta auditoría consiste en “verificar que la entidad cumpla con las disposiciones contenidas en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, con el propósito de contar con los elementos suficientes para emitir el informe sobre la revisión de operaciones reportables conforme lo establecen los Lineamientos Generales para la Preparación y Entrega de Informes del ejercicio de revisión emitidos por la Secretaría de la Función Pública” (Cuamatzi Cruz, Martínez Rodríguez, & Pérez García, 2005)

En la etapa Alfa, el objetivo principal fue desarrollar la primera versión del Modelo de Gobernanza para la Red Blockchain México, y con esto definir las políticas necesarias para garantizar el máximo uso y aprovechamiento de esta. Mediante una consulta pública ciudadana se determinaron los cuestionamientos más relevantes y se agruparon en cuatro temas: alcance, gobernanza, capital e incentivos, identidad y tecnología.

En cuanto al tema de alcance, y según se expresa en el documento presentado como Modelo de Gobernanza, será a nivel nacional con nodos coordinados en todo el país, creando un *ecosistema blockchain* integrado por colectivos del sector público, universidades, privados y organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) que los representen a cada uno y participen garantizando la existencia de los nodos y validen las transacciones.

---

<sup>23</sup> Es aquella operación que ha sido seleccionada para ser revisada por el auditor externo en apego a los lineamientos de presentación y entrega de informes con el fin de identificar posibles deficiencias, fallas, desfasamientos o incumplimientos.

Ilustración19. Representación gráfica de los nodos para la red de Gobernanza Blockchain México



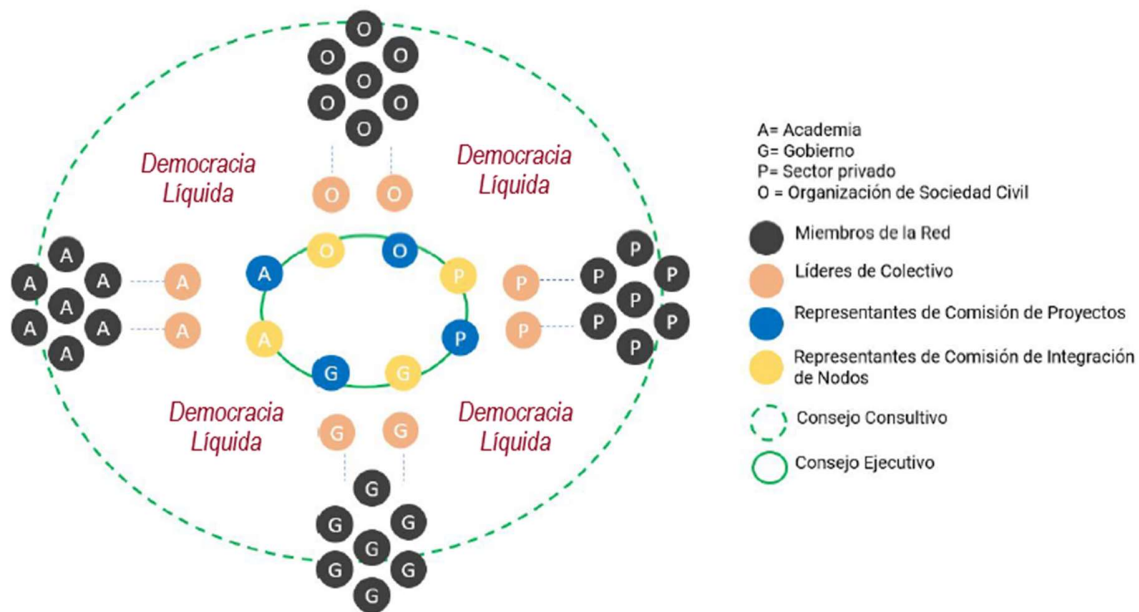
Fuente: Modelo de Gobernanza Blockchain México, InnovaMX.

<https://www.gob.mx/innovamx/articulos/modelo-de-gobernanza-red-blockchain-mexico>

Podemos entender a la gobernanza como “la definición y entendimiento de quiénes son los actores clave, sus roles, interacciones y contribuciones para que la Red funcione de la manera esperada. (...) el gobierno no es el centro del sistema, sino que el sistema se forma por una red de actores. El rol del gobierno es entonces de facilitador, coordinador y capacitador de la acción del estado en interacción con la red de actores para conseguir los objetivos públicos deseados y preservar el interés general” (InnovaMx, 2018).

Los actores de la Red Blockchain México son el Consejo Consultivo, que es quien guía los contenidos y temáticas de los talleres y cursos para mantener actualizados a los actores; el Consejo Ejecutivo es el órgano estratégico que coordina la gobernanza de la Red y está integrado por un Secretario Ejecutivo y dos Comisiones. Los Colectivos se integran por Líderes que representan cada sector, es decir, sector público, privado, académico y Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC)

Ilustración 20. Representación gráfica de los actores de la red blockchain México



Fuente: Modelo de Gobernanza Blockchain México, InnovaMX.

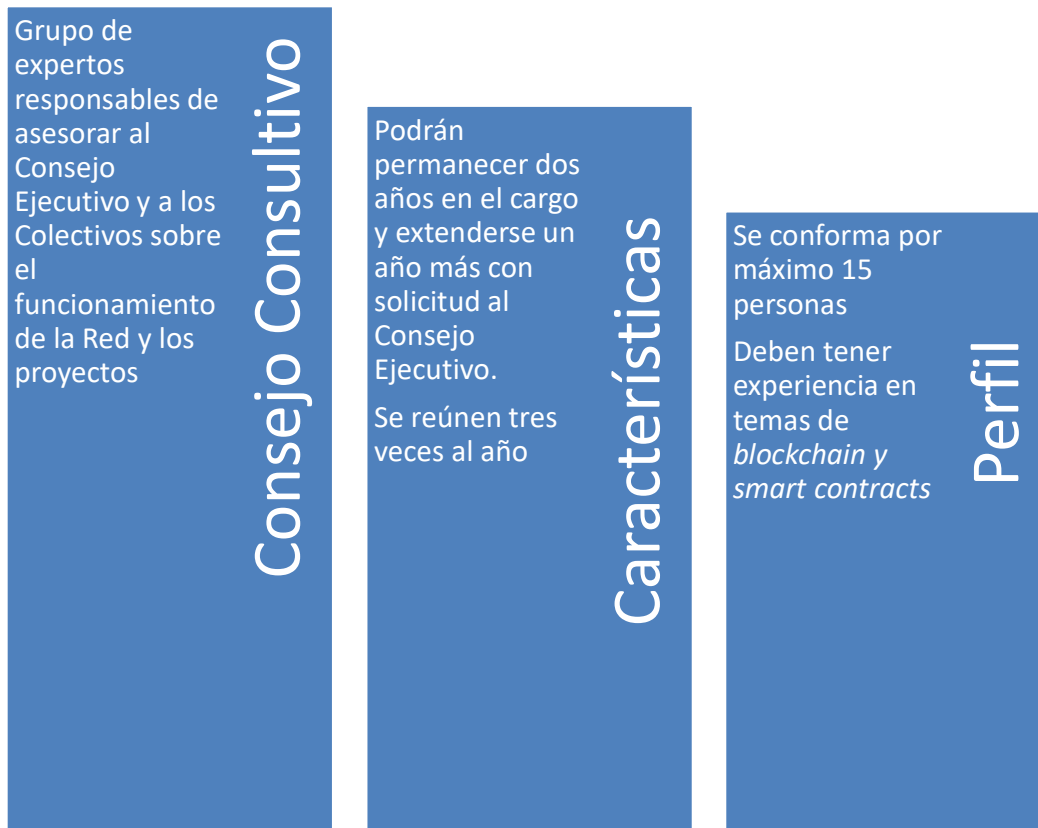
<https://www.gob.mx/innovamx/articulos/modelo-de-gobernanza-red-blockchain-mexico>

Toda la base de actuación de la Red de Blockchain México se basa en la democracia líquida. La democracia líquida es un modelo de votación para la toma de decisiones colectivas en grandes comunidades. Combina las ventajas de la Democracia Directa<sup>24</sup> y la Democracia Representativa<sup>25</sup>, y permite a los votantes emitir directamente su voto o delegar el poder de su voto a un partido de confianza. A través de esta delegación de voto, las personas con conocimiento específico y dominio del tema pueden influir mejor en el resultado de las decisiones lo que a su vez conduce a una mejor gobernanza general del Estado: se trata de cooperación, no de competencia. Sin embargo, los principales obstáculos de la democracia líquida son la infraestructura técnica (internet) y por supuesto, la educación.

<sup>24</sup> Ofrecen a los ciudadanos control total, responsabilidad e igualdad. Los votantes están directamente involucrados en la toma de decisiones del Estado.

<sup>25</sup> Consiste en entregar el derecho de voto a los representantes que actúan en nombre del votante para tomar decisiones, puesto que son expertos en el tema.

Ilustración 21. Estructura del Consejo Consultivo en la red blockchain



Fuente: elaboración propia con base en (InnovaMx, 2018)

El Consejo Ejecutivo está conformado por un Secretario Ejecutivo quien tiene a su cargo la Comisión de Integración de Proyectos y la Comisión de Integración de Nodos. Las principales funciones del Secretario Ejecutivo son convocar a las reuniones, así como presidirlas y realizar las minutas; también dar seguimiento a los acuerdos que surjan de dichas reuniones. Cabe mencionar que los miembros del Consejo podrán permanecer dos años en el cargo.

Por otra parte, las Comisiones tienen como funciones generales revisar y aprobar los proyectos propuestos por los Líderes de Colectivos, además de aprobar la integración de nuevos miembros al Consejo Consultivo, así como renovar la permanencia de los miembros o gestionar las bajas; también deberán aprobar la creación de nuevos colectivos. La Comisión de Integración de Proyectos tiene como principales funciones promover en los ciudadanos e instituciones el uso de la Red; los integrantes de esta comisión deben tener un perfil de negocios, es decir, conocimiento en innovación

tecnológica, administración de proyectos de TI y entendimiento de modelos de negocio con *blockchain*.

La Comisión de Integración de nodos se encarga de buscar nuevos integrantes para la red y aprobar su integración; a diferencia de la comisión de proyectos, los integrantes de esta comisión deberán tener un perfil técnico, esto es, conocimientos en *blockchain*, algoritmos de consenso, TI, protocolos, arquitectura y criptografía.

Finalmente, los Líderes de Colectivos son quienes coordinan a los miembros de la Red, sus funciones son la instalación de nodos y asegurar el funcionamiento de éstos, así como recolectar, analizar y seleccionar las mejores propuestas para otorgar el capital a dichos nodos. Cada colectivo podrá tener de dos a tres líderes dependiendo el tamaño del colectivo.

Ilustración 22. Estructura de los líderes colectivos dentro de la red blockchain

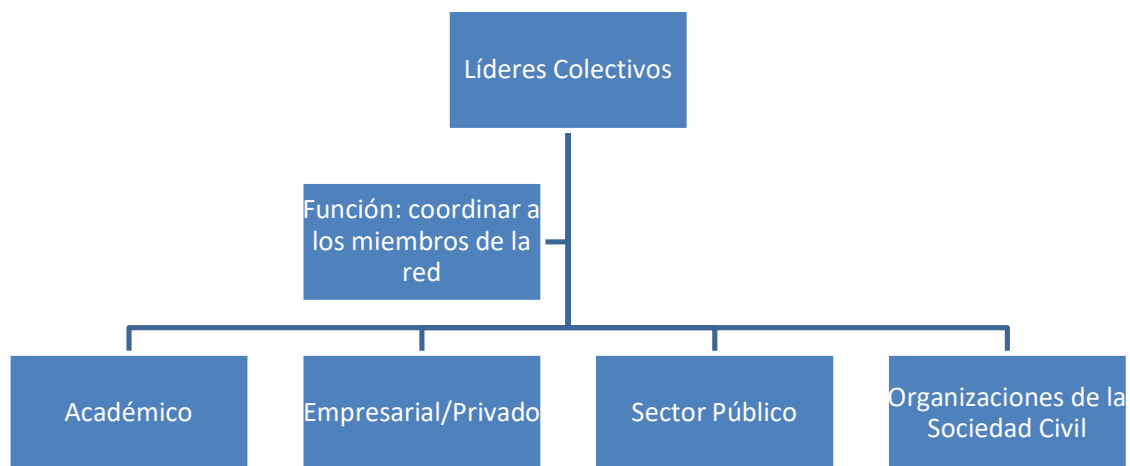


Ilustración 23. Estructura del Consejo ejecutivo en la red blockchain

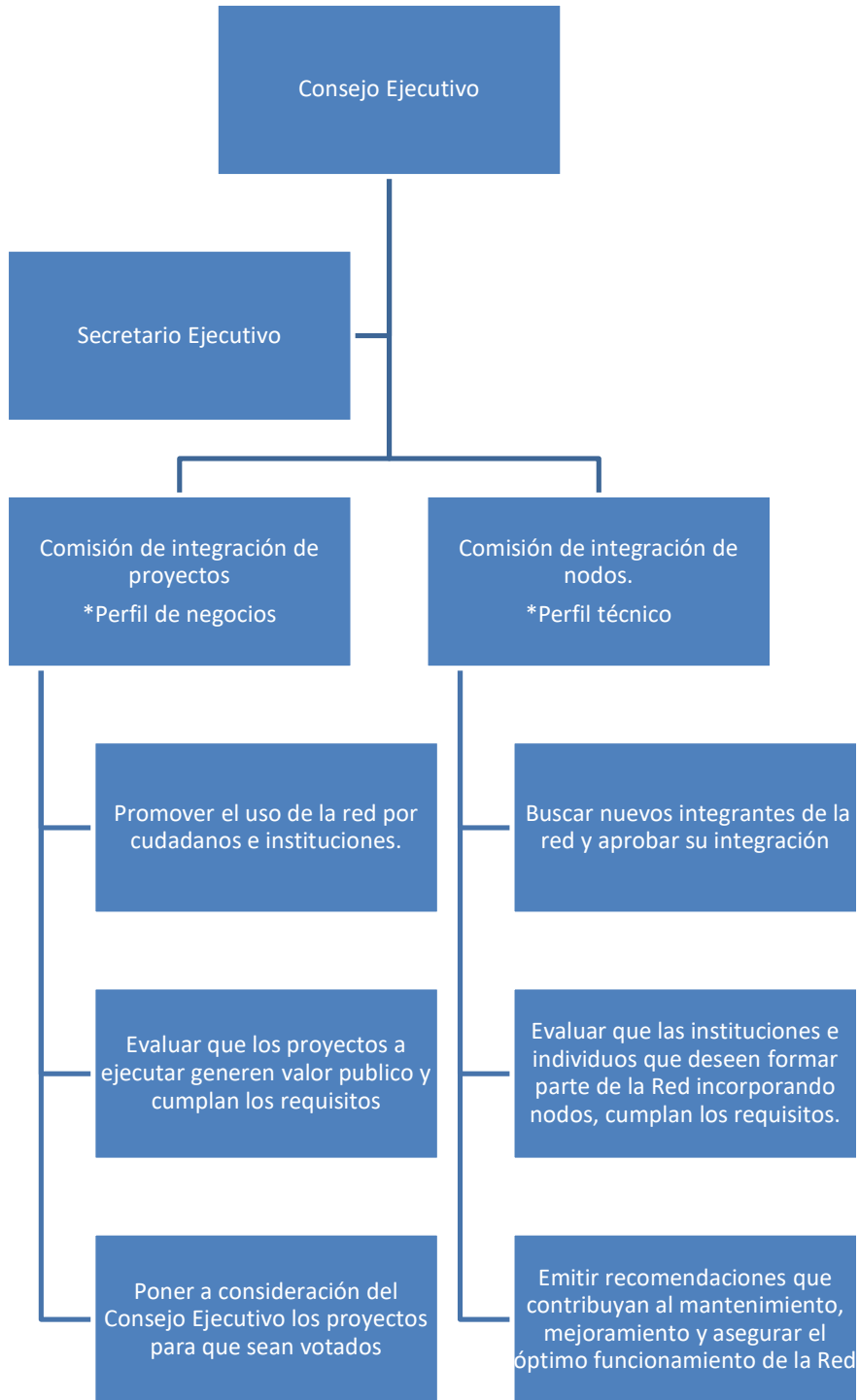


Tabla 6. Frecuencia de reportes entre los actores de la Red

Integrantes	Mensual	Bimestral	Trimestral	Reportar a:	
				LC*	X
Miembros de la red	Resumen del desempeño de sus nodos.			CIP*	
				CIN*	
				SCE*	
				LC*	X
Usuarios de la red		Resumen del desempeño de sus proyectos, aprendizajes y propuestas de mejora		CIP*	
				CIN*	
				SCE*	
				LC*	X
Líder de colectivo		resultados de convocatorias o estrategias para incrementar el número de nodos, así como el desempeño de los nodos implementados. Detalle de convocatorias o estrategias utilizadas para captar proyectos, así como el desempeño de los proyectos implementados		LC*	
				CIP*	X
				CIN*	X
				SCE*	
Comisión de integración de proyecto	justificaciones de los resultados de evaluaciones de los candidatos a convertirse en usuarios de la red.			LC*	
				CIP*	X
				CIN*	
				SCE*	
Comisión de integración de nodos	justificaciones de los resultados de evaluaciones de los candidatos a convertirse a miembros de la red.			LC*	
				CIP*	
				CIN*	X
				SCE*	
Secretario de Consejo Ejecutivo			recopilar el desempeño de todos los actores de la red, así como resultados generales de la iniciativa	N/A	
Consejo Consultivo			asesorías que cada miembro del Consejo Consultivo prestó al resto de los participantes en la red y los resultados o acciones que se derivan de dichas reuniones.	LC	
				CIP*	
				CIN*	
				SCE*	X



*Líder del Colectivo	*Comisión de Integración de Nodos
*Comisión de Integración de Proyectos	*Secretario del Consejo Ejecutivo

Fuente: elaboración propia con información del reporte Modelo de Gobernanza de la Red Blockchain <https://www.gob.mx/innovamx/articulos/modelo-de-gobernanza-red-blockchain-mexico>

### 3.3 Avances

De acuerdo con los documentos “Reporte de avances” y “Modelo de Gobernanza” publicados por InnovaMX en 2018, en junio de ese mismo año se terminaría de desarrollar el proyecto y se desplegaría el piloto, sin embargo, hasta el primer semestre de 2019 ya no se encuentra información al respecto. En la edición 2019 de *Talent Land*, que se realiza en Jalisco, a diferencia de las versiones anteriores no participó la SFP ni la CEDN.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 de julio de 2019 sólo en dos puntos y de manera muy general las acciones en materia de tecnología.

El PND está clasificado en cuatro grandes temas: 1. Política y gobierno, 2. Política Social, 3. Economía y 4. Visión 2024. En el punto número tres Economía, se encuentran como subtemas *Cobertura de Internet para todo el país* y *Ciencia y Tecnología*. La cobertura de internet para todo el país se realizará “mediante la instalación de internet inalámbrico en todo el país, se ofrecerá a toda la población, conexión en carreteras, plazas públicas, centros de salud, hospitales, escuelas y espacios comunitarios. Será fundamental para combatir la marginación y la pobreza y para la integración de las zonas deprimidas a las actividades productivas.” (Presidencia de la República, 2019).

En cuanto a la ciencia y tecnología, el Plan menciona que “el gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el plan nacional para la innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas.” (Presidencia de la República, 2019).

Dentro de la estrategia 3.6 se pretende “potenciar la transformación de la APF mediante el uso y aprovechamiento de las TIC en beneficio directo de la población” (ver anexo 4). Entre los puntos que destacan se encuentran:

- Promover la digitalización de trámites y procesos
- Mayor acceso de la ciudadanía a las contrataciones públicas y ejercicio del presupuesto
- Datos abiertos

En la estrategia prioritaria 3.7 “Agilizar las funciones de las dependencias y entidades de la APF así como su coordinación y vinculación mediante el uso de las TIC” (ver anexo 4), los puntos importantes son:

- Promover la actualización, simplificación y mejora del marco jurídico en materia de TIC
- Fomentar la interacción de los sistemas informáticos de la APF de manera transversal
- Privilegiar el uso de los documentos electrónicos en lugar de papel y así reducir costos.

### Comentarios

A lo largo del capítulo se explicó el origen y objetivo de la iniciativa *BlockchainMX* y la red de gobernanza a desarrollar. También la estructura técnica de este proyecto y cómo se pretende implementar. Aunque es un plan muy completo para ser sólo una prueba piloto, como se vio en el tema 3.3 los avances que se presentaron hasta agosto de 2018 se quedaron inconclusos y en lo que va del 2019 -aunado al cambio de gobierno- no se ha planteado más información al respecto. La Coordinadora de Estrategia Digital Nacional, Yolanda Martínez, dejó el proyecto para trabajar con el BID y el nuevo coordinador no ha comentado nada sobre seguir con lo que se tenía planeado con dicha iniciativa. Además, en el PND no se menciona el continuar con el desarrollo de pruebas con tecnología blockchain y los temas que van de tecnología y transparencia se centran en datos abiertos y digitalización de trámites. Parece que nuevamente la falta de continuidad deja a medias un proyecto que quizás podría haber sido prometedor en el futuro, aun cuando el entorno no permitiera su desarrollo por completo.

## 4 Factores que podrían influir en el despliegue de la Red

### 4.1 Principales regulaciones

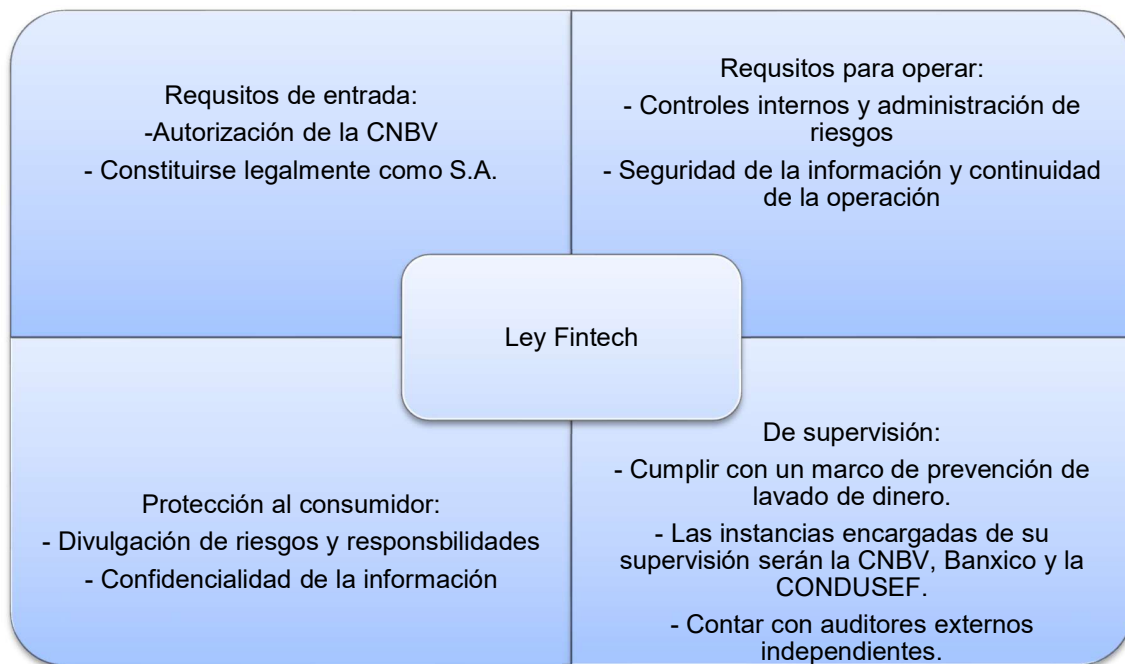
Con todos los cambios tecnológicos que se suscitaron en el entorno económico en la última década sobre todo con las empresas *Fintech*, las regulaciones no podían quedar obsoletas por lo que, derivado del crecimiento de este tipo de empresas, el Gobierno de la República, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), principalmente, trabajaron en el desarrollo de la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, mejor conocida como *Ley Fintech*.

El concepto Fintech se refiere a empresas emergentes (también conocidas como *startups*) “que brindan servicios financieros mediante el uso e implementación de la tecnología y para ello se valen de páginas web, aplicaciones y redes sociales con el fin de agilizar y simplificar su proceso de atención.” (CONDUSEF, 2018)

Por tanto, el 8 de marzo de 2018 se firmó la Ley Fintech, misma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de marzo. La reglamentación de este sector colocó a México a la vanguardia en términos de normatividad y lo consolidó como un país pionero en el tema. Y a partir de la publicación de dicha Ley se denominan Instituciones de Tecnología Financiera (ITF) a las *startups* que sean autorizadas para dicha operación.

En términos generales, esta Ley da certeza a operaciones de las cuales las personas ya están tan acostumbradas a usar (PayPal, mercado pago) y que sin embargo antes de marzo 2018 no tenían protección para los usuarios de estos servicios financieros.

Ilustración 24. Aspectos principales que regula la Ley Fintech



Fuente: elaboración propia con datos de (CONDUSEF, 2018)

## 4.2 La Ley de Transparencia y combate a la corrupción

En la democracia, la transparencia juega un papel importante en donde el Estado conoce lo estrictamente necesario del ciudadano, mientras que éstos deben conocer prácticamente todo acerca del Estado. Siguiendo esta idea, la premisa simple y llana del anteriormente denominado Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI) para su creación fue “que el ciudadano pueda preguntar y que la autoridad esté obligada a contestar” dicho en palabras de María Marván, ex comisionada del IFAI.

Hasta antes de 2003, la información era privada y utilizada de forma discrecional por los entes públicos, además de que la burocracia “tiende de manera natural a desplegarse en una cierta opacidad” (Woldenberg Karakowsky, 2016), es decir, no está en su naturaleza ser transparente. Es por eso por lo que la creación del IFAI (ahora INAI) fue un parteaguas en la historia de la información en México pues su función es ser una entidad encargada de promover y difundir el acceso a la información pública como un derecho ciudadano. No obstante, el hecho de que exista un organismo que promueva

dicho acceso a la información, no quiere decir que funcione. Para esto se necesita existencia de archivos organizados, accesibles y al día. Además, el hecho de catalogar y poner a disposición del público la información no debe ser una tarea secundaria ni residual, como se suele ver en la práctica. Cabe destacar las recomendaciones que hizo la Dra. Jacqueline Peschard durante su presidencia en el entonces IFAI para garantizar el derecho a la información y a la transparencia.

1. En primer lugar, que los organismos garantes tengan la facultad para interponer acciones de inconstitucionalidad en contra de leyes que violen el artículo 6° de la Carta Magna.
2. Otorgar a los organismos garantes la autonomía
3. Homologar en los órdenes de gobierno los esquemas de generación de información presupuestaria.
4. Incorporar nuevas tecnologías para lograr un acceso más sencillo y expedito a la información.
5. Incentivar la demanda de información y rendición de cuentas.

#### 4.3 Ecosistema digital en México

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para el año 2011 México se encontraba en el último lugar de digitalización entre los países de la OCDE, y en la quinta posición en América Latina, con un valor de 37.05 puntos para dicho año. A partir de tal escenario, el 30 de agosto de 2013 en el Diario Oficial de la Federación se establece el objetivo de la Estrategia Digital Nacional (EDN) teniendo como meta llegar a 2018 alcanzando el promedio de digitalización de los países de dicha organización y además estar a la par de Chile quien es el primer lugar en América Latina.

Derivado de lo anterior se han implementado diversas acciones para contrarrestar ese problema, como lo fue la publicación del Manual Administrativo de Aplicación General de Tecnologías de Información y Comunicaciones (MAAGTIC), el portal ciudadano gob.mx, la agenda digital. Mx, entre otros.

Fue hasta 2013, en un acuerdo denominado “Pacto por México” en el que se publicó el “Programa para un Gobierno abierto, cercano y moderno” cuyos principales objetivos son:

1. Presupuesto basado en resultados;
2. Mejora de la Gestión Pública;
3. Optimizar el uso de los recursos;
4. Estrategia Digital Nacional (EDN)
5. Impulsar un Gobierno Abierto.

#### 4.4 Presupuesto asignado a tecnología e innovación

La innovación tecnológica no sólo requiere de políticas públicas o planes en donde se establezca lo que se hará, sino que también se necesita de equipos multidisciplinarios con conocimientos orientados a lograr dicha innovación.

A lo largo de varias administraciones en el gobierno de México en cada uno de los planes presentados se estableció siempre como política prioritaria la investigación y el desarrollo tecnológico, sin embargo, aunque ha habido avances no son lo suficientemente significativos, “dentro de los países de la OCDE, México es el país que menos invierte en investigación y desarrollo, el número de patentes registradas es muy bajo y el resultado de su balanza de pagos resulta deficitaria” (Valdés Hernández, 2004).

En el deber ser, las políticas gubernamentales bien estructuradas y orientadas a la investigación y desarrollo tecnológico dan facilidades y resultados para lograr innovación tecnológica a largo plazo. Un ejemplo es el presentado por el Dr. Jorge Niosi de la Universidad de Québec<sup>26</sup>, quien asegura que en Canadá el programa de crédito fiscal es el instrumento más importante para promover la innovación tecnológica en las empresas donde el Estado asume el papel de inversionista con capital de riesgo. No así las políticas gubernamentales en México que al momento de hacer recortes al presupuesto siempre se reflejan en el rubro de educación e investigación, a pesar de que desde 2001 en el PND se señala que “México enfrenta todavía grandes rezagos en el esfuerzo en investigación y desarrollo que influyen desfavorablemente en la competitividad” (Valdés

---

<sup>26</sup> Conferencia impartida en la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, junio 2002

Hernández, 2004) y la creación del Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2001) y la Ley de Ciencia y Tecnología (2002)

## Comentarios

Es un hecho que la inversión en educación, innovación e investigación y desarrollo en tecnología siempre será el pilar fundamental para el crecimiento de un país. El objetivo a que se quiere llegar a lo largo de este capítulo es mostrar que existen factores importantes que influyen para el despliegue de una red tan amplia como lo es el modelo de Gobernanza *BlockchainHACKMX*. En primera instancia, las regulaciones; México es pionero en implementar leyes en materia de servicios financieros ofrecidos a través de medios tecnológicos, sin embargo el hecho de que la tecnología sea tan cambiante y veloz provoca que en sistemas jurídicos como el nuestro sea difícil seguir el paso a tecnologías como esta, por lo tanto el implantar un modelo de gobernanza de tal magnitud tendría un impacto en la Ley de transparencia y protección de datos personales, así como la Ley de Adquisiciones y la Ley de obra pública, cambiando por completo todo el proceso de licitaciones además de la evaluación y fiscalización por parte de instancias internas así como externas. Por otra parte, el INAI debería tener bastante injerencia en el despliegue de la Red pues lo que más se busca (de acuerdo con el piloto desarrollado) es transparentar procesos y como se mencionó en el punto 4.2, el objetivo de este organismo es garantizar a los ciudadanos el derecho y acceso a la información. Otro de los puntos a considerar es la corrupción y el ecosistema digital en el cual vivimos actualmente. De acuerdo con la OCDE, “en México sólo el 46% de los hogares tiene acceso a internet y éste está concentrado en las entidades con mayor crecimiento económico, cuando en los países desarrollados la cobertura alcanza al 80% de sus habitantes”. Esto se confirma con datos que recientemente publicó el INEGI<sup>27</sup>, las brechas sociales se encuentran muy marcadas pues en los estados del norte y centro occidente (Nuevo León y Coahuila) la población no pobre y no vulnerable representa entre el 35 y 46%, mientras que en Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz,

---

<sup>27</sup> Encuesta Nacional Ingreso-Gasto de los Hogares 2018

Tabasco, Puebla y Morelos sólo representa entre el 5 y 15% de la población. Es evidente que se necesita contemplar que vivimos en un país para nada homogéneo en cuestión social y proponer una red nacional con tecnología de punta es aún muy utópico.

### Futuras investigaciones

La evaluación de la tecnología *blockchain* en México con las mejores prácticas de los países que ya la implementaron.

Aplicar el modelo UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) para determinar los factores de éxito y aceptación de la tecnología *blockchain* en México.

### Comentarios finales, reflexiones y recomendaciones

El propósito de esta investigación fue reconocer los principales elementos de la iniciativa *Blockchain HACKMX* así como el modelo de gobernanza con el que se desarrollaría y analizar los principales factores del entorno que podrían influir de manera positiva o negativa en el despliegue de dicha Red. Las ideas que se pueden rescatar del primer capítulo es que para lograr el éxito de la tecnología *blockchain* en el sector público como se ha visto en el sector privado en diversos sectores, es lograr la aceptación posteriormente la comprensión y entendimiento de esta tecnología y finalmente asumir los costos que conlleva. Sin embargo, el entorno económico en México no está preparado tanto socialmente como económicamente. Además, los profesionales deben estar preparados para todas las innovaciones que trae consigo la industria 4.0, por lo cual como contadores y auditores debemos tener siempre presente que nuestro trabajo ya no es sólo manual o arrastrar el lápiz como escuchamos coloquialmente decir. Para seguir estando vigentes y ser competitivos debemos pasar a un nivel más profundo de análisis y ser más un consultor o estrategia financiero que ayude a la empresa a sobresalir.

Para comprender el proyecto presentado por el gobierno mexicano de aplicación de tecnología *blockchain*, en el capítulo dos o marco teórico, se analizaron todos los elementos que conlleva esta tecnología y sus pilares fundamentales que son



descentralización, transparencia e inmutabilidad. También el origen, funcionamiento y uso de los *Smart contracts* en procesos tanto privados como públicos. El análisis del proyecto *blockchain HACKMX*, nos hace darnos cuenta de que el sistema gubernamental no está listo aun para implementar en un corto tiempo esta tecnología emergente. Además, como es común se une a la lista de iniciativas que se quedan en el olvido con el cambio de administración sexenal. Y precisamente eso es lo que se debería implementar en un blockchain: una memoria institucional de cada ente público para que pueda darse continuidad a proyectos que valen la pena y que darían resultados a largo plazo (no en seis años ni en tres), así como también una vista permanente e inmutable de sus indicadores de desempeño, observaciones del Órgano Interno de Control y de auditoría externa.

Finalmente, hablando de transparencia, esta investigación también sirvió como ejercicio para probar los portales de transparencia y la información publicada por el gobierno que todavía sigue disponible. Al revisar los documentos del modelo de gobernanza de la Red Nacional Blockchain, muchas páginas y links que se referencian en los reportes de avances o presentación del proyecto están rotos o el acceso está denegado. (Ver anexo 5).

Falta mucho por trabajar, no sólo en el aspecto tecnológico sino en el aspecto social y regresar la confianza será una tarea difícil que probablemente se logre una parte con *blockchain*, pero el momento ahora no es el más adecuado.

Finalmente, como lo menciona el objetivo general de la maestría en auditoría, se espera “formar maestros en auditoría que se desempeñen en un marco de ética y responsabilidad, como profesionales independientes, consultores y/o directivos en organizaciones públicas o privadas, mediante la aplicación de conocimientos que apoyen la prevención de riesgos, la solución de problemas operativos y financieros, así como la información presentada a los distintos interesados.”

## Fuentes de información y consulta

### Bibliografía

- Allison, I. (02 de 05 de 2016). *Consensus 2016: State of Delaware open for blockchain business*. Obtenido de IB Times: <https://www.ibtimes.co.uk/consensus-2016-state-delaware-open-blockchain-business-1557851>
- Allison, I. (04 de 03 de 2016). *Guardtime secures over a million Estonian healthcare records on the blockchain*. Obtenido de IB Times: <https://www.ibtimes.co.uk/guardtime-secures-over-million-estonian-healthcare-records-blockchain-1547367>
- Álvarez Argüelles, R. (01 de 03 de 2018). Cuarta Revolución Industrial. *Veritas*, 13-14. Recuperado el 01 de 12 de 2018
- Ast, F. (13 de 01 de 2016). *El Sueño de Bentham: un Mundo sin Abogados*. Obtenido de Medium Astec: <https://medium.com/astec/el-sue%C3%B1o-de-bentham-un-mundo-sin-abogados-4241ae19d50a>
- Ast, F. (27 de 10 de 2017). *Cómo Prevenir Fraudes con Criptomonedas*. Recuperado el 09 de 01 de 2019, de Medium astec: <https://medium.com/astec/c%C3%B3mo-identificar-un-fraude-con-bitcoin-38c4fe739b28>
- Ast, Federico; Universidad Austral. (02 de 02 de 2017). *Coursera*. Obtenido de La disrupción del blockchain: <https://www.coursera.org/learn/blockchain-espanol/home/info>
- Back, A. (25 de 02 de 2018). *What's the Difference Between Blockchain & Distributed Ledger Technology?* Obtenido de Medium The Blockchain review: <https://medium.com/blockchain-review/whats-the-difference-between-blockchain-distributed-ledger-technology-19407f2c2216>
- BBVA. (26 de 04 de 2018). *¿Cuál es la diferencia entre una DLT y 'blockchain'?* Obtenido de BBVA Communications: <https://www.bbva.com/es/diferencia-dlt-blockchain/>
- Bit2me. (04 de 04 de 2019). *Qué es PoA (Proof of Authority – Prueba de Autoridad)*. Obtenido de Academy Bit2me: <https://academy.bit2me.com/que-es-poa/>
- Blanco, O. (20 de 11 de 2017). *IBM*. Obtenido de Blockchain en la Administración Pública: La Internet de las Transacciones: <https://www.ibm.com/blogs/think/es-es/2017/11/20/tecnologia-blockchain-administracion-publica/>
- Buterin, V. (06 de 02 de 2017). *Medium Corporation*. Recuperado el 16 de 05 de 2019, de The Meaning of Decentralization: <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274>

- Campanario, S. (20 de 08 de 2017). *La nación*. Obtenido de Criptoeconomía: el Salvaje Oeste de la ciencia maldita: <https://www.lanacion.com.ar/2054676-criptoeconomia-el-salvaje-oeste-de-la-ciencia-maldita>
- CompraNet Administrador. (30 de 04 de 2019). *Preguntas Frecuentes*. Obtenido de CompraNet: <https://compranetinfo.hacienda.gob.mx/info/negocio/archivo.php?idc=2&ida=7>
- CONDUSEF. (24 de 02 de 2018). *El ABC de la ley FINTECH*. Obtenido de Usuario Inteligente: <https://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/usuario-inteligente/servicios-financieros/1015-el-abc-de-la-ley-fintech>
- Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC). (02 de 01 de 2013). *ACUERDO POR EL QUE SE EMITEN LAS NORMAS Y METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LOS MOMENTOS CONTABLES DE LOS EGRESOS*. Obtenido de CONAC: [https://www.conac.gob.mx/work/models/CONAC/normatividad/NOR\\_01\\_04\\_003.pdf](https://www.conac.gob.mx/work/models/CONAC/normatividad/NOR_01_04_003.pdf)
- Cordero Valdavida, M. (2019). Blockchain en el sector público, una perspectiva internacional. *Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Públicas N.16*, 16-34. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6945314>
- Cuamatzi Cruz, A., Martínez Rodríguez, S. R., & Pérez García, A. (2005). *Diseño de un sistema para revision de las operaciones reportables relacionadas con adquisiciones, arrendamiento y servicios del sector público*. México: UNAM.
- Deloitte. (01 de 01 de 2017). *¿Qué es la Industria 4.0?* Obtenido de Deloitte España: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>
- Echabarría Sáenz, M. (2017). Contratos electronicos autoejecutables (smart contract) y pagos con tecnología blockchain. *Revista de estudios europeos N. 70*, 69-97. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/28434>
- Eco, U. (2003). *Cómo se hace una tesis*. Barcelona: Gedisa.
- Economía Digital. (15 de 02 de 2019). *Japón, laboratorio del blockchain como relevo del efectivo*. Obtenido de ED Economía Digital: [https://www.economiadigital.es/tecnologia-y-tendencias/japon-laboratorio-del-blockchain-como-relevo-del-efectivo\\_606257\\_102.html](https://www.economiadigital.es/tecnologia-y-tendencias/japon-laboratorio-del-blockchain-como-relevo-del-efectivo_606257_102.html)
- Forde, B. (03 de 07 de 2017). *Datos abiertos y 'blockchain': el antídoto contra la opacidad de empresas y gobiernos*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de Harvard Business Review en Español: <https://www.hbr.es/gobiernos/680/datos-abiertos-y-blockchain-el-ant-doto-contra-la-opacidad-de-empresas-y-gobiernos>
- Galicia Villanueva, S. (2018). Contador Público Agente de Cambio e Innovación. *Contaduría Pública*, 14-17.

- Gobierno de México. (06 de 04 de 2018). *Blockchain HACKMX. Informe Jalisco Talent Land 2018*.  
Obtenido de Portal único del Gobierno:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329166/Informe\\_Jalisco\\_Talent\\_Land\\_2018\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329166/Informe_Jalisco_Talent_Land_2018_.pdf)
- Gobierno de México. (25 de 09 de 2018). *Proceso de Contratación*. Obtenido de Transparencia presupuestaria:  
[https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/proceso\\_contratacion](https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/proceso_contratacion)
- Gobierno de México. (02 de 07 de 2019). *Compranet ¿Qué hacemos?* Obtenido de gob.mx:  
<https://www.gob.mx/compranet/que-hacemos>
- IMCO Staff. (s.f.). *Transparencia presupuestaria*. Obtenido de Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C.: [https://imco.org.mx/politica\\_buen\\_gobierno/transparencia-presupuestaria/](https://imco.org.mx/politica_buen_gobierno/transparencia-presupuestaria/)
- InnovaMx. (28 de 11 de 2018). *Modelo de gobernanza: Red blockchain México*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/innovamx/articulos/modelo-de-gobernanza-red-blockchain-mexico>
- InnovaMX, Gobierno de México. (09 de 02 de 2018). *Contrataciones Inteligentes*. Obtenido de InnovaMX: <https://www.gob.mx/innovamx/articulos/contrataciones-inteligentes>
- Irrera, A. (23 de 01 de 2017). *Nasdaq successfully completes blockchain test in Estonia*. Obtenido de Reuters: <https://www.reuters.com/article/nasdaq-blockchain-idUSL1N1FA1XK>
- Krugman, P. (31 de 07 de 2018). *Transaction Costs and Tethers: Why I'm a Crypto Skeptic*. Recuperado el 09 de 01 de 2019, de The New York Times:  
<https://www.nytimes.com/2018/07/31/opinion/transaction-costs-and-tethers-why-im-a-crypto-skeptic.html>
- Laski, J. (01 de 07 de 2019). Blockchain, transparencia y simplificaciones. *Veritas*, 30-31. Recuperado el 07 de 07 de 2019
- López Amaro, J. (2018). Tecnologías Exponenciales Disruptivas . *Contaduría Pública*, 22-24.
- Open Contracting Pathernship. (22 de 03 de 2018). *Ciudad de México. La contratación abierta a nivel local*. Obtenido de Open Contracting Pathernship: <https://www.open-contracting.org/contratacion-abierta-por-que/proyectos-demonstracion/cdmx/?lang=es>
- PGJDF. (30 de 10 de 2012). *Proyecto de acuerdo mediante el cual se aprueba la convocatoria para que las organizaciones y asociaciones civiles participen en el "programa de participación por la transparencia" que impulsa el Instituto de Acceso a la Información Pública del DF*. Obtenido de INSTITUTO DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA DISTRITO FEDERAL:  
[http://www.infodf.org.mx/innovaciones/transparencia/2012/2012\\_02\\_PGJDF\\_CedulaProyecto.pdf](http://www.infodf.org.mx/innovaciones/transparencia/2012/2012_02_PGJDF_CedulaProyecto.pdf)

- Presidencia de la República. (12 de 07 de 2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación:  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019)
- Preukschat, A. (29 de 01 de 2018). *Hyperledger: la Blockchain privada que todos tenemos que conocer*. Obtenido de El Economista:  
<https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8899454/01/18/Hyperledger-la-Blockchain-privada-que-todos-tenemos-que-conocer.html>
- Rodríguez González, A. (2018). ¡Contador despierta! ¡Tu carrera está evolucionando! *Contaduría Pública*, 16-18.
- Rosic, A. (01 de 03 de 2019). *What is Blockchain Technology? A Step-by-Step Guide For Beginners*. Recuperado el 08 de 09 de 2019, de Blockgeeks: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>
- Salinas García, J. J. (2019). Plataforma digital nacional. Innovación tecnológica vs. corrupción. *Veritas*, 48.
- Salort i Vives, S. (2012). *Revoluciones industriales, trabajo y Estado del Bienestar*. Madrid, España: Sílex Ediciones . Recuperado el 02 de 01 de 2019, de <http://www.digitialiapublishing.com.pbidi.unam.mx:8080/a/15543>
- Salvat Martinrey, G., & Serrano Marín, V. (2011). *La revolución digital y la sociedad de la información*. Sevilla: Comunicación Social.
- San Martín, J. (2019). Precio del Bitcoin, ¿cómo entenderlo? *Veritas*, 28-29.
- Sarries, N. M. (31 de 10 de 2018). *Los riesgos de 'blockchain', la gran apuesta digital de la banca*. Obtenido de Expansión:  
<https://www.expansion.com/empresas/banca/2018/10/10/5bbd0157e2704e10808b45c4.html>
- Schiener, D. (23 de 11 de 2015). *Liquid Democracy: True Democracy for the 21st Century*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/organizer-sandbox/liquid-democracy-true-democracy-for-the-21st-century-7c66f5e53b6f>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (s.f.). *Obra pública abierta*. Obtenido de Transparencia Presupuestaria:  
[https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Obra\\_Publica\\_Abierta](https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Obra_Publica_Abierta)
- Smart Contracts Alliance. (01 de 12 de 2016). *Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond*. Obtenido de Chamber of Digital Commerce:  
[https://d3c33hcgivew3.cloudfront.net/\\_08a135fac164e77c95a7ec4413be756c\\_Smart-Contracts---12-Use-Cases-for-Business-and-Beyond---Chamber-of-Digital-Commerce.pdf?Expires=1570233600&Signature=aSVcRmZYNauWEDEfgKatPBISTz4b4TIDP3CKICFhuWHHDi8~G7rUpFvqIT~ChxjkcS](https://d3c33hcgivew3.cloudfront.net/_08a135fac164e77c95a7ec4413be756c_Smart-Contracts---12-Use-Cases-for-Business-and-Beyond---Chamber-of-Digital-Commerce.pdf?Expires=1570233600&Signature=aSVcRmZYNauWEDEfgKatPBISTz4b4TIDP3CKICFhuWHHDi8~G7rUpFvqIT~ChxjkcS)

Song, J. (11 de 06 de 2018). *The Truth about Smart Contracts*. Obtenido de Medium Cryptocurrency: [medium.com/@jimmysong/the-truth-about-smart-contracts-ae825271811f](https://medium.com/@jimmysong/the-truth-about-smart-contracts-ae825271811f)

Valdés Hernández, L. A. (2004). *El valor de la tecnología en el siglo XXI*. México: FCA.

Velasco y Lambe, J. (2007). *Manual para elaborar una tesis. Área económico-administrativa*. México: Universidad intercontinental.

Walt, V. (27 de 04 de 2017). *Is This Tiny European Nation a Preview of Our Tech Future?* Obtenido de Fortune: <https://finance.yahoo.com/news/tiny-european-nation-preview-tech-130803549.html>

Woldenberg Karakowsky, J. (2016). *Por una cultura de la transparencia en México*. México: Dirección General de Promoción y Vinculación con la Sociedad (INAI).

## Glosario

**Altcoin.** Toda criptomoneda que no sea el bitcoin. Las altcoins más importantes son el Ether, Ripple, Litecoin, Monero, Zcash y Dai.

**Ataque del 51%.** Cuando más de la mitad del poder de cómputo de un blockchain es controlado por un único agente, éste puede realizar transacciones maliciosas contra la red. Por ejemplo, gastar una misma moneda más de una vez.

**Bloque.** Paquete de datos que contiene transacciones que se registran en el blockchain.

**Bitcoin.** La primera criptomoneda basada en tecnología de blockchain. El paper fue publicado bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto el 31 de octubre de 2008. La red entró en funcionamiento el 3 de enero de 2009.

**Blockchain.** Registro compartido entre múltiples computadoras donde las transacciones se registran en bloques unidos con una cadena criptográfica.

**Comisión de Transacción.** Comisión que se paga a los mineros para procesar una transacción con criptomoneda.

**Confirmación.** Acto realizado por los mineros que verifica una transacción y la agrega al blockchain.

**Consenso.** Ocurre cuando todos los participantes de la red se ponen de acuerdo en una cadena de transacciones, lo que asegura que todos los nodos tienen una copia exacta del mismo registro.

**Contrato inteligente (Smart contract).** Instrucciones escritas en forma de código en una red descentralizada, que se ejecutan tras la ocurrencia de cierto evento.

**Criptografía.** Del griego kryptós (secreto) y graphein (escritura), es una disciplina que se ocupa de la construcción de protocolos para garantizar la confidencialidad, la integridad y la autenticidad de los datos.

**Criptomoneda.** Representación de un activo digital construido sobre criptografía.

**Dirección pública.** Conjunto de caracteres alfanuméricos que se usa para enviar y recibir fondos en las transacciones de una red de criptomoneda.

**Dapp.** Una aplicación descentralizada es una aplicación open source que opera de manera autónoma y tiene sus datos almacenados en el blockchain. Son muy importantes dentro del blockchain de Ethereum.

**DAO.** Una organización autónoma descentralizada es como una corporación que corre sin intervención humana y que opera a través de una serie de reglas de negocio imposibles de modificar por una sola persona.

**Desintermediación:** Proceso de reducción del uso o necesidad de intermediarios. En el contexto del blockchain, se refiere a la reducción de la necesidad de terceras partes intermediarias para la validación y facilitación de transacciones.

**Doble gasto:** Ocurre cuando un activo digital es gastado más de una vez.

**Explorador de Bloques:** Herramienta online que sirve para visualizar transacciones en el blockchain.

**Firma Digital:** Código digital generado por encriptación pública que se adhiere a un documento transmitido electrónicamente para verificar su contenido y la identidad del que lo envía.



**Función de hash criptográfica:** Produce un valor de hash de tamaño fijo de un input de tamaño variable. El algoritmo SHA-256, utilizado por la red de bitcoin, es un ejemplo de hash criptográfico.

**Llave privada:** Conjunto de datos que permite acceder a la criptomoneda en una wallet. Sirve como password que debe mantenerse oculto de otras personas.

**Llave pública:** Clave que se utiliza para cifrar una transacción en la red de blockchain.

**Mineros:** Computadoras de la red de blockchain encargadas de validar las transacciones. Los mineros agrupan transacciones individuales en bloques y los difunden al resto de la red para que formen parte del registro compartido. Por su contribución, reciben comisiones de transacción y pagos en criptomoneda.

**Multisig:** Dirección de bitcoin que provee una capa extra de seguridad al requerir que más de una llave firme una transacción para que ésta sea realidad.

**Nodo:** Copia del registro operado por una computadora de la red. Los nodos no tienen privilegios especiales, sin embargo, sus funciones y grados de participación pueden diferir.

**Registro Distribuido:** Registro donde los datos están almacenados en una red de nodos descentralizados.

**Red Distribuida:** Tipo de red donde el poder de cómputo y los datos están repartidos en nodos en lugar de en un agente centralizado.

**Recompensa de Bloque:** Pago en bitcoin que la red otorga a un minero que calculó exitosamente el hash de un bloque.

**Registro centralizado:** Registro mantenido por un agente central.

**SHA-256:** En inglés Secure Hashing Algorithm. Es un algoritmo criptográfico utilizado por criptomonedas como el bitcoin.

**Wallet:** Software que permite realizar transacciones en el blockchain, como enviar/recibir pagos y consultar el saldo.

## Siglarlo

4T

Cuarta Transformación, 4

EDN

Estrategia Digital Nacional, 4, 7, 8, 11

INAI

Instituto Nacional de Acceso a la Información y Transparencia, 6

PACI

Partnering Against Corruption Initiative, 10, 13

SNA

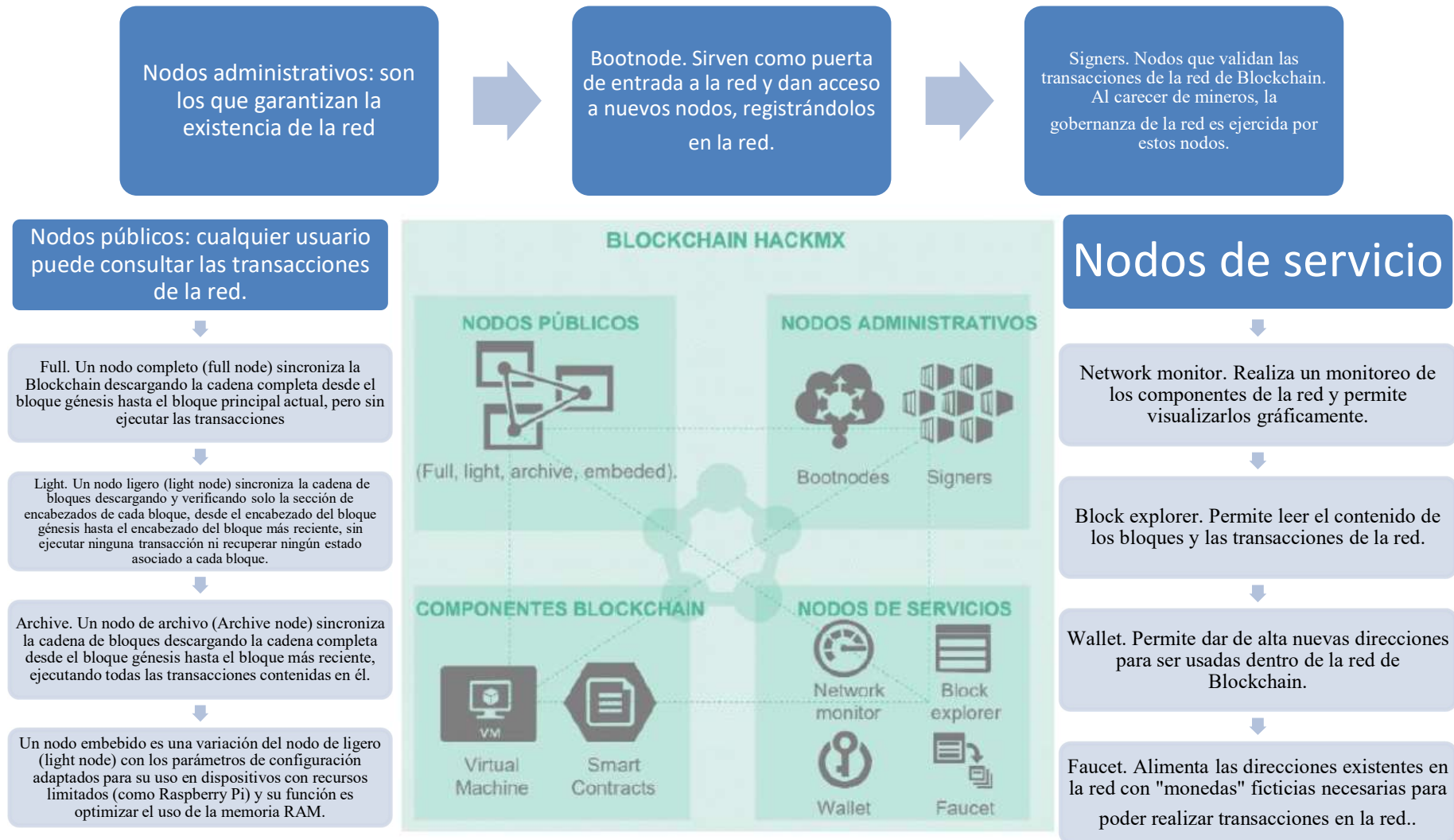
Sistema Nacional Anticorrupción, 11

WEF

World Economic Forum, 10, 11, 12

# Anexos

## Anexo 2. Descripción de los nodos que componen la Red HACKMX



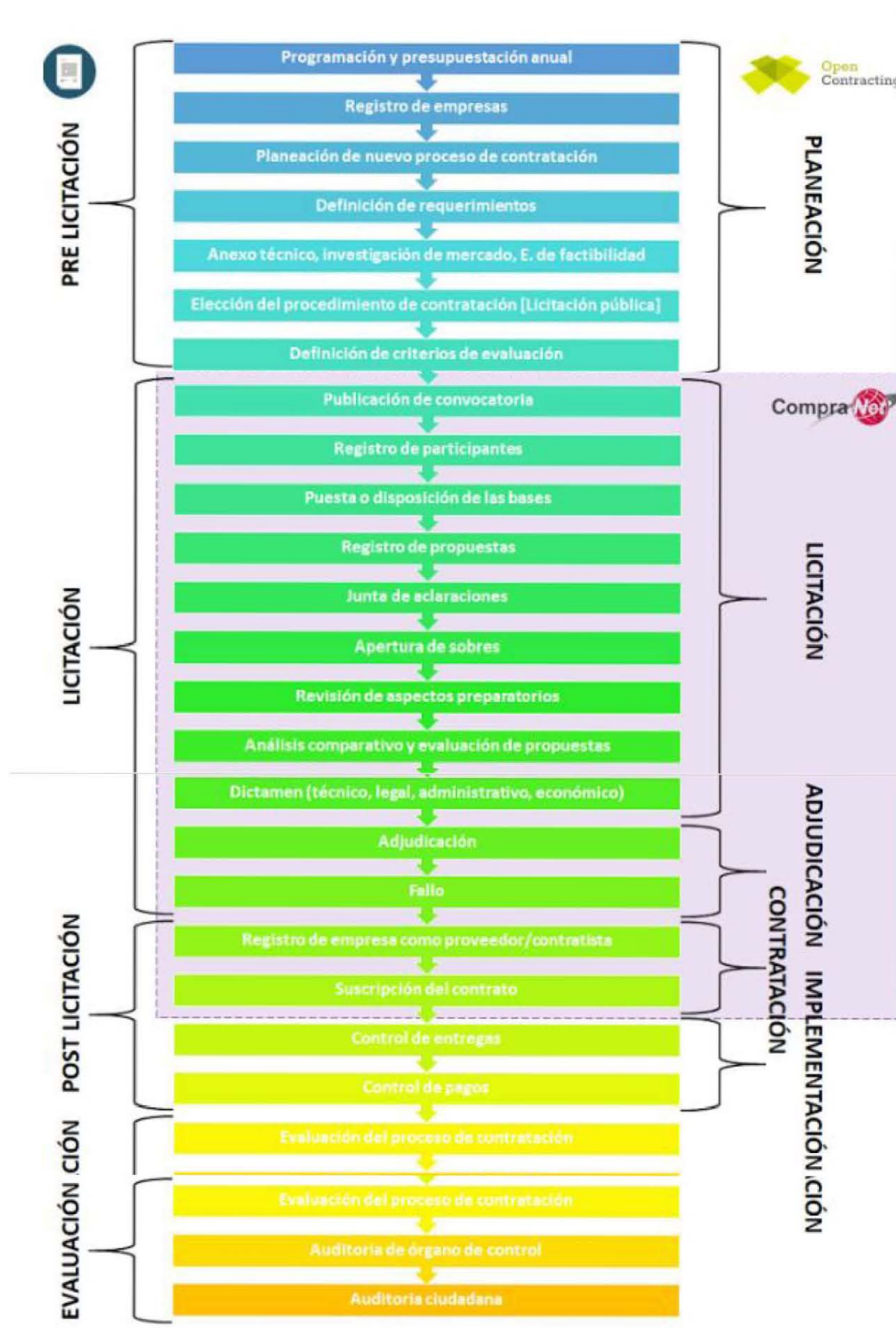
## Anexo 1. Tabla de comparación para identificar el blockchain adecuado

Se identificaron y analizaron 5 soluciones existentes: Hyperledger Fabric, Bitcoin, Ethereum, Chain y NEM.

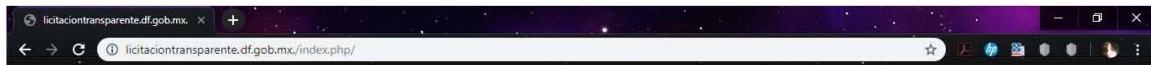
	Hyperledger Fabric	Bitcoin	Ethereum	Chain	NEM
<b>Descripción de la plataforma</b>	Blockchain of general purpose	Payments only	Blockchain of general purpose	Blockchain of general purpose	Blockchain of general purpose
<b>Gobernanza</b>	Linux Foundation	Bitcoin Developers	Ethereum Developers	Comunidad chain	NEM Foundation
<b>Moneda</b>	None	BTC	Ether	None	Xem
<b>Recompensa minera</b>	N/A	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>Estado</b>	Key-value database	Data transaction	Data account	Data transaction	Data transaction
<b>Red de consenso</b>	Enchufable PBFT	Mining	Mining	Federated consensus program	Proof of importance
<b>Red</b>	Privado	Público	Público o privado	Privado	Público o privado
<b>Intimidad</b>	Abierto o privado	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
<b>Contratos inteligente</b>	Varios lenguajes (Java, GO)	Posible, pero no obvio	Lenguaje de programación : Solidity	Java, Ruby, NodeJS	Javascript, Ruby, NodeJS

Tabla 1. Análisis de soluciones tecnológicas de blockchain.

### Anexo 3. Proceso de Compranet



## Anexo 5. Páginas consultadas de los repositorios Blockchain HackMX



## **Agradecimientos**

A mis padres, Lilia y Ricardo, por siempre darme un gran ejemplo de superación, además de su amor, comprensión y apoyo para poder llegar a este momento.

A mis hermanos, Enrique Gibrán y Nataly Sofía, por permitirme aprender de ellos y ayudarme cuando lo he necesitado, por ser mis mejores compañeros y seguirme en muchas de mis locuras.

A todos mis amigos por aportarme algo bueno en mi vida y siempre estar cuando más los necesito: Edith, Tania, Guadalupe, Wendy, Divana, Miqui, Angélica, Claudia, Yael, Ángel Enrique, Víctor Pérez, Hugo Joel, Víctor Cruz.

Al profesor y amigo Eduardo Román Morales, quien siempre tuvo y ha tenido un momento para escucharme y brindarme unas palabras o consejos, los cuales aprecio mucho.

Al Despacho Martínez Myers, por darme mi primera oportunidad laboral, en donde tuve el primer contacto con el sector público y de donde surgió la idea para el tema de esta investigación. Gracias especiales a C.P. Ramiro Luna y L.C. Anel Pérez por dejarme aprender de ustedes y compartirme su experiencia y conocimientos a través de todos estos años.

A mis compañeros y amigos de maestría, con quienes compartí dos maravillosos años llenos de experiencias y aprendizajes: Angélica, Lucy, Berenice, Ángel, Andrea, Lily, Mauricio, Graciela, Agustín, Gaby. Los quiero amigos.

A mi tutora, la Dra. Graciela Bribiesca Correa por apoyarme para sacar adelante este proyecto, por creer en mí y en la idea y siempre darme ánimos.

A mi Universidad, por recibirme en sus aulas desde el bachillerato y seguir brindándome tanto conocimiento para poder sobresalir en el ámbito profesional y decir orgullosamente que pertenezco a la Máxima Casa de Estudios.

El presente trabajo de investigación fue realizado con recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por lo cual se hace esta mención especial, así como agradecimiento.