



TIES

Revista de
**Tecnología e Innovación
en Educación Superior**

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

José Guadalupe Morales Montelongo

<http://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 7 de noviembre de 2018 • Fecha de publicación: 14 de diciembre de 2018

Diciembre 2018 • Volumen 1 • Número de revista 1 • ISSN en trámite

Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

Resumen

Los responsables de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen continuamente el reto de identificar las tendencias tecnológicas y valorar su adopción en congruencia con la estrategia institucional.

Recientemente la Tecnología Blockchain ha recibido una gran atención en el entorno de las tecnologías de información, principalmente por ser el soporte tecnológico de criptomonedas como el Bitcoin. Sin embargo, es importante valorar la tecnología subyacente y evaluar su potencial de manera objetiva en la ruta hacia la transformación digital de las IES.

El presente trabajo, a través de una breve revisión del estado actual de esta tecnología y de las oportunidades que abre para su aplicación en las IES, pretende aportar algunos elementos para valorar su incorporación en la agenda de innovación de los directores de TIC de las universidades.

Finalmente, se plantean algunas iniciativas para la conformación de una plataforma blockchain universitaria con aplicaciones innovadoras que aprovechen su potencial.

Palabras clave:

Blockchain, TIC, Universidad, gestión universitaria, iniciativas de colaboración.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY: INITIATIVES FOR THE DIGITAL TRANSFORMATION AGENDA OF ICT MANAGERS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF MEXICO

Abstract

The role of CIO in Higher Education Institutions (HEIs) continually is challenged to identify technological trends to consider their adoption in accordance with the corporate strategy.

Recently, Blockchain technology has caught the attention in the information technology ecosystem, mainly for being the technological support of cryptocurrency such as Bitcoin. However, it's important to assess the underlying technology and consider objectively its potential on the path to digital transformation of HEIs. This paper, through a brief review of the current state of the blockchain technology and the pertinence for its application on HEIs, provides some elements to consider its adoption into the innovation agenda of university CIO.

Finally, some initiatives are proposed for the creation of university blockchain platform running innovative applications that take advantage of its potential.

Keywords:

Blockchain, information technology, CIO, University, university management, collaborative initiatives.

TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: INICIATIVAS PARA LA AGENDA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS RESPONSABLES DE TIC EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

Introducción

LAS UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES) ENFRENTAN IMPORTANTES DESAFÍOS AL momento de brindar servicios tecnológicos para sus comunidades universitarias a través de sistemas de información, redes de conectividad, entre otros. Con esta expectativa, las áreas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) están en una continua exploración de iniciativas innovadoras para dar respuesta a los desafíos presentes y futuros, con el objetivo de simplificar los servicios, mejorar la manera en que se brindan y elevar sus niveles de atención.

Entre las novedades tecnológicas recientes en el ámbito de las TIC, la blockchain o cadena de bloques es una tecnología que ha tenido una particular resonancia y posicionamiento en el medio debido a su asociación con las criptomonedas como Bitcoin.

De acuerdo con la firma de consultoría Gartner, en el 2018 mediante el estudio anual de las diez tendencias de estrategia tecnológica, se ubica la tecnología Blockchain en el octavo lugar [1]. En el mismo sentido, el portal especializado *CIO.com*, orientado a directores de tecnologías de información, identifica que una de las tres tendencias actuales para digitalizar las operaciones es el aprovechamiento de esta tecnología en los procesos, operaciones y transacciones [2].

Aquí cabe hacerse algunas preguntas: ¿Cómo conceptualizar esta tecnología? ¿Cómo identificar sus características y ámbitos de aplicación? ¿Cómo logra una tecnología asociada con las criptomonedas trascender para dar soluciones en otros ámbitos?

La tecnología Blockchain

Esta tecnología cumple una década de su exitosa implementación en 2008, siendo la propuesta de Satoshi Nakamoto para contar con mecanismos criptográficos que permitieran transferir valor a través de internet, haciendo que activos digitales puedan ser transferidos entre un propietario y un comprador, siendo la base de las monedas digitales o criptomonedas.

La blockchain o cadena de bloques, está formada precisamente de un conjunto de transacciones verificadas, consensuadas y agrupadas secuencialmente. Estos están interrelacionados para crear un registro compartido de todas las transacciones; una vez registradas no pueden ser modificadas, aunque sí podrían ser consultadas. Este mecanismo es el que genera la confianza entre colaboradores que pueden incluso no conocerse.

La información es almacenada en diferentes ubicaciones a través de conexiones *peer-to-peer* (P2P) sin requerir un intermediario centralizado. La seguridad es manejada por protocolos criptográficos y técnicas que aseguran la permanencia, resiliencia e inmutabilidad de los datos [3].

Haciendo una comparación cercana, los bancos mantienen el seguimiento del saldo de los clientes en un libro de registros contables (*ledger*, en inglés). De la misma manera, Bitcoin utiliza la Blockchain para llevar su propio libro de registros, y se almacena de manera colaborativa en una red descentralizada conocida como libro de registros contables distribuido (*distributed ledger*, en inglés) [4].

El libro de registro contable distribuido es una base de datos de activos que puede ser compartida a través de una red con múltiples nodos u organizaciones, donde todos los participantes disponen de una copia idéntica del libro de registro, actualizada casi en tiempo real, siendo verificada cada transacción criptográficamente a través de un mecanismo de consenso que realizan los nodos antes de añadir un nuevo bloque al final de la cadena [4][5].

Tipos de blockchain

Respecto al tipo de uso de esta tecnología, algunos autores proponen categorizaciones que atienden a ciertos criterios de aplicabilidad. Como ejemplo, Swan propone lo siguiente [6]:

- **Blockchain 1.0** se refiere a aplicaciones relacionadas con criptomonedas, tales como transacciones, sistemas de pago y remesas.
- **Blockchain 2.0** se orienta hacia aplicaciones con contratos inteligentes dirigidas a actividades económicas y financieras, tal como transacciones financieras, hipotecas, propiedades, etcétera.
- **Blockchain 3.0** incluye aplicaciones dirigidas a ámbitos como el de la administración pública, la salud, la ciencia, entre otros.

Adicionalmente, se dispone de tres tipos de blockchain dependiendo del acceso y la visibilidad de las transacciones:

- **Blockchains públicas**, que todos pueden acceder y las transacciones son públicas (p. ej. Bitcoin y Ethereum).
- **Blockchains privadas**, donde se accede por invitación, (p.ej. Hyperledger, R3 y Ripple).
- **Blockchains híbridas**, combinando elementos de las anteriores, y donde los nodos se incorporan por invitación pero las transacciones son públicas.

Gran parte del impulso de esta tecnología es debido a que algunas plataformas están disponibles bajo el esquema open source, así como el compromiso de gobiernos, organismos multilaterales y grandes empresas para impulsar su adopción.

Actualmente, la *World Wide Web Consortium* (W3C) y la *International Organization for Standardization* (ISO) realizan esfuerzos para estandarizar las redes blockchain, tales como su interoperabilidad, entre muchos otros aspectos.

Oportunidades de la tecnología de cadenas de bloques

MUCHAS EXPECTATIVAS SE HAN GENERADO PARA EL USO DE ESTA TECNOLOGÍA EN ÁMBITOS MÁS ALLÁ DE LAS criptodivisas. Diversos gobiernos y organismos han realizado estudios para comprender esta tecnología e identificar su potencial, así como la manera de aprovechar sus ventajas. Algunas estrategias recientes para experimentar el potencial y las aplicaciones de esta tecnología es a través de laboratorios y eventos de emprendimiento [7][8][9].

El gobierno digital se ha visto beneficiado con esta tecnología en países como Estonia, impulsando su uso en temas de ciudadanía digital, transparencia y prestación de servicios públicos[10]. Asimismo, las metas del desarrollo sostenible 2030 de la Organización de las Naciones Unidas la utilizan para impulsar una producción sostenible brindando trazabilidad al proceso y la procedencia de su materia prima. De igual forma, para brindar identidad legal y servicios financieros a los refugiados, entre muchos otros [11].

En México, en el marco de la Estrategia Digital Nacional del Gobierno Federal, se han realizado esfuerzos con la iniciativa Blockchain Hack MX, buscando simplificar diversos trámites y reportando avances importantes en los proyectos de contrataciones inteligentes y los certificados de depósito en garantía [8][12].

En el mismo sentido, se desarrolla una red blockchain para el gobierno mexicano en donde participan la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la West Virginia University y la Presidencia de la República [13]. Además, empresas mexicanas han simplificado sus operaciones de exportación, reduciendo a menos de 3 horas una serie de trámites documentales que tomaban de 7 a 10 días [14].

Contratos inteligentes

Entre los avances que hacen a esta tecnología ir más allá del ámbito de las criptodivisas son los denominados Smart Contracts o contratos inteligentes, que conceptualizan a blockchain como una computadora distribuida que ejecuta aplicaciones utilizando las transacciones para



Figura 1.

Fuente: Eduardo Sepúlveda, DG TIC.

dar seguimiento al cambio de estatus de una máquina de estados finita, del cual surge el concepto de “contratos inteligentes” [15].

En este sentido, un contrato inteligente es un programa escrito en un lenguaje de programación integrando en el mismo las partes involucradas, el alcance (procesos, compra de activos o de derechos) y las condiciones que lo disparan (a solicitud o un evento) [16]. Estos contratos pueden acceder a *wallets* o carteras de criptodivisas y efectuar transacciones en respuesta a eventos.

Por ejemplo, es posible tener un contrato inteligente del lado de nuestro proveedor de internet que genere una bonificación en la factura cuando tengamos degradaciones importantes o cortes en el servicio. Para esto, el contrato es registrado en un bloque, y cuando se ejecuta almacena los resultados en el bloque correspondiente de la misma red blockchain. Así, una vez ejecutado el contrato, todos los nodos de la red reflejan su nuevo estado.

Algunas plataformas Blockchain como Ethereum y Hyperledger implementan este tipo de contratos utilizando el lenguaje Solidity. Sin embargo, aún se carece de estándares y mecanismos para la interoperabilidad de los contratos entre las diversas implementaciones de esta tecnología.

¿Pero, cuál es el potencial que esta tecnología tiene para las universidades? ¿Cuáles son los escenarios para su uso en los procesos administrativos, académicos y de gestión?

Aplicaciones en el ámbito educativo

Don Tapscott, cofundador del *Blockchain Research Institute*, propone algunas categorías donde se puede innovar en la educación superior aprovechando las características de esta tecnología [17]:

- Gestión de la identidad, manteniendo la privacidad y seguridad de los datos.
- Validación de acreditaciones escolares.
- Micro-acreditaciones para reconocer aprendizajes.
- Reducción de créditos estudiantiles empleando becas basadas en objetivos, o bien avanzando el pago de sus créditos a través de la enseñanza de otros estudiantes.
- Una red universitaria global con los mejores materiales que permitiría a los estudiantes construir su programa personal apoyándose en una red de instructores y facilitadores educativos.

Entre las tecnologías dirigidas al ámbito educativo está Blockcerts, que permite la emisión de certificados académicos, que utiliza estándares abiertos y pueden ser verificados directamente en la red blockchain por terceros.

Otras aplicaciones simplifican la gestión de la propiedad intelectual a través del registro digital de imágenes en estas redes a través de su sello digital (*hash*, en inglés), lo que permitirá desarrollar funcionalidades para identificar el uso no autorizado en la web. En el mismo tenor, en el registro de invenciones y patentes, el *hash* del documento es registrado en este tipo de red como prueba de su existencia sin necesidad de exponer su contenido.

En el estudio realizado por la Comisión Europea se identifican algunas oportunidades para el uso de esta tecnología en el ámbito educativo [18], destacando las siguientes:

- **Almacenamiento seguro** de los títulos universitarios digitales.
- Verificación de acreditaciones institucionales a través del reconocimiento de la cadena de acreditaciones.
- Almacenamiento de expedientes académicos con **evidencias digitales verificables**.
- **Seguimiento al uso y reutilización de la propiedad intelectual**, por ejemplo en las citaciones en artículos de investigación.
- Recepción de **pagos de estudiantes a través de criptodivisas**, lo cual promovería la supresión de las barreras actuales que hacen depender del acceso a cuentas bancarias o tarjetas de crédito.
- Financiamiento estudiantil de recursos a través de “cupones” educativos que puedan usarse en instituciones educativas pre-aprobadas, **utilizando contratos inteligentes** que emplee algunos criterios de eficacia (p. ej. calificaciones).
- Utilizar **identidades soberanas** verificadas para identificar estudiantes en organizaciones educativas, y evitar compartir información personal en cada trámite.

Sin embargo, este mismo estudio identifica que las aplicaciones blockchain dirigidas al ámbito educativo están inmaduras. También ve su potencial para acelerar la adopción de títulos universitarios digitales, eliminando la necesidad de contar con organizaciones intermediarias que centralicen la verificación de los títulos. Además, permitirá la creación de nuevos sistemas de seguimiento del uso de propiedad intelectual. Concluye que las redes educativas pueden automatizar y estandarizar muchas de sus funciones a través de redes autónomas descentralizadas, simplificando el trabajo de las actuales instancias acreditadoras.

No obstante, identifica que la adopción de un sistema basado en registros educativos requiere de estándares, acuerdos y marcos regulatorios, así como de sistemas para la interoperabilidad. Finalmente, señala que las instituciones educativas disponen de poca evidencia que demuestre el valor que agregan las tecnologías Blockchain para las propias organizaciones y para sus estudiantes, por lo que comprender el potencial de la tecnología sin contar con implementaciones de ejemplo requiere de gran conocimiento y especialización.

Ante esto, los países de la Unión Europea han planeado generar una Asociación Blockchain Europea con la intención de implementar soluciones basadas en esta tecnología en los países que la conforman [19].

Adicionalmente, la “uberificación” de la educación se hace patente en la *Wolf University*, que se presenta como la primera universidad basada en la tecnología Blockchain, que a través de contratos inteligentes los estudiantes podrán integrar una trayectoria académica personalizada donde impartirán cátedra profesores de la Oxford University [24].

Implementación de proyectos blockchain

Aunque esta tecnología está en el top 10 de tendencias de Gartner [1], es clave comprender esta tecnología e identificar claramente las ventajas que derivan de su aplicación, considerando sus capacidades, sus limitaciones y las propias capacidades técnicas necesarias para su implementación. Coincide también respecto a lo reportado en líneas previas respecto a que éstas tecnologías aún están inmaduras, no han sido probadas lo suficiente, y en gran medida carecen de regulaciones.

Respecto a su implementación, la consultora identifica que los directores de tecnología (CIO) no están generando proyectos de aplicación de esta tecnología [20]. Lo anterior se atribuye a la complejidad de su abordaje, la carencia de perfiles especializados para su aplicación, entre otras. En este sentido, se reporta que 9% de ellos trabaja en su adopción en algún grado [21]. En contraparte, hay empresas que están identificando cómo utilizar la tecnología, aunque la ausencia de casos de uso probados generan preocupación sobre de su viabilidad [22].

Sin embargo, esto puede cambiar rápidamente si consideramos que cada vez más los servicios de la nube están incluyendo en su portafolio de servicios el *Blockchain-as-a-Service*, entre los cuales recientemente se sumó Amazon Web Services (AWS) [23].

Iniciativas para una blockchain universitaria

CON LAS TECNOLOGÍAS BLOCKCHAIN EN LA RUTA HACIA UNA MAYOR COMPRENSIÓN Y MADUREZ SOBRE SU aplicación, los responsables de tecnologías de las IES mexicanas tienen la oportunidad de liderar los esfuerzos para la exploración e implementación de la tecnología en los procesos institucionales, educativos y de gestión. En esta sección se delinean algunas propuestas.

Asociación blockchain de universidades de México

Con la presencia de directores TIC y académicos se propone la conformación de una red de trabajo para identificar mejores prácticas para la aplicación de esta tecnología y los contratos inteligentes, de manera que permitan beneficiar a sus instituciones en el corto y mediano plazo. Este grupo debe establecer líneas de trabajo y proponer enfoques prácticos y mapas de ruta para generar conocimiento aplicable al entorno y la realidad de nuestro país. Algunas propuestas específicas se abordan en lo sucesivo.

Laboratorios blockchain universitarios

Con el objetivo de comprender el potencial de esta tecnología, sus ámbitos de aplicación y realizar prototipos para incubación y posterior aprovechamiento en las IES, se propone la integración de una red de laboratorios blockchain con infraestructura e investigadores de las propias universidades, con la intención de implementar soluciones tecnológicas innovadoras de alto impacto en la operación de las IES donde puedan tener participación investigadores, estudiantes e iniciativa privada.

Red blockchain universitaria y contratos inteligentes

Contar con una red híbrida universitaria permitirá que las IES de México participen con nodos y tengan acceso a servicios digitales y aplicativos basados en blockchain.

Los contratos inteligentes brindan una ruta posible hacia la simplificación de la gestión universitaria, automatizando flujos de trabajos y ejecutar decisiones basadas en indicadores. En este sentido, podrían automatizarse trámites al interior de las áreas de tecnologías para avanzar hacia su consolidación al interior de las instituciones.

En la ruta de los aplicativos, esta red permitiría a las instituciones establecer las bases tecnológicas para implementar servicios con reconocimiento interuniversitario, como la gestión digital de la identidad de los estudiantes y profesores, facilitando el intercambio académico, la expedición de constancias digitales y su reconocimiento automático por parte de las universidades participantes empleando estándares abiertos (p. ej. Blockcerts), entre otros servicios.

Asimismo, la conformación de un expediente académico permitirá validar cada una de las constancias y títulos emitidos de manera colaborativa, y en un entorno de confianza digital interuniversitaria.

e-Wallet universitario

La implementación de e-wallets para el consumo de servicios al interior de las instituciones es una oportunidad para identificar su demanda y diseñar los nuevos servicios que demandan los nativos digitales que actualmente están en las aulas.

Repositorio de títulos universitarios

Recientemente las universidades mexicanas realizan grandes esfuerzos para modernizar el proceso de expedición de títulos con la finalidad de ajustarse a los cambios normativos recientes; regulaciones que tienen como fin último avanzar hacia la expedición de la cédula profesional electrónica. A este respecto, el proceso implica registrar electrónicamente ante la Dirección General de Profesiones (DGP), el título profesional emitido por las universidades, siendo ésta la base para emitir en lo futuro la cédula profesional electrónica a solicitud del profesionista. El resultado de registrar el título es una constancia electrónica que replica la información contenida en el documento que expide cada institución.

De esta manera, las IES deberán recuperar la base de datos de los títulos que hayan expedido previamente a esta normativa, con la intención de registrarlos utilizando los servicios digitales de la DGP para que una gran base de profesionistas tengan la posibilidad de solicitar su cédula electrónica.

La propuesta en este sentido es constituir un repositorio de los títulos utilizando la red blockchain universitaria ya descrita, y contar con servicios que permitan verificar la información de los títulos en un entorno distribuido y de confianza interinstitucional.

Conclusiones

CON LA IRRUPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BLOCKCHAIN, LOS DIVERSOS PROCESOS DE LA GESTIÓN UNIVERSITARIA tienen una oportunidad para su simplificación y modernización a través de iniciativas de innovación.

Para ello es necesario realizar esfuerzos para explorar las potencialidades de la tecnología y para establecer una ruta para su implementación, adopción y gobernanza al interior de las IES. De aquí la importancia de integrarlo en la agenda de los directores de TIC.

En el ámbito de la implementación, es importante que los responsables de TIC valoren la incorporación de esta tecnología para el fortalecimiento de los sistemas de información de las IES de manera que aporte valor, simplificando los procesos administrativos y de gestión. Algunos estudios han propuesto criterios para identificar los casos en que recomiendan su uso y el tipo de redes blockchain sugeridas. Adicionalmente, gran parte de la tecnología está disponible como *open source*, brindando alternativas para acceder a ella rápidamente.

También debe valorarse la oportunidad de generar iniciativas de colaboración interinstitucional para desarrollar servicios y aplicaciones que permitan establecer una gestión electrónica que simplifique la interacción de los procesos entre las instituciones y al interior de las mismas.

Asimismo, es importante la generación de especialistas en el tema, en sus aplicaciones y en sus implicaciones legales es un tema importante para incorporar en los programas académicos de las IES.

Con temas importantes que han quedado fuera del presente trabajo, y siendo un tema amplio que toca esferas legales, tecnológicas y sociales, este texto pretende acercar algunos elementos que sirvan como punto de partida para profundizar en los temas e identificar el potencial en la transformación digital de nuestras instituciones.

Finalmente, considerar que la tecnología de cadena de bloques, sus aplicaciones y las plataformas evolucionan rápidamente debido al impulso de las comunidades y grandes consorcios globales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gartner y K. Panetta. "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018," *Smarter with Gartner*, octubre 3, 2017. [En línea] <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/> [Consultado en julio 10, 2018]
- [2] S. Atkinson, "3 enterprise tech trends to digitize your operations. CIO.com," *CIO From IDG*, Julio 9, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.cio.com/article/3287978/digital-transformation/3-enterprise-tech-trends-to-digitize-your-operations.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [3] Gartner y K. Panetta. "The CIO's Guide to Blockchain," *Smarter with Gartner*, octubre 3, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-cios-guide-to-blockchain/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [4] UK Government Chief Scientific Adviser, *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*. 2016. [En línea] Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [5] Deloitte Insights, *Blockchain: A technical primer*. 2018. [En línea] Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4436_Blockchain-primer/DI_Blockchain_Primer.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [6] M. Swan, *Blockchain: Blueprint for a new economy*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., 2015.
- [7] PwC. "Why experimenting with Blockchain?" *PwC the Netherlands*. [En línea] Disponible en: <https://www.pwc.nl/en/topics/digital/digital-transformation/blockchain/blockchain-experience-lab/why-experimenting-with-blockchain.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [8] Gobierno de la Ciudad de México, *Blockchain HACKMX. Informe: Vertical Gobierno Digital del Talent Hackathon Campus Party 2017*. 2017 [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/250459/Informe_BlockchainHACKMX_-_Campus_Party.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [9] Shen, M, "National Chinese Science Academy Launches Blockchain Lab," *Coindesk*, Junio 21, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.coindesk.com/national-chinese-science-academy-launches-blockchain-lab/> [Consultado en julio 10, 2018].

- [10] N. Heller, "Estonia, the digital republic: Its government is virtual, borderless, blockchained, and secure. Has this tiny post-Soviet nation found the way to the future?" *The New Yorker magazine*. December, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.newyorker.com/magazine/2017/12/18/estonia-the-digital-republic> [Consultado en julio 10, 2018].
- [11] UNOPS. "Category: UNECE/CEFACT," *UN Blockchain. Multi-UN Agency Platform*. [En línea] Disponible en: <https://un-blockchain.org/category/unece-cefact/> [Consultado en julio 10, 2018].
- [12] Y. Martínez, *Palabras de la Mtra. Yolanda Martínez - Coordinadora de la Estrategia Digital Nacional - Oficina de la Presidencia de la República. Foro OCDE México 2018: La Inserción de México a la Nueva Globalización y la Revolución Digital*. 2018. [En línea] Disponible en: <http://www.oecd.org/centrodemexico/foroocdemx/anfitrionesyexpertosocde/Participacio%CC%81n%20de%20la%20Mtra.%20Yolanda%20Martinez%20-%20Foro%20OCDE%20Me%CC%81xico%202018.pdf> [Consultado en julio 10, 2018].
- [13] R. Riquelme, "Universidades darán confiabilidad a blockchain del gobierno mexicano," *El Economista*, febrero 21, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.economista.com.mx/tecnologia/Universidades-daran-confiabilidad-a-blockchain-del-gobierno-mexicano-20180221-0080.html> [Consultado en julio 10, 2018].
- [14] D. Blanco, "¿Cómo la blockchain 'llevó' 25 toneladas de atún Dolores a España?" *El Financiero*, diciembre 11, 2017. [En línea] Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/como-la-blockchain-llevo-25-toneladas-de-atun-dolores-a-espana> [Consultado en julio 10, 2018].
- [15] A. Simon, "Blockchain evolution: A quick guide and why open source is at the heart of it. From bitcoin to the next generation of blockchains." *OpenSource.com*, junio 28, 2018. [En línea] Disponible en: <https://opensource.com/article/18/6/blockchain-guide-next-generation> [Consultado en julio 10, 2018].
- [16] Chamber of Digital Commerce, *Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond: A Technology, Legal & Regulatory Introduction*, 2016. [En línea] Disponible en: https://digitalchamber.org/wp-content/uploads/2018/02/Smart-Contracts-12-Use-Cases-for-Business-and-Beyond_Chamber-of-Digital-Commerce.pdf [Consultado en julio 10, 2018].
- [17] D. Tapscott y A. Tapscott, "The Blockchain Revolution and Higher Education," *Educause Review*. marzo 13, 2017. [En línea] Disponible en: <https://er.educause.edu/articles/2017/3/the-blockchain-revolution-and-higher-education> [Consultado en julio 10, 2018].
- [18] A. Grech, A. F. Camilleri y A. Inamorato dos Santos, ed. *Blockchain in Education*. Publications Office of the European Union, 2017. [En línea] Disponible en: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf) doi:10.2760/60649 [Consultado en julio 10, 2018].
- [19] DigiByte, "European countries join Blockchain Partnership. European Commission News," *Digital Single Market*, abril 10, 2018. [En línea] Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership> [Consultado en julio 10, 2018].
- [20] R. Hill, "Whoa, Gartner drops a truth bomb: Blockchain is overhyped and top IT bods don't want it," *The Register*, mayo 3, 2018. [En línea] Disponible en: https://www.theregister.co.uk/2018/05/03/gartner_blockchain_hyped/ [Consultado en julio 10, 2018].

[21] “Gartner Survey Reveals the Scarcity of Current Blockchain Deployments,” *Gartner Press release*, mayo 3, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3873790> [Consultado en julio 10, 2018].

[22] Gartner y K. Panetta, “Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017,” agosto 15, 2017. [En línea] Disponible en: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/> [Consultado en julio 10, 2018].

[23] L. Mearian, “Amazon joins list of blockchain-as-a-service providers,” *ComputerWorld*, junio 4, 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.computerworld.com.au/article/641878/amazon-joins-list-blockchain-as-a-service-providers/> [Consultado en julio 10, 2018].

[24] Wolf University, “Woolf, la primera universidad basada en la tecnología blockchain o cadena de bloques,” *Boletín de Prensa*, marzo 18, 2018. [En línea] Disponible en: https://woolf.university/assets/doc/press-release_es.pdf [Consultado en julio 10, 2018].

Cómo se cita:

J. G. Morales Montelongo, “Tecnología blockchain: oportunidades para su incorporación en la agenda de TIC de las Instituciones de Educación Superior de México,” *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, vol. 1, n.o. 0, diciembre, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://ties.unam.mx/> [Consultado en diciembre 13, 2018].